

Installations photovoltaïques au sol

Base méthodologique de la Confédération pour l'évaluation des zones propices

Base selon article 11 LEne



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federali da sviluppo del territorio ARE

IMPRESSUM

Editeur

Office fédéral de développement territorial (ARE), en collaboration avec

Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Office fédéral de l'agriculture (OFAG)

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Auteurs de la publication

Leonhard Zwiauer (ARE), chef de projet

Yves Maurer Weisbrod (ARE), conception et mise en œuvre de l'analyse des géodonnées

Leo-Philipp Heiniger (OFEN), spécialiste en photovoltaïque

Johnny Fleury (OFAG)

Noémie Lanz (OFEV)

Roberto Marcone (ARE)

Christoph de Quervain (ARE)

Florian Schönholzer (OFEV)

Production

Michael Furger, chef de la communication ARE

Distribution

Disponible sous forme électronique sur www.are.admin.ch

Disponible également en allemand.

Table des matières

Résumé	3
1 Installations photovoltaïques au sol : introduction	5
1.1 Contexte et but du présent document	5
1.2 Méthode d'évaluation	6
1.3 Zones non prises en compte	7
2 Aspects liés à l'utilisation conformes au niveau de planification considéré – Point de vue de la Confédération.....	8
2.1 Évaluation de la production d'électricité	8
2.1.1 Données relatives au rayonnement.....	8
2.1.1 Hypothèses sur l'inclinaison et l'orientation du module	9
2.1.2 Rendement spécifique d'électricité hivernale par kW de puissance installée	9
2.1.3 Production d'électricité hivernale par hectare.....	9
2.2 Dangers naturels	11
2.2.1 Avalanches	12
2.2.2 Autres dangers naturels	12
2.3 Facteurs ayant une influence sur la faisabilité technique	12
2.3.1 Déclivité	12
2.3.2 Sol de fondation.....	12
2.4 Équipement	13
2.5 Proximité avec des infrastructures existantes	13
2.6 Aspects non pris en compte	14
2.6.1 Raccordement électrique.....	14
2.6.2 Estimation des coûts	14
2.7 Classification des aspects liés à l'utilisation	15
2.7.1 Classement des différents aspects liés à l'utilisation.....	16
2.7.2 Changement de classe en raison de la combinaison d'aspects liés à l'utilisation.....	17
3 Intérêts de la Confédération en matière de protection	19
3.1 Protection de la nature et du paysage.....	20
3.1.1 Biotope	20
3.1.2 Protection du paysage.....	21
3.1.3 Forêt	22
3.1.4 Protection des eaux.....	23
3.1.5 Conservation des espèces	25
3.1.6 Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse ISOS	26
3.1.7 Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (patrimoine mondial de l'UNESCO).....	27
3.2 Agriculture	27
3.3 Autres intérêts de la Confédération	29
3.4 Classement des intérêts de protection de la Confédération en catégories	30

4	Produits de l'analyse des géodonnées	33
4.1	Matrice protection / utilisation	33
4.2	Carte synthétique des aspects liés à l'utilisation du point de vue de la Confédération (carte 1)	35
4.3	Carte synthétique des intérêts de protection du point de vue de la Confédération (carte 2)	36
4.4	Carte indicative des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération (carte 3)	37
5	Conclusion.....	39
ANNEXE 1 – Méthode d'analyse, y compris jeux de données utilisés		41
ANNEXE 2 – Analyses approfondies de la proximité avec des infrastructures existantes et de la prise en compte modifiée des SDA et des objets de l'IFP		43
ANNEXE 3 – Glossaire		47

Résumé

Contexte

La loi fédérale du 29 septembre 2023 relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables (FF 2023 2301) réglemente de manière spécifique les installations solaires ou photovoltaïques au sol en plus des installations solaires fixées sur les bâtiments et infrastructures existants. Ces installations doivent avoir le moins d'incidence possible sur le territoire et l'environnement.

Les cantons ont été chargés de déterminer les zones d'intérêt national se prêtant à l'exploitation d'installations solaires au sol (cf. art. 10 de la révision de la loi sur l'énergie [LEne ; RS 730.0]). Au moment de la publication, aucune valeur cible applicable à l'échelle nationale et aucun objectif intermédiaire spécifique pour la production d'électricité par des installations photovoltaïques au sol n'est disponible. Les cantons vont donc devoir réfléchir, dans le cadre de leur stratégie énergétique, à la place qu'ils souhaitent accorder au développement du photovoltaïque et au rôle que les installations solaires au sol doivent jouer dans ce contexte.

But du document et méthodologie d'analyse des géodonnées

La présente publication est une base méthodologique au sens de l'art. 11 LEne. Elle a été rédigée pour aider les cantons à réaliser les études de base dont ils ont besoin pour l'établissement de leur plan directeur et l'exploitation des énergies renouvelables (cf. art. 6, al. 2, let. b^{bis}, de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire [LAT ; RS 700]). L'analyse qui y est présentée a une valeur indicative. Ses résultats ne sont pas contraignants pour les autorités. Sur la base d'un examen ciblé des géodonnées, l'Office fédéral du développement territorial (ARE), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) ont évalué des zones qui, de leur point de vue, entraient en ligne de compte pour l'établissement d'installations photovoltaïques d'intérêt national : à partir des données relatives au rayonnement solaire dans toute la Suisse ([lien](#)), ces offices ont défini d'autres aspects liés à l'exploitation de l'énergie solaire, les ont répartis en différentes classes en fonction de leur adéquation, et les ont représentés sur une carte (carte 1). Les intérêts de la Confédération plaidant contre l'exploitation d'installations solaires au sol sont classés en cinq catégories associées à différents effets de protection et représentés (carte 2). Cette carte indique aussi les zones qui, pour différentes raisons, ne sont pas du tout prises en compte dans l'analyse : surfaces forestières, eaux stagnantes, zones à bâtir et autres surfaces affectées à l'urbanisation et aux transports. La combinaison des deux cartes fait ressortir les surfaces qui obtiennent les meilleurs résultats pour ce qui est de l'exploitation et qui sont le moins concernées par les intérêts de protection de la Confédération. Ces zones qui, du point de vue de la Confédération, sont dignes d'examen, sont représentées sur la carte 3 : il s'agit donc de zones qui, selon la Confédération, méritent une étude plus approfondie dans le cadre du plan directeur cantonal.

Principaux résultats

- Les zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération représentent une surface d'environ 240 000 hectares, soit près de 6 % de la surface du pays.
- La majorité des cantons dispose ainsi, lors de l'évaluation et de la détermination des zones propices, d'une marge de manœuvre suffisante dans son plan directeur pour prendre en compte les intérêts cantonaux et communaux ainsi que les aspects non considérés dans cette analyse. Dans les cantons du nord de la Suisse (de l'Argovie à la Thurgovie), où le rayonnement est plus faible, ainsi que dans les cantons de Bâle-Ville et Genève, la Confédération estime en revanche qu'il n'y a pas ou peu de zones dignes d'examen.
- D'autres zones peuvent également s'avérer dignes d'examen.
- La plupart des cantons disposent ainsi d'une marge de manœuvre qui leur permet de prendre différentes positions quant aux valeurs cibles de production d'électricité par les installations photovoltaïques au sol.

Valeur informative de l'analyse des géodonnées

- Les résultats de l'analyse des géodonnées ainsi que le présent rapport entendent fournir aux cantons et aux autres acteurs de premiers éléments d'orientation. La méthode employée et les résultats obtenus ne sont pas contraignants pour les autorités. Les cantons peuvent opter pour d'autres approches analytiques afin de remplir leur obligation de déterminer les zones qui se prêtent à l'exploitation d'installations solaires au sol revêtant un intérêt national.
- L'analyse des géodonnées se concentre sur les informations fournies au niveau approprié pour le plan directeur cantonal et sur les géodonnées disponibles dans toute la Suisse.
- Dans le cadre du plan directeur cantonal, d'autres intérêts doivent être déterminés et pondérés au cas par cas. Les intérêts de protection cantonaux et communaux, notamment, n'ont pas été pris en compte dans cette analyse. En outre, les coûts et le contexte économique ainsi que le raccordement électrique et les synergies avec d'autres projets ou avec des installations existantes permettant l'exploitation des énergies renouvelables (cf. paysage énergétique suisse) n'ont pas été pris en compte.
- L'analyse met l'accent sur les installations photovoltaïques au sol et se concentre en priorité sur la production d'énergie. Elle n'étudie donc pas les surfaces se prêtant à l'installation de modules photovoltaïques présentant des avantages pour la production agricole (distinction entre les critères utilisés par la loi et l'appellation « installation agrivoltaïque » : cf. chapitre **Error! Reference source not found.**).

L'article 24^{ter}, al. 2, nLAT¹ décidera de l'admissibilité de telles installations à l'avenir.

- Une évaluation générale des intérêts de protection et d'utilisation a été réalisée pour les zones dignes d'examen susceptibles d'accueillir des installations d'intérêt national. Les intérêts de protection de la Confédération associés à un jeu de géodonnées ont été répartis en cinq catégories de protection qui se basent sur la situation juridique probable au moment de l'entrée en vigueur de la loi relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables. Le choix des aspects liés à l'utilisation et à leur classification est une proposition des offices fédéraux concernés. L'évaluation sommaire des intérêts de protection et d'utilisation ne doit pas être surestimée : toutes les zones représentées sur la carte 3 semblent a priori dignes d'examen ; l'évaluation suivante réalisée dans le cadre du plan directeur cantonal montrera si elles conservent ce statut.
- Les surfaces considérées comme des zones dignes d'examen en dehors du spectre de la présente analyse peuvent être inscrites dans le plan directeur sur la base des clarifications par les cantons.
- Les cartes établies peuvent faire l'objet de débats publics et comprennent donc des indications sur leur valeur informative afin d'éviter d'éventuelles interprétations unilatérales ou erronées
- Du point de vue de la Confédération, les surfaces figurant sur la carte indicative des zones dignes d'examen ne constituent pas en soi des zones propices au sens de l'art. 10, al. 1, LEne. En effet, pour délimiter une zone propice au sens de l'article 10 LEne, il convient de procéder à d'autres classifications dans le cadre du plan directeur, par exemple à des déclarations sur le raccordement électrique ou sur les intérêts cantonaux, ainsi qu'à une pesée globale des intérêts au cas par cas. Les zones propices dans les plans directeurs cantonaux présentent des périmètres différents et des surfaces beaucoup plus petites que les zones jugées dignes d'examen par la Confédération.

¹ Cette nouvelle version de la LAT n'est pas encore en vigueur, d'où la désignation nLAT. Dans le [texte soumis au vote final](#) de la loi fédérale relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables du 29 septembre 2023 (objet 21.047), l'article portait le numéro 24^{bis}. Il entrera en vigueur avec le numéro 24^{ter} dans la LAT (cf. [texte soumis au vote final](#) du 29 septembre 2023 relatif à l'objet 18.077 (« Loi sur l'aménagement du territoire. Révision partielle. 2ème phase »)).

1 Installations photovoltaïques au sol : introduction

1.1 Contexte et but du présent document

Les différentes révisions de la loi réalisées dernièrement montrent l'importance accordée par le législateur au développement des capacités de production des énergies renouvelables en général, et de l'énergie solaire en particulier². Il s'agit d'exploiter les potentiels (dans les zones à bâtir et en-dehors ; en combinaison avec d'autres utilisations et des installations au sol, etc.) et les différents modes d'exploitation de l'énergie solaire (photovoltaïque, solaire thermique). Il existe déjà des outils pour identifier le potentiel de production d'énergie solaire (<http://www.toitsolaire.ch>, <http://www.facadeausoleil.ch>). Le travail documenté ici doit, en première ligne, aider les cantons à accomplir leur mission **d'identification de zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires d'intérêt national dans leurs plans directeurs respectifs**. Le contexte est le suivant :

La planification et l'approbation des installations solaires au sol relèvent de la compétence des cantons. Depuis l'acceptation du projet concernant la loi relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables dans le cadre de la votation populaire du 9 juin 2024, les cantons sont tenus de veiller à ce que leur plan directeur désigne les zones qui se prêtent à l'exploitation d'installations solaires revêtant un intérêt national (cf. [art. 10, al. 1, LEne](#)). À cet égard, la contribution à l'approvisionnement en électricité l'hiver (cf. art. 9a Loi sur l'approvisionnement en électricité [LApEl ; RS 734.7] revêt une importance particulière.

Comme les installations solaires d'une certaine taille sont soumises à une obligation de planification en vertu de l'art. 2 et de l'art. 8, al. 2, LAT, il est possible de formuler un objectif approximatif à partir d'une perspective générale d'aménagement du territoire : il faut pouvoir réaliser (rapidement) autant d'installations solaires au sol que nécessaire. Les constructions doivent être effectuées sur les sites les plus appropriés, c'est-à-dire avec aussi peu d'incidence négative que possible. Outre les potentiels à développer en priorité sur les bâtiments (toitures et façades), pour lesquels il existe déjà des analyses de sites appropriés et de leur potentiel de production, ainsi que sur les infrastructures et les installations ayant été construites dans le respect du droit comme des lacs de retenue, pour lesquelles des études de potentiel ont également été réalisées³, d'autres sites présentent un intérêt pour la mise en place d'installations photovoltaïques au sol.

C'est la raison pour laquelle, sur la base de l'art. 11 LEne, des données de géolocalisation officielles disponibles dans toute la Suisse ont été rassemblées et rendues exploitables. Ces résultats visent à aider les cantons à atteindre de la meilleure manière possible l'objectif formulé ci-dessus en vue de l'accomplissement de leur tâche, consistant à définir dans leur plan directeur les zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires d'intérêt national⁴. Les intérêts cantonaux et communaux ne sont pas pris en compte dans cette analyse. Les cantons doivent identifier eux-mêmes ces intérêts dans le cadre de l'établissement de leur plan directeur. Les travaux des cantons sur la mise en œuvre de l'art. 10 LEne restent exigeants : les intérêts cantonaux et communaux, les considérations relatives à la biodiversité et à la protection des espèces ou les retours des responsables du développement de projets, de l'exploitation des réseaux et de la population devront être pris en compte.

Les principaux destinataires de cette étude de base de la Confédération sont les services cantonaux qui se préparent à déterminer les zones se prêtant à la mise en place d'installations solaires. Le présent travail peut également fournir des repères aux communes ainsi qu'aux responsables du développement de projets. L'accent est mis sur la pertinence des études de base dans le cadre du plan directeur (cf. [art. 6, al. 2, let. b^{bis}, LAT](#)). Par conséquent, les résultats de cette analyse ne constituent pas une base suffisante pour l'étude de projets concrets. Les clarifications concrètes des sites et les audits

² Cf. objets 21.047 (offensive solaire / acte modificateur unique), 22.461 (offensive éolienne), 18.077 (LAT 2), 23.051 (projet de loi pour l'accélération des procédures)

³ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home.html> → Approvisionnement → Numérisation et géoinformation → Géoinformation → Géodonnées → Solaire

⁴ Pour les installations photovoltaïques neuves et rénovées, l'intérêt national est avéré si la production moyenne escomptée entre octobre et mars s'élève au moins à 5 GWh (cf. art. 9a de l'ordonnance sur l'énergie [OENE ; RS 730.01]).

de la performance auront seulement lieu dans le cadre du plan d'affectation (ainsi qu'une étude de l'impact sur l'environnement selon l'art. 10a LPE).

Pour que les coûts de mise à jour de l'étude de base restent raisonnables, il est prévu d'actualiser les données tous les cinq ans, dans la mesure où les jeux de géodonnées utilisés ont connu une modification déterminante, ou si de nouvelles données essentielles sont disponibles et doivent être prises en compte dans l'analyse.

Dans le présent rapport, on entend par « installations photovoltaïques au sol » des installations réalisées sur des surfaces non bâties jusqu'à présent, avec pour objectif principal de produire de l'énergie. Dans les présentes réflexions, la question de l'importance à accorder à l'agriculture n'est que secondaire, mais si une installation concrète est planifiée par la suite, alors ce sujet peut bien entendu devenir central.

Le rapport ne porte notamment pas sur les surfaces qui se prêtent aux installations solaires thermiques⁵ et aux installations photovoltaïques, ni sur le potentiel de production de ces installations :

- dans les zones à bâtir ;
- sur des installations et bâtiments existants ;
- qui servent à accroître la production agricole⁶ ;
- sur l'eau (lacs).

Ces installations font en partie l'objet de réglementations légales spécifiques ou concernent souvent des surfaces trop petites pour revêtir un intérêt national.

1.2 Méthode d'évaluation

Les résultats présentés reposent sur une modélisation et une synthèse de plusieurs géodonnées. La sélection des géodonnées, la définition des valeurs seuils pour certains critères, les règles de synthèse ainsi que d'autres hypothèses retenues sont présentées en toute transparence dans le document. La documentation technique sur la méthodologie mise au point se trouve à l'annexe 1.

Pour cette analyse, seules des géodonnées complètes et disponibles dans toute la Suisse ont été prises en compte. Les informations disponibles pour toute la Suisse ont été intégrées dans une grille de résolution de 50 m x 50 m. Pour les analyses servant de base au plan directeur, cette résolution est suffisamment détaillée.

Un modèle peut uniquement prendre en compte les informations qui l'alimentent. Au cours des chapitres suivants, le document indique quelles géodonnées (dont il aurait été souhaitable de disposer) ont soit manqué, soit été présentées dans une qualité insuffisante au moment de l'analyse.

L'analyse repose sur des données et technologies actuelles. En d'autres termes, elle ne tient pas compte des conséquences des évolutions à venir (par ex. effets du changement climatique, augmentation du rendement des cellules photovoltaïques).

⁵ Les sites où de telles installations sont construites doivent répondre à des conditions très particulières. Les installations solaires thermiques ne sont réalisables qu'à proximité de zones urbanisées présentant une certaine densité et des réseaux thermiques existants. Si le législateur parle généralement d'installations solaires, cette publication se limite à l'analyse des installations photovoltaïques au sol. Les cantons ont toutefois le droit de prévoir des installations solaires thermiques de grande envergure dans leurs plans directeurs.

⁶ Dans le langage courant, on les appelle aussi « installations agrivoltaïques ». Étant donné que le terme « agrivoltaïque » n'est pas utilisé par le droit fédéral et que son usage dans le langage courant ne concorde pas avec la définition légale (au moment de la publication, cf. art. 32c, al. 1, let. c, de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire du 28 juin 2000 [LAT ; RS 700.1], prochainement art. 24^{ter}, al. 2 nLAT), la réponse à la question de savoir ce qui, en fin de compte, peut être autorisé dans tel ou tel cas, dépend toujours des dispositions légales correspondantes, et notamment de l'art. 24^{ter} nLAT.

1.3 Zones non prises en compte

Le tableau suivant indique les surfaces considérées comme non pertinentes pour l'analyse et le motif sur la base duquel cette appréciation repose.

Surfaces non prises en compte (zones)	Motifs
Zones à bâtir ainsi que les surfaces étendues ou prévues pour la circulation ou l'infrastructure, les zones de loisirs et les groupes de bâtiments qui ne se situent pas dans une zone à bâtir	<p>Les installations solaires et photovoltaïques doivent être installées en priorité dans les zones à bâtir ainsi que sur des constructions et installations (d'infrastructure) situées en dehors des zones à bâtir.⁷ Le potentiel de production d'électricité de ces installations doit être exploité autant que possible et, si nécessaire, préparé au niveau de la planification. Il a été et sera recensé dans un autre contexte⁸.</p> <p>Comme le présent document porte sur les installations photovoltaïques au sol, les groupes de constructions existants situés en dehors de la zone à bâtir ne sont pas non plus pris en compte, contrairement aux surfaces comprenant des bâtiments isolés. Il ne semble pas non plus pertinent d'intégrer dans l'analyse les sites situés en dehors des zones à bâtir qui présentent une utilisation clairement orientée vers les loisirs (par ex. terrain de golf⁹) ou vers une utilisation d'un autre ordre (par ex. cimetières et parcs publics), ainsi que les grandes surfaces de circulation (par ex. autoroutes, gares de marchandises et certains aérodromes).</p>
Grands cours d'eau (notamment lacs naturels et de retenue)	L'installation de panneaux solaires flottants soulève d'autres questions, car la situation juridique est différente. C'est la raison pour laquelle les plans d'eau ne sont pas pris en compte, qu'ils soient artificiels ¹⁰ ou naturels ¹¹ .
Forêt	<p>La surface forestière nécessaire à grande échelle pour la mise en place d'installations photovoltaïques au sol d'intérêt national n'est pas prise en compte dans l'analyse en raison de l'interdiction générale de défricher (art. 5 Loi fédérale sur les forêts [LFo ; RS 921.0]) et de l'absence d'implantation imposée par la destination pour les modules PV.</p> <p>En outre, les pâturages boisés¹² sont considérés comme des forêts (cf. art. 2 LFo), raison pour laquelle ils ne sont pas non plus intégrés à l'analyse, même si les bases sur lesquelles reposent les données en question sont plutôt floues.</p>

Tableau 1 : explications des motifs d'exclusion des zones

⁷ Il ne peut pas s'agir uniquement d'installations photovoltaïques situées sur des constructions ou des installations existantes. Lorsque les nouvelles constructions et installations situées à l'extérieur des zones à bâtir sont soumises à autorisation, il est souvent judicieux et permis d'y réaliser une installation photovoltaïque.

⁸ Par ex. [toitsolaire.ch](#) / [facadeausoleil.ch](#) ou Energie Zukunft Schweiz AG (2021) : « Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen » (uniquement en allemand). Jusqu'à présent, le potentiel intéressant des sites situés dans la zone à bâtir et servant à garer des véhicules au niveau du sol (cf. art. 18a, al. 2^{bis}, nLAT) n'a été étudié que sommairement, cf. Energie Zukunft Schweiz AG (2022) : [Solarstrom auf Parkplatzüberdachungen](#) (résumé en français ; électricité solaire sur les parkings).

⁹ Concernant l'affectation de la zone à bâtir, la pratique diffère d'un canton à l'autre.

¹⁰ Cf. Confédération suisse (2024) : Exploitation des ouvrages hydroélectriques et des lacs artificiels pour produire de l'énergie photovoltaïque. [Rapport du Conseil fédéral](#) en réponse au postulat 20.4561, Cattaneo, du 16 décembre 2020.

¹¹ Cf. arrêt [1C_405/2016](#) du Tribunal fédéral du 30 mai 2018 (cas concernant une installation PV sur le lac de Neuchâtel) ou expertise juridique du 8 janvier 2024 sur l'autorisation de construire des installations solaires sur des lacs naturels, effectuée pour le compte de l'Office de l'environnement et de l'énergie du canton de Berne (→[lien](#)).

¹² Il s'agit de surfaces utilisées aussi bien pour l'élevage que pour la sylviculture (double utilisation), qui se caractérisent par une alternance de peuplements boisés et de pâturages (cf. art. 2 LFo). Les données cantonales relatives à l'utilisation agricole de parcelles isolées fournissent des informations supplémentaires sur ce sujet. Par ailleurs, la délimitation entre la forêt et le reste de la région d'estivage est parfois imprécise.

2 Aspects liés à l'utilisation conformes au niveau de planification considéré – Point de vue de la Confédération

Table des matières	Pour être prises en compte dans l'analyse, les surfaces doivent être évaluées quant à leur aptitude à être utilisées conformément au niveau de planification considéré. En vue de l'établissement d'une matrice protection/utilisation discrète, les surfaces sont réparties en différentes classes qui combinent l'aptitude en fonction des aspects pris en compte en matière d'utilisation.
Pertinence	L'évaluation conforme au niveau de planification considéré des aspects liés à l'utilisation n'englobe pas toutes les informations qu'il conviendrait de prendre en compte et n'est pas une science exacte. Elle comprend une grande part d'appréciation et donc de subjectivité. Il s'agit d'une première estimation sommaire des offices fédéraux. En outre, elle ne repose pas sur des catégories juridiques et n'a aucun effet juridique direct. Dans les plans directeurs cantonaux, l'évaluation des aspects liés à l'utilisation doit contenir des critères supplémentaires. Les cantons peuvent aussi utiliser d'autres approches méthodologiques (par ex. analyse d'organigrammes de décision ou analyse d'utilité).

Pour pouvoir poser les bases de l'évaluation de certaines surfaces, il est nécessaire d'estimer quels aspects ou critères sont requis pour pouvoir confirmer leur qualité ou leur adéquation du point de vue de l'utilisation. Dans les explications qui suivent, les services fédéraux ne prétendent pas à une évaluation définitive des aspects liés à l'utilisation, mais indiquent ceux qui ont été pris en compte dans cette étude de base. Les aspects liés à l'utilisation seront certainement intégrés aux études de base pour la pesée des intérêts au niveau du plan directeur. Les explications figurant dans ce rapport d'étude n'ont aucun effet juridique direct. En d'autres termes : les cantons sont libres d'intégrer ces aspects selon leur propre méthodologie dans leur plan directeur et de les évaluer.

2.1 Évaluation de la production d'électricité

L'aptitude à produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire est certainement l'aspect lié à l'utilisation le plus important pour les responsables du développement des projets et de la planification. Cette aptitude a une influence directe aussi bien sur la rentabilité de l'installation que sur la place nécessaire. La présente étude de base met l'accent sur le rendement spécifique hivernal, c'est-à-dire sur la production pendant le semestre d'hiver (cf. art. 9a LApEl).

En ce qui concerne la pesée des intérêts, il convient de préciser qu'aucune valeur cible n'a été formulée au moment de l'analyse pour la production d'électricité issue d'installations photovoltaïques au sol, du moins pas au niveau de la Confédération et, d'après les connaissances de la Confédération, pas non plus au niveau des cantons. Aussi convient-il, dans le cadre de la stratégie énergétique cantonale et en amont des projets de plans directeurs, d'élucider la question de savoir quel type de production d'électricité issue des installations photovoltaïques au sol est visé.

2.1.1 Données relatives au rayonnement

Le critère du rendement spécifique hivernal par kW de puissance installée a été défini à partir des données relatives au rayonnement, disponibles sur le géoportail de la Confédération ([lien](#)). Ce critère est à son tour pris en compte dans la production de l'électricité hivernale par hectare.

La valeur seuil de 250 kWh/m² pour le rayonnement horizontal pendant le semestre d'hiver a été intégrée directement dans l'analyse : les surfaces soumises à un rayonnement horizontal inférieur à 250 kWh/m² pendant le semestre d'hiver ont été affectées à la classe « Exploitation inintéressante ». Cela permet d'exclure en premier lieu les pentes exposées au nord ou les sols des vallées très ombragées pendant le semestre d'hiver, qui ne se prêtent pas à l'accueil d'installations photovoltaïques au sol.

2.1.2 Hypothèses sur l'inclinaison et l'orientation du module

Les facteurs propres au site déterminent l'inclinaison et l'orientation du module. Outre les critères techniques (quantité de neige, charges de vent, possibilités d'ancre), des considérations économiques et relatives à l'intégration dans le paysage peuvent influencer le choix, de même que des réflexions sur une éventuelle double utilisation de la surface. En principe, le rendement est à son paroxysme quand les modules sont orientés vers le sud, raison pour laquelle le rayonnement et le rendement spécifique par kW de puissance installée sont calculés pour la surface d'un module orienté vers le sud. Eu égard à l'importante quantité de neige et à la volonté d'optimiser le rendement spécifique d'électricité hivernale, il est admis que les modules utilisés à des altitudes assez élevées doivent être inclinés à 75°. Cela permet, d'une part, à la neige de glisser et, d'autre part, de tenir compte de l'intérêt accru pour la production d'électricité en hiver¹³. À basse altitude aussi, l'inclinaison des modules a été définie sur 75°. Il s'agissait de souligner l'importance de la production d'électricité en hiver et de créer une base uniforme, même si la production annuelle est nettement plus forte avec des modules moins inclinés (par ex. à 30°).

2.1.3 Rendement spécifique d'électricité hivernale par kW de puissance installée

L'hiver, le rendement spécifique d'électricité par kW de puissance installée dépend en premier lieu du rayonnement solaire sur la surface du module. Les valeurs de production mensuelles spécifiques indiquées sur le géoportail fédéral intègrent également l'influence de la température du module, spécifique au site, et le facteur qualitatif de 0,82, qui tient compte de certaines pertes de l'installation, comme les pertes survenant au niveau des câbles, de l'onduleur ou les pertes par mismatch entre les modules. De plus amples détails sur la méthode de calcul des valeurs du rayonnement et des valeurs de rendement spécifiques figurent dans la documentation correspondante¹⁴.

Pour la prise en compte des aspects liés à l'utilisation, les chiffres utilisés sont ceux du rendement spécifique d'électricité du semestre d'hiver (d'octobre à mars).

2.1.4 Production d'électricité hivernale par hectare

La production d'électricité par hectare est déterminée en premier lieu par le rendement d'électricité spécifique au site de l'installation (cf. chapitre 2.1.3). Elle est également influencée par la densité de couverture des modules, également appelée Ground Cover Ratio : en fonction de l'inclinaison des modules, de la déclivité du terrain et de l'orientation de ce dernier, les rangées de modules doivent être plus ou moins espacées afin de réduire au maximum l'ombre mutuelle des panneaux. Le rendement des modules a aussi une influence sur le rendement de la surface : plus les modules sont efficaces, et plus la production d'énergie par surface est élevée. Les hypothèses sur ce sujet sont présentées ci-dessous.

La production d'électricité hivernale (E_{WH}/ha) en GWh/ha a été calculée de la manière suivante :

$$E_{WH}/ha = E_{WH_spez_{75}} \times \text{rendement} \times \text{GCR}^{75} / \cos(\text{déclivité}) / 100$$

Les termes de cette équation sont définis comme suit :

- $E_{WH_spez_{75}}$: rendement spécifique d'énergie pendant le semestre d'hiver (WH) par kW de puissance installée en kWh/kW/WH pour une inclinaison du module de 75°
- Rendement : rendement des modules utilisés (hypothèse de 24 % ou 0,24 kW/m²)
- GCR⁷⁵ : Ground Cover Ratio. Densité de couverture des modules (sans unité)

¹³ Les projets actuels, prévus dans le cadre de l'offensive solaire, présentent des modules avec une inclinaison comprise entre 60° et 75°. Les modules installés avec une inclinaison de 60° n'ont qu'une faible influence sur le rendement spécifique d'électricité hivernale et le rendement hivernal par surface (ha).

¹⁴ Hoch aufgelöste Einstrahlungsdaten für die ganze Schweiz, BFE, 2023 (Données haute résolution sur le rayonnement pour toute la Suisse, OFEN, 2023) : [Rayonnement solaire \(admin.ch\)](#)

- Cos (déclivité) : facteur de conversion visant à prendre en compte le fait que la surface effective du terrain est supérieure à la surface projetée (plus le terrain est raide, plus l'écart est grand)
- 100 : facteur de conversion de m^2 en ha (x 10 000) et de kWh en GWh (/1 000 000)

a) Ground Cover Ratio (pertinent) :

la densité de couverture des panneaux (Ground Cover Ratio) indique dans quelle mesure une surface au sol peut être exploitée pour un angle d'inclinaison des modules et un angle d'ombrage donnés. Elle a été déterminée avec, pour hypothèse, un angle d'ombrage de 15° , en prenant en considération l'inclinaison du module, la déclivité et l'orientation du terrain. Concrètement, cela signifie que les rangées de modules sont si éloignées les unes des autres qu'elles ne se font pas d'ombre lorsque le soleil est à 15° . Un plus petit angle d'ombrage augmenterait légèrement le rendement par panneau, mais cela se ferait au détriment du rendement de la surface, car les rangées de panneaux seraient plus espacées les unes des autres. Pour les surfaces présentant une exposition sud, le Ground Cover Ratio augmente en outre avec la déclivité, étant donné que les rangées peuvent être un peu plus proches les unes des autres¹⁵.

L'illustration suivante permet de comprendre ce phénomène :

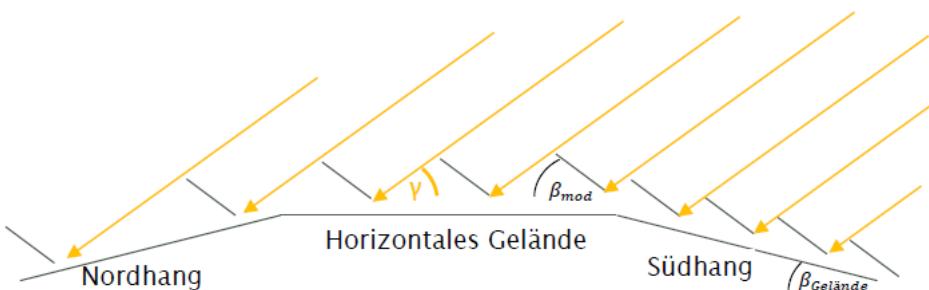


Illustration 1 : schéma de l'influence d'un angle d'ombrage donné γ sur la distance entre les rangées de modules et, partant, sur le Ground Cover Ratio

L'hypothèse est relativement restrictive, mais part du principe que pour un angle d'ombrage de 15° et une pente inclinée vers le nord présentant une déclivité de 15° , le Ground Cover Ratio est de zéro.

Afin de tenir compte des restrictions liées à la construction, un GCR maximal de 0,75 a été retenu.

Le tableau ci-dessous illustre les valeurs de Ground Cover Ratio utilisées pour un module incliné à 75° , une déclivité du terrain comprise entre 0° et 40° et une orientation du terrain allant du sud au nord en passant par l'est.

	-180	-170	-160	-150	-140	-130	-120	-110	-100	Osten	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	Süden
	Modulneigung $\beta_{mod}=75^\circ$; Abschattungswinkel $\gamma=15^\circ$																				
0	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	
10	0.087	0.09	0.097	0.11	0.127	0.148	0.173	0.2	0.229	0.259	0.288	0.316	0.343	0.366	0.386	0.402	0.413	0.42	0.423		
20	0	0	0	0	0	0.032	0.082	0.138	0.197	0.259	0.319	0.376	0.428	0.472	0.509	0.537	0.557	0.57	0.574		
30	0	0	0	0	0	0	0	0.067	0.161	0.259	0.354	0.441	0.517	0.579	0.627	0.663	0.688	0.702	0.707		
40	0	0	0	0	0	0	0	0.117	0.259	0.395	0.515	0.612	0.686	0.74	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75		

Tableau 2 : valeurs de Ground Cover Ratio utilisées en fonction de la déclivité et de l'orientation du terrain (les valeurs en direction de l'ouest, c'est-à-dire de 10° à 170° , sont symétriques).

¹⁵ Dans le cas de projets concrets, en particulier dans les Alpes, le GCR peut être nettement inférieur à celui utilisé dans cette modélisation, par ex. en raison de la prise en compte du sol de fondation ou d'un modèle de terrain plus fin. En principe, du point de vue de l'aménagement du territoire, il faut toutefois viser un GCR élevé afin d'utiliser au mieux la surface.

b) Rendement des modules :

Pour tenir compte de l'évolution permanente des technologies, les calculs se basent sur un rendement de 24 %, qui correspond au rendement des modules PV les plus performants actuellement sur le marché¹⁶.

Selon la variable utilisée – « rendement spécifique d'électricité hivernale », « déclivité » ou « orientation du terrain » – on obtient des valeurs différentes pour la production d'électricité hivernale par hectare. Le tableau suivant permet de mieux comprendre :

Rendement spécifique d'électricité hivernale	Déclivité	Orientation du terrain	GCR	Cos (déclivité)	Production d'électricité hivernale par hectare	Surface requise pour une production d'électricité hivernale de 5 GWh
400 kWh/kWp	0°	0°	0,259	1	0,25 GWh	20 ha
400 kWh/kWp	20°	0°	0,574	0,951	0,58 GWh	9 ha
400 kWh/kWp	20°	-60°	0,428	0,951	0,43 GWh	12 ha
600 kWh/kWp	0°	0°	0,259	1	0,37 GWh	14 ha
600 kWh/kWp	20°	0°	0,574	0,951	0,87 GWh	6 ha
600 kWh/kWp	20°	-60°	0,428	0,951	0,65 GWh	8 ha

Ainsi, la production de 5 GWh d'électricité par semestre d'hiver – seuil à partir duquel une installation revêt un intérêt national en vertu de l'[art. 9a](#) de l'ordonnance sur l'énergie (OEne ; RS 730.01) – requiert typiquement une surface comprise entre 6 et 20 hectares.

2.2 Dangers naturels

Les dangers naturels ont une influence considérable sur la capacité de certains sites à accueillir des installations photovoltaïques au sol. L'objectif de l'évaluation du site est de vérifier que les risques liés aux dangers naturels sont acceptables et qu'il est possible de renoncer à des mesures de protection (infrastructurelles) onéreuses.

Il existe différentes bases de données des dangers naturels. Sur les cartes cantonales des dangers, l'accent est mis sur les milieux bâties, les voies de circulation et les infrastructures critiques. Par conséquent, en règle générale, aucune évaluation détaillée des dangers n'est effectuée sur les surfaces d'intérêt pour le document présent. Les cartes des dangers existantes illustrent les zones de danger potentielles en dehors du milieu bâti. Elles contiennent des évaluations approximatives reposant sur une modélisation de la zone de danger susceptible d'être la plus touchée en cas d'événement extrême ; en principe, elles ne comprennent aucune information sur l'intensité des phénomènes. Les résultats de la modélisation des dangers liés aux avalanches, aux chutes de pierres et aux éboulements, aux laves torrentielles, aux coulées de boue et à l'épandage d'alluvions collectés dans le cadre du projet Silva-Protect-CH peuvent être utilisés pour estimer à large échelle l'exposition aux dangers naturels. La carte des dangers indique également le ruissellement de surface pour toute la Suisse, à savoir les lieux présentant un danger potentiel lié au ruissellement, qui peut, par exemple, accélérer le processus d'érosion. Cependant, ces études sont trop générales pour l'objet de la présente analyse et n'atteignent pas la résolution spatiale nécessaire pour permettre une analyse concrète des dangers.

Comme il n'existe pas d'informations suffisantes sur les dangers naturels pour les besoins de la présente analyse, ni pour l'ensemble du territoire ni sous une forme harmonisée pour toute la Suisse, les estimations concernant les dangers naturels faites dans cette analyse ne sont que très rudimentaires et se limitent, outre l'exclusion des zones très pentues (cf. chapitre 2.3.1), à une évaluation du danger d'avalanche (sous-chapitre suivant) et à des indications indirectes sur les chutes de pierres (cf. note de bas de page 20, chapitre 2.3.2). Cependant, la situation relative aux dangers naturels doit absolument

¹⁶ Ces dernières années, le rendement des modules PV a augmenté d'environ 0,5 % par an. On peut partir du principe que cette tendance se poursuivra au cours des prochaines années. Cf. étude « Long-term technology monitoring : Survey of photovoltaic module efficiencies as well as investment and operating costs of PV systems », Haute école bernoise sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie, 2025 (publication en suspens).

être prise en compte. Il convient de procéder à des clarifications dans le plan directeur. Les bonnes connaissances qu'ont les services cantonaux des réalités locales sont très utiles à cet égard¹⁷.

2.2.1 Avalanches

La carte thématique des terrains avalancheux (Classified Avalanche Terrain – CAT) de l’Institut fédéral pour l’étude de la neige et des avalanches (SLF) a été utilisée pour évaluer de manière approximative le danger d’avalanches, car ses données sont homogènes et disponibles pour toute la Suisse¹⁸. Cette carte sépare les terrains avalancheux en *release areas* (zones de rupture) et en *runout zones* (zones de dépôt). L’accent est mis sur l’avalanche typique « du skieur », qui se caractérise par une période de retour courte (pouvant atteindre la taille 3, avec une épaisseur de rupture moyenne de 50 cm). Ses effets, pour une durée d’utilisation de 30 à 60 ans, sont considérés comme non souhaitables, même s’ils sont maîtrisables du point de vue technique. Les événements majeurs (survenant tous les 30 ans, 100 ans ou 300 ans) concernent, avec leurs zones de dépôt, des surfaces qui ne figurent pas dans la couche CAT. Dans le cadre du plan directeur, les effets d’événements majeurs (par ex. d’événements survenant tous les 100 ans) doivent donc aussi être pris en compte dans l’évaluation du site. Dans le modèle d’analyse, toutes les surfaces du jeu de données CAT présentant un risque d’avalanche sont prises en compte, c’est-à-dire sans la différenciation intégrée dans le jeu de données¹⁹. Le jeu de données ne permet pas d’exclure certaines surfaces des suites de l’analyse ; les zones correspondantes seront cependant moins bien évaluées. En d’autres termes, leur intérêt d’utilisation sera considéré comme faible. Pour plus de détails, consulter le chapitre 2.7.1 ou l’annexe 1.

2.2.2 Autres dangers naturels

Le choix des sites susceptibles d’accueillir des installations photovoltaïques au sol peut également être remis en question par des dangers comme les chutes de pierres, les éboulements, les laves torrentielles, les glissements de terrain et les inondations. Aucun jeu de données n’a été utilisé à cet égard dans la présente analyse pour les raisons susmentionnées. Il convient de procéder à des clarifications dans le plan directeur.

2.3 Facteurs ayant une influence sur la faisabilité technique

Dans le cadre de cette analyse, les facteurs mis en avant et pertinents pour le niveau approprié sont avant tout la déclivité et les informations sur le sol de fondation.

2.3.1 Déclivité

À partir d’une déclivité de 20°, les travaux sont en général plus difficiles. À partir de 40°, non seulement il faut renforcer les fondations, mais des équipements spéciaux sont nécessaires pour protéger le chantier et les personnes y travaillant. Tous ces aspects ont une incidence sur les coûts. Le chapitre 2.7.1 propose une répartition des déclivités reflétant cette évaluation.

2.3.2 Sol de fondation

Certains sols de fondation se prêtent davantage que d’autres à l’accueil d’installations photovoltaïques au sol. Pour des raisons financières, mais aussi du point de vue de la protection de la nature et de la réversibilité, les installations idéales sont celles qui ne nécessitent pas ou peu de fondations. Le jeu de données « Couverture du sol » du MTP de Swissstopo comprend des indications sur des sols qui, en raison des difficultés techniques qu’ils présentent, n'accueillent presque aucune infrastructure, et sont donc considérés comme non appropriés : on y trouve des glaciers, des névés, de la glace morte ainsi

¹⁷ Ces connaissances peuvent se baser notamment sur les cadastres des événements ou sur des modélisations plus précises propres auxdits services. L’élaboration de cartes des dangers pour toutes les régions à examiner en dehors des zones à bâtir et des infrastructures dignes de protection représenterait, dans la plupart des cas, un travail disproportionné.

¹⁸ SLF 2025 : Classified avalanche terrain map (CAT): <https://content.whiterisk.ch/fr/help/cartes/cartes-du-terrain-avalancheux>

¹⁹ En effet, il serait très difficile de justifier le traitement différencié de certaines catégories en se basant sur la légende du jeu de données. En outre, le jeu de données a été établi avant tout pour les personnes effectuant des randonnées à ski. La base méthodologique de calcul de la couche CAT peut être reprise de la publication suivante : [publication CAT](#)

que des surfaces essentiellement recouvertes d'éboulis²⁰ ou de rochers. Les surfaces en question sont considérées comme intéressantes pour cette analyse et pour leur exploitation par le biais d'installations solaires. Les rochers, en revanche, ne sont pas considérés comme limitant l'intérêt d'utilisation (même si, en tant que couverture du sol, ils sont presque toujours sur une pente dont la déclivité est de 30° minimum). D'autres critères comme la présence de permafrost ou de zones humides entraînent la classification de ces surfaces dans la catégorie « Intérêt d'exploitation faible ».

Certaines installations sur des roches appropriées font figure d'exceptions. Les installations photovoltaïques mises en place dans ou sur des roches appropriées dont la déclivité est > à 40° ne peuvent généralement pas être réalisées à grande échelle et requièrent des clarifications spécifiques. Dans le cadre du présent modèle d'analyse, ces types d'installations ou de sites sont laissés de côté.

2.4 Équipement

L'équipement joue en général un rôle majeur pour la réalisation des constructions et installations, car il peut être un important facteur de coûts des installations et, selon le plan d'équipement, avoir une incidence considérable sur la nature et l'environnement. Comme différents plans d'équipement sont envisageables (renforcement ponctuel des routes existantes, téléphériques temporaires, hélicoptère...) que les modules solaires sont relativement légers et que les supports ne doivent pas nécessairement être montés sur le site logistique, les exigences relatives à l'équipement ne sont pas trop élevées.

Pour l'équipement principal, les jeux de géodonnées suivants du MTP de Swisstopo ont été utilisés dans cette analyse :

- routes d'au moins trois mètres de large avec un revêtement dur ;
- arrêts sur les tronçons ferroviaires à voie normale.²¹

Une zone tampon de maximum 3000 m a été mise en place autour de ces éléments. La distance euclidienne de 3 km a été considérée comme la longueur encore appropriée pour les plans d'équipement de proximité spécifiques aux projets, par ex. au moyen de voies de transport.

Une autre solution d'équipement impliquant le transbordement de matériel a été incluse dans l'analyse. Les jeux de géodonnées suivants du MTP de Swisstopo ont été utilisés à cet effet :

- routes d'au moins deux mètres de large, indépendamment du revêtement ;
- arrêts de téléphériques et de télécabines (en général, points d'arrivée et de départ).

Une zone tampon de 500 m a été mise en place autour de ces éléments. Cette distance euclidienne a été considérée comme la longueur encore appropriée pour les petites routes spécifiques aux projets ou les petites voies de transport mobiles.

Pour plus d'informations sur la mise en application des hypothèses de viabilisation, cf. chapitre 2.7.1 et annexe 1.

2.5 Proximité avec des infrastructures existantes

Cet aspect a été pris en compte notamment en raison de la réponse du Conseil fédéral à l'interpellation de Jacqueline Badran [22.4114](#) du 29 septembre 2022 intitulée « Installations photovoltaïques dans les régions alpines. Potentiel dans les zones déjà largement exploitées ». La présence d'infrastructures déjà existantes facilite en général la viabilisation et en réduit les coûts. Du point de vue de l'aménagement du territoire, il faut également prendre en compte les aspects liés au paysage dans des zones parfois déjà exploitées.

²⁰ En outre, un sol recouvert d'éboulis est souvent un indicateur que la zone est régulièrement touchée par des chutes de pierres et par conséquent non appropriée.

²¹ L'effet d'équipement supplémentaire des arrêts des chemins de fer à voie étroite par rapport à celui des routes faisant 2 mètres de large a été considéré comme négligeable.

Dans cette analyse, pour représenter la proximité avec les infrastructures existantes, les jeux de géo-données suivants du MTP de Swisstopo et les zones tampons correspondantes ont été utilisés comme hypothèses pour définir la zone d'influence d'une infrastructure donnée²² :

- Routes principales d'au moins 6 m de large avec une zone tampon de 500 m
- Tronçons ferroviaires à double voie avec une zone tampon de 300 m
- Tronçons ferroviaires à simple voie avec une zone tampon de 150 m
- Installations de transport à câbles et téléskis avec une zone tampon de 300 m
- Bassins d'accumulation avec une zone tampon de 500 m
- Éoliennes > 30 m de hauteur totale avec une zone tampon de 300 m
- Lignes de transport d'électricité (niveau de réseau 1 \geq 220 kV) avec une zone tampon de 300 m
- Ouvrages paravalanche avec une zone tampon de 300 m

Pour les routes et les tronçons ferroviaires, seules les parties visibles sont prises en considération, les tunnels ne le sont donc pas. Pour les détails relatifs aux géodonnées utilisées, voir l'annexe 1.

L'annexe 2 est, au sens de l'interpellation de Jacqueline Badran 22.4114, une évaluation supplémentaire présentant les zones dignes d'examen ayant obtenu les meilleurs résultats d'évaluation du point de vue de la Confédération (cf. chapitre 4.4) et se trouvant à proximité des infrastructures existantes conformément aux explications ci-dessus.

2.6 Aspects non pris en compte

Certains aspects qui jouent ou peuvent jouer un rôle important pour l'adéquation d'une zone dans la perspective d'utilisation de l'énergie solaire n'ont pas été pris en compte. Du point de vue économique (pour la Suisse), il s'agit essentiellement du raccordement électrique et des coûts des installations photovoltaïques au sol.

2.6.1 Raccordement électrique

Il faut partir du principe qu'à partir d'environ 1 MW, le raccordement réseau des installations photovoltaïques au sol s'effectue aux niveaux de réseau 5 (1 kV à 36 kV inclus de tension) ou 3 (36 kV à 150 kV inclus de tension). En temps normal, il est nécessaire de modifier les postes de transformation existants ou d'en construire de nouveaux. Un éventuel raccordement direct au niveau de réseau 1 (\geq 220 kV de tension) via une sous-station reste exceptionnel. Il n'existe pas encore de géodonnées complètes sur le réseau d'électricité et les sous-stations. Aucune donnée sur les capacités ou les réserves de capacités n'est disponible pour les services fédéraux. Cet aspect n'est donc pas pris en compte dans la présente analyse, même s'il est amené à jouer un grand rôle pour la délimitation des zones en vertu de l'art. 10 LEne.

En principe, les cantons devraient, dans le cadre de leur plan directeur, connaître les capacités et réserves de capacités disponibles pour les niveaux de réseau 3 et 5, afin d'être en mesure d'identifier les constellations possibles de réduction des coûts d'extension du réseau. Il est du reste très probable que la délimitation de la zone et la planification du réseau s'influencent mutuellement. Il semble donc indispensable que les cantons engagent le dialogue avec les principaux exploitants de réseau de distribution à un stade précoce de la planification pour pouvoir évoquer ces questions.

2.6.2 Estimation des coûts

²² Les valeurs relatives à ces zones tampons ne donnent aucune indication sur l'intégration des infrastructures dans le paysage et la position doit être considérée comme une tentative d'approche au niveau approprié. Elle ne prétend pas reposer sur des valeurs empiriques largement établies ou sur une base scientifique. Des discussions ont également eu lieu concernant l'intégration des serres et des zones à bâtir, toutes rejetées pour différentes raisons. Il faut également noter qu'à proximité immédiate des routes et des voies ferrées – par ex. sur des talus – peuvent se trouver des sites de promotion de la biodiversité.

Les coûts d'une installation par kW de puissance installée, et, par conséquent, les coûts de revient de l'électricité par GWh de rendement peuvent varier d'un facteur 2 ou 3 en fonction des sites : l'équipement, le raccordement au réseau et la construction jouent un rôle décisif en raison de la déclivité, des caractéristiques du sol, des dangers naturels et de l'altitude. On peut partir du principe que les coûts augmentent avec l'altitude (charges de neige et de vent plus importantes, équipement généralement plus compliqué). En raison du caractère général et peu détaillé de cette analyse, aucune évaluation des coûts n'a pu être établie pour les zones ou surfaces abstraites et cet aspect n'a donc pas été pris en compte. Les coûts sont tout au plus intégrés de manière indirecte, par exemple avec la prise en compte de la faisabilité technique (cf. chapitre 2.3) ou du classement du rendement spécifique hivernal par kW et par hectare (cf. chapitre 2.7.1).

2.7 Classification des aspects liés à l'utilisation

Les aspects liés à l'utilisation abordés dans les chapitres 2.1 à 2.5 sont considérés du point de vue de la Confédération et pour cette étape comme pertinents pour déterminer les zones qui se prêtent à l'utilisation de l'énergie solaire. Par la suite, les aspects liés à l'utilisation vont être répartis en quatre classes délimitées par des valeurs seuils qui seront brièvement expliquées (chapitre 2.7.1). Le choix des géodonnées, le nombre de classes et la définition des valeurs seuils ou la proposition développée par les services fédéraux et considérée comme pertinente pour le niveau approprié laissent une importante marge d'appréciation.

La première approche, pour évaluer le caractère adéquat d'un site du point de vue de l'utilisation, requiert également que l'on prenne en compte l'effet global des aspects liés à l'utilisation considérés – contrairement aux intérêts concurrents de protection et d'utilisation, où l'intérêt déterminant est l'intérêt fédéral spécifique qui limite le plus l'utilisation en tant que site de production de l'énergie solaire (cf. chapitre 4.3). C'est pourquoi le chapitre 2.7.2 présente l'approche choisie, ainsi que la manière dont les aspects liés à l'utilisation ont été pris en compte de manière cumulée dans le cadre de cette analyse.

Tous les résultats concernant les aspects liés à l'utilisation émanant de cette analyse (sous forme d'un nouveau jeu de géodonnées) ont un caractère informatif et permettent aux cantons d'obtenir de premiers éléments d'orientation. Les cantons sont priés d'adapter la grille d'analyse correspondante à leurs spécificités et à leurs besoins pour le plan directeur cantonal, et d'y intégrer d'autres géodonnées et informations disponibles au niveau cantonal.

2.7.1 Classement des différents aspects liés à l'utilisation

Les aspects ou critères liés à l'utilisation qui, pour un site donné, plaident plus ou moins en faveur de son exploitation par le biais d'une installation solaire, ont été répartis en quatre classes. Certains critères présentent une seule entrée dans une ou deux classes, d'autres, en revanche, ont une différenciation interne :

Critère / indicateur	Utilisation très intéressante	Utilisation moyen-nement intéressante	Utilisation peu intéressante	Utilisation inintéres-sante
Rayonnement global pendant le semestre d'hiver (horizontal)	X X X	X X X	X X X	< 250 kWh/m ²
Rendement hivernal spécifique par kW de puissance installée	≥ 500 kWh	≥ 400 < 500 kWh	< 400 kWh	300 kWh
Rendement hivernal par ha	≥ 0,48 GWh	≥ 0,24 < 0,48 GWh	< 0,24 GWh	< 0,12 GWh
Déclivité	De 0° à 20°	> 20° à 30°	> 30° à 40°	> 40°
Danger d'avalanches	X X X	X X X	Existant	X X X
Sous-sol défavorable (critère synthétique composé de plusieurs indicateurs)	X X X	X X X	Permafrost Zones humides Éboulis meubles Rochers meubles Roche meuble	Glacier Champ de neige / glace morte Éboulis Rochers meubles
Zone tampon pour l'équipement : équipement principal (EP)	0-1000 m (EP)	1000-2000 m	2000-3000 m	> 3000 m
Autre solution d'équipement (ASE)	-	0-500 m (ASE)	-	> 500 m
Proximité avec des infrastructures existantes	Existante ²³	X X X	X X X	X X X

Tableau 3 : classement des critères individuels / indicateurs appliqués aux aspects liés à l'utilisation

Les valeurs seuils permettant de déterminer que l'exploitation d'une zone ou d'une surface est inintéressante et donc d'exclure ces dernières sont particulièrement importantes (cf. dernière colonne à droite dans le Tableau 3). Les surfaces en question sont écartées de l'analyse parce qu'on les qualifie, dans le langage courant, de trop ombragées, trop raides, trop isolées ou parce que leur sol est inadéquat.

Les limites des catégories relatives au rendement spécifique hivernal et au rendement hivernal par hectare ont été définies sur la base des réflexions suivantes :

S'agissant du rendement spécifique hivernal par kW de puissance installée, des valeurs supérieures à 500 kWh/kW ont été utilisées conformément à la valeur seuil définie dans le cadre de l'offensive solaire (cf. art. 71a, al. 2, let. b, LEnE), pour l'intérêt d'utilisation le plus élevé. L'exploitation des sites présentant un rendement spécifique hivernal inférieur est peu intéressante. La limite entre l'utilisation moyen-nement et peu intéressante est fixée à 400 kWh/kW. Cette structure permet en outre d'obtenir une répartition relativement égale des surfaces étudiées dans les trois classes d'utilisation, l'altitude jouant ici un rôle déterminant. Les surfaces produisant moins de 300 kWh/kW sont considérées comme ne présentant pas d'intérêt. Cela concerne environ 2 % des surfaces étudiées.

Des réflexions similaires ont été menées pour les valeurs permettant de délimiter les classes relatives au rendement hivernal par hectare. Plus la production d'électricité par hectare est élevée l'hiver, c'est-

²³ Cf. explications du chapitre 2.5.

à-dire moins la surface utilisée est étendue, et plus l'intérêt d'utilisation est fort. Avec les limites retenues, l'exploitation d'un site est considérée comme très intéressante si le besoin en surface pour une installation d'intérêt national est légèrement inférieur à 10 hectares. Si le rendement de la surface est de moitié, l'exploitation du site en question est alors considérée comme peu intéressante. Les sites avec des rendements de surface très faibles (< 0,12 GWh/ha), par ex. les sites présentant des conditions de rayonnement très défavorables ou des terrains dont l'exposition s'écarte fortement du sud, sont considérés comme inintéressants. Cela concerne environ 15 % des surfaces étudiées.

Pour plus d'explications sur les valeurs seuils des classes relatives à la déclivité et l'équipement, cf. chapitres 2.3.1 et 2.4.

Pour plus de détails sur la mise en œuvre et les géodonnées utilisées, cf. annexe 1.

2.7.2 Changement de classe en raison de la combinaison d'aspects liés à l'utilisation

La synthèse requiert une combinaison ou un cumul appropriés des aspects liés à l'utilisation. Comme l'indique le terme de « cumul », des points ont été additionnés et la somme qui en résulte indique dans quelle nouvelle classe une cellule donnée de la grille (50 m x 50 m) est placée.

Le point de départ pour chaque cellule de la grille est le classement effectué sur la base des critères/indicateurs, comme indiqué au chapitre 2.7.1 :

- 2 points sont attribués pour une entrée dans la classe « Utilisation très intéressante »
- 1 point est attribué pour une entrée dans la classe « Utilisation moyennement intéressante »
- -2 points sont attribués pour une entrée dans la classe « Utilisation peu intéressante »²⁴

Les points sont additionnés selon cette évaluation ou pondération. N'importe quelle surface x de la grille (pixels de 50 m x 50 m) peut donc obtenir au maximum +10 points (5 fois 2 points²⁵) et au minimum -12 points (6 fois -2 points²⁵) – si on laisse de côté les zones exclues de l'analyse en raison de leur classement dans la catégorie « Utilisation inintéressante ».

Une fois le total effectué, la somme des intérêts d'utilisation (IU) est reportée dans l'une des quatre (nouvelles) classes (au lieu des trois classes d'utilisation très, moyennement et peu intéressante) :

Total IU élevé	Total IU moyen	Total IU inférieur à la moyenne	Utilisation non prioritaire
De 7 à 10 points	De 4 à 6 points	De 0 à 3 points	< 0 point

Tableau 4 : (re)classification des intérêts d'utilisation (IU) après addition des points

En raison du grand nombre de valeurs possibles pour délimiter les classes (cf. chapitre 2.7.1) et des choix alternatifs portant sur les géodonnées, une analyse de sensibilité aurait représenté un travail considérable sur le plan scientifique. Au cours des travaux, de multiples configurations ont été calculées et discutées. Le choix des géodonnées, le nombre de classes et la fixation des valeurs seuils laissent une grande place à l'appréciation et constituent donc un modèle d'experts des services fédéraux concernés. Dans le cadre du plan directeur, il est possible d'appliquer d'autres approches méthodologiques pour déterminer l'adéquation des surfaces du point de vue de l'utilisation. L'objectif du modèle d'experts des services fédéraux concernés était, d'une part, de délimiter les surfaces de manière à laisser la plus grande marge de manœuvre possible dans le cadre du plan directeur et, d'autre part, de ne pas inclure dans les « zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération » (cf. chapitre 4.4) les surfaces qui, en raison de plusieurs aspects, présentent un intérêt d'utilisation plutôt faible. Avec la répartition décrite ci-dessus (reclassification selon le total des intérêts liés à l'utilisation),

²⁴ La pondération ou l'évaluation est négative à dessein : elle sert à attribuer les surfaces correspondant à la classe « Utilisation non prioritaire » ou à les caractériser comme ne méritant pas d'être examinées plus avant au sens du chapitre 4.1. La surface peut toujours être considérée comme digne d'examen, mais une entrée « Exploitation très intéressante » est nécessaire pour compenser une entrée « Utilisation peu intéressante ».

²⁵ Cf. Tableau 3 : cinq des critères du tableau comptent une entrée dans la colonne « Utilisation très intéressante », tandis que six d'entre eux comptent une entrée dans la colonne « Utilisation peu intéressante ».

il reste donc possible pour une surface d'accéder à la meilleure catégorie, à savoir « Total IU élevé » même si elle ne se trouve pas à proximité d'infrastructures existantes selon le chapitre 2.5 . En revanche, si une surface se trouve à proximité d'infrastructures existantes, elle peut en cas de fort rayonnement et de bon rendement, accéder à la meilleure catégorie (« Total IU élevé »), même si sa déclivité et son équipement ne présentent qu'un intérêt moyen en termes d'exploitation. Les conséquences pour l'aménagement du territoire de la répartition des surfaces dans ces quatre classes d'utilisation leur représentation graphique figurent aux chapitres 4.1 et 4.2.

3 Intérêts de la Confédération en matière de protection

Table des matières	Dans le cadre de cette analyse, les surfaces doivent être évaluées au niveau approprié en fonction des intérêts de protection de la Confédération. Il s'agit de tous les intérêts qui concurrencent l'utilisation pour la production d'énergie et pour lesquels la Confédération dispose de compétences étendues ou exclusives. La répartition en cinq catégories de protection se base sur la situation juridique probable lors de l'entrée en vigueur complète de la loi fédérale relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables.
Pertinence	L'évaluation n'est pas exhaustive ; par ex. elle ne contient aucune déclaration ou aucune déclaration complète sur la protection des espèces ou de la nature et ne tient notamment pas compte des intérêts de protection cantonaux et communaux. Pour la désignation, dans le cadre de l'aménagement du territoire, de zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires d'intérêt national, il convient donc de prendre en compte, dans le cadre du plan directeur, d'autres intérêts de protection qui ne sont pas couverts par le présent chapitre.

Pour pouvoir évaluer le caractère adéquat de certaines surfaces, il faut savoir quels éléments sont pris en compte dans la pesée des intérêts et comment évaluer ces intérêts (cf. art. 3, al. 1, let. a et b, de l'ordonnance du 28 juin 2000 sur l'aménagement du territoire [OAT ; RS 700.1]). Les principaux intérêts de la Confédération à prendre en compte dans la pesée des intérêts au niveau du plan directeur cantonal sont présentés ci-dessous. Étant donné que l'analyse se concentre sur les intérêts de la Confédération ou sur ceux définis par le droit fédéral, elle n'inclut pas les intérêts ou jeux de données cantonaux et communaux.²⁶ Leur compilation vise à fournir une base aux cantons. Elle ne prétend pas être exhaustive.

À des fins de représentation d'une matrice protection / utilisation (cf. chapitre 4.1), des intérêts n'étant pas étroitement liés à la protection de la nature et du paysage ont été intégrés dans les intérêts de protection de la Confédération. Ils comprennent également les intérêts de l'agriculture ainsi que d'autres intérêts entrant en concurrence avec une utilisation visant la production d'énergie et dans lesquelles la Confédération dispose de compétences étendues ou exclusives (cf. chapitres 3.2 et 3.3).

La répartition ci-dessous en cinq catégories reflète l'estimation sommaire des intérêts entrant en considération et les effets que cela a en termes de protection :

1. Zone sans pesée des intérêts
2. Zone en principe à exclure
3. Intérêt de protection fort
4. Intérêt de protection moyen
5. Intérêt de protection faible

Le chapitre 3.4 donne un aperçu de la répartition des intérêts de protection et explique plus en détail la signification des catégories. En ce qui concerne l'évaluation des intérêts concurrents de protection ou d'utilisation de la Confédération, il est fait référence à la situation juridique probable au moment de l'entrée en vigueur de la loi relative à un approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables. Il convient de préciser ici qu'il n'existe pas de prescription juridique explicite pour la catégorisation effectuée et qu'une jurisprudence devra encore se développer sur la question de savoir comment pondérer quels intérêts. Du point de vue des offices fédéraux compétents et du DETEC, l'affection des jeux de géodonnées correspondants devant servir de base à la présente analyse des géodonnées et au plan directeur cantonal paraît cependant judicieuse et pertinente pour le niveau approprié. La catégorisation des intérêts et l'éventuelle marge de manœuvre accordée aux cantons dans

²⁶ L'exhaustivité et la comparabilité des intérêts cantonaux ou du droit cantonal ne sont souvent pas assurées. Deux exceptions sont prévues dans le cadre de cette analyse : cf. chapitre 3.1.1., point B) et chapitre 3.1.5, point E).

ce contexte pour délimiter les zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires d'intérêt national²⁷ seront traitées dans les chapitres suivants.

En outre, le Tableau 7 au chapitre 3.4 présente les principales bases juridiques. Cette liste n'a pas la prétention d'être exhaustive, mais d'établir les principaux liens avec les dispositions pertinentes de la LEne, de la LAT et des lois spécialisées déterminantes, notamment dans le domaine de l'environnement, ainsi qu'avec les ordonnances y afférentes. Les dispositions légales concernant directement les installations solaires au sol se trouvent notamment aux art. 10 et 12 LEne, à l'art. 9a LApEl et à l'art. 24^{ter} nLAT²⁸.

3.1 Protection de la nature et du paysage

La protection de la nature et du paysage comprend un large spectre d'intérêts (fédéraux) et ne se limite pas seulement aux intérêts mentionnés dans la loi fédérale du 1^{er} juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (LPN ; RS 451). Les intérêts de protection de la forêt et des eaux sont traités en conséquence dans ce chapitre. L'éventuelle modification de ces intérêts doit être planifiée dans la mesure du possible selon le principe éviter – reconstituer – remplacer, conformément à l'art. 18, al. 1^{ter}, LPN.

3.1.1 Biotope

A) Biotope d'importance nationale

Les biotopes d'importance nationale mentionnés dans l'inventaire ci-dessous sont considérés comme des « zones de protection sans pesée des intérêts » dans lesquelles il n'est pas possible de prévoir des installations photovoltaïques au sol :

- les sites marécageux d'une beauté particulière qui présentent un intérêt national (art. 78, al. 5, Cst. et art. 23d LPN ; utilisations autorisées, ordonnance sur les sites marécageux) ;
- hauts-marais, marais de transition et bas-marais d'importance nationale (art. 78, al. 5, Cst. en comparaison avec l'art. 18a LPN, ordonnance sur les hauts-marais, ordonnance sur les bas-marais) ;
- zone centrale²⁹ de parcs nationaux et parcs naturels périurbains (art. 23f et 23h LPN ; art. 1 de la loi sur le Parc national ; RS 454) ;
- les réserves d'oiseaux d'eau et de migrants d'importance internationale et nationale OROEM (art. 2 de la convention de Ramsar, art. 11 de la loi sur la chasse [LChP ; RS 922.0], annexe 1 OROEM [RS 922.32], art. 12, al. 2^{bis}, LEne) ;
- autres biotopes d'importance nationale au sens de l'art. 18a LPN (zones alluviales³⁰, sites de reproduction des batraciens, prairies et pâturages secs, art. 12, al. 2^{bis}, LEne).

Aucune autre explication sur ces zones ne sera fournie. Il convient toutefois de noter que les cantons, en vertu de l'ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage (OPN ; RS 451.1), doivent délimiter des zones tampon suffisantes du point de vue écologique autour des biotopes (cf. art. 14 OPN). Ces zones tampon préviennent les apports de nutriments et d'autres produits auxiliaires liés à l'utilisation, ainsi que les atteintes au régime hydrique du biotope marécageux et les autres mises en danger de la faune et de la flore spécifiques au biotope résultant par exemple de perturbations. Étant donné qu'il n'existe pas de jeu de données à l'échelle de la Suisse, ces zones tampon ne sont pas prises en compte dans l'analyse. Lors de la délimitation des zones dignes d'examen pour des installations photovoltaïques au sol dans le plan directeur, il convient de prendre en compte les zones tampon des biotopes.

²⁷ Cf. chapitre 1.1, note de bas de page 4.

²⁸ Concernant nLAT, cf. note de bas de page 1, p. 4.

²⁹ La zone de transition des parcs naturels périurbains est classée comme zone en principe à exclure (cf. chapitre 3.4). S'agissant des parcs nationaux, seule la zone centrale est actuellement prise en compte.

³⁰ Sont exclues les nouvelles zones alluviales s'il s'agit de marges proglaciaires ou de plaines alluviales alpines que le Conseil fédéral a inscrites dans l'inventaire fédéral d'importance nationale après le 1er janvier 2023 (cf. art. 12, al. 2^{bis}, LEne).

B) Biotopes ne figurant pas dans l'inventaire de la Confédération

Les biotopes ne figurant pas dans l'inventaire de la Confédération sont également pris en compte dans l'analyse à condition qu'un jeu de données soit disponible à l'échelle de la Suisse. Il s'agit de zones alluviales et de prairies et pâturages secs, ainsi que de bas-marais, hauts-marais et marais de transition ne figurant pas dans l'inventaire fédéral. En vertu de l'article 18b LPN, les cantons sont tenus de protéger et d'entretenir les biotopes régionaux et locaux. Les biotopes non répertoriés dans l'inventaire fédéral sont donc classés dans la catégorie des zones présentant un intérêt de protection fort.

En outre, il faut également tenir compte des biotopes visés par l'art. 14 OPN ainsi que de la planification technique en cours à l'échelle du canton pour développer l'infrastructure écologique³¹. Pour ces biotopes, on a renoncé à une catégorisation – certains ne doivent être traités que dans le cadre de l'étude de l'impact sur l'environnement.

3.1.2 Protection du paysage

Chaque projet d'installation photovoltaïque au sol modifie le paysage. Les zones ou sites se prêtant à l'installation de panneaux photovoltaïques au sol et notamment les versants des montagnes sont souvent appréciés pour leurs paysages et par conséquent prisés pour les activités de tourisme et de loisirs. Dans certains cas rendant nécessaire la construction de voies d'accès, par exemple, cette situation peut créer indirectement des conflits liés à la qualité du paysage. Cependant, il n'existe pas de géodonnées sur l'identité du paysage permettant de classer une zone de manière plus judicieuse qu'avec le système actuel utilisant les lettres de A) à C) pour le statut de protection. C'est la raison pour laquelle l'obligation générale de ménager l'aspect caractéristique du paysage (art. 3 LPN) ainsi que les objectifs et les principes correspondants de la Conception « Paysage suisse »³² ne sont pas spécialement pris en compte dans cette analyse. Les services cantonaux sont cependant en mesure d'apporter une contribution qualifiée sur ce point dans le cadre du plan directeur cantonal.³³

A) Paysages et monuments naturels d'importance nationale (objets figurant dans l'inventaire IFP)

En règle générale, les installations photovoltaïques requièrent des interventions qui constituent une atteinte grave aux objectifs de protection des objets IFP. Selon les termes de l'art. 6, al. 1, LPN, les objets inscrits dans un inventaire fédéral méritent spécialement d'être conservés intacts ou en tout cas d'être ménagés le plus possible. En cas d'atteinte grave, il est possible de procéder à la pesée des intérêts au sens de l'art. 6, al. 2, LPN, si le projet en question est d'intérêt national (cf. art. 12 LEne). S'il existe un intérêt national, il est possible d'envisager une dérogation à l'impératif de conservation et, dans certains cas, de renoncer aux mesures de protection, de reconstitution, de remplacement ou de compensation (cf. art. 12, al. 3^{bis}, LEne et art. 9a OENE).

En raison des obstacles entravant la prise en compte dans la pesée des intérêts, les objets inscrits dans un inventaire fédéral sont considérés comme figurant dans une « zone en principe à exclure ». Lorsqu'il n'est pas possible de démontrer l'intérêt national dans ces zones en cas d'atteintes graves, les intérêts de protection existants au niveau fédéral l'emportent sur l'intérêt que présente l'utilisation de l'énergie solaire et aucune pesée des intérêts n'a lieu au cas par cas. Du point de vue de l'aménagement du territoire, il convient, lors de la planification, de donner la priorité aux zones situées en dehors des objets inscrits à l'IFP³⁴.

³¹ Les zones de protection des espèces et des biotopes constituent l'ossature de l'infrastructure écologique. On compte parmi ces zones les biotopes nationaux, régionaux et locaux tels que les zones alluviales, les sites de reproduction de batraciens, les marais ou encore les prairies et pâturages secs (tous selon LPN), le Parc national suisse (loi sur le Parc national), les zones centrales des parcs naturels périurbains (LPN), les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale ou internationale (OROEM), les districts francs fédéraux (LChP) et les réserves forestières (LFo).

³² <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home.html> > Thèmes > Paysage > Politique du paysage > Conception « Paysage Suisse » (CPS)

³³ Ils peuvent à cet effet s'appuyer sur la conception cantonale du paysage, existante ou en cours d'élaboration.

³⁴ Une analyse plus approfondie figurant à l'annexe 2 documente quels objets IFP entrent dans la catégorie « Intérêt de protection fort ».

B) Parcs naturels régionaux

Les parcs naturels régionaux d'importance nationale (art. 23g LPN) sont considérés comme des zones présentant un intérêt de protection moyen pour les installations photovoltaïques au sol, étant donné que la réalisation d'une installation peut être en contradiction avec les objectifs de la charte du parc naturel régional en question. En signant la charte, les communes participant à la gestion du parc s'engagent à orienter leurs activités ayant des incidences sur le territoire de manière à se conformer aux exigences du parc naturel régional selon la LPN et l'ordonnance du 7 novembre 2007 sur les parcs d'importance nationale (art. 26, al. 2, let. c, OParcs ; RS 451.36). L'OParcs exige en outre que les communes abritant le parc préservent et valorisent ses qualités naturelles et paysagères et mettent un terme aux atteintes chaque fois que l'occasion se présente (cf. art. 20 OParcs). Parallèlement, dans une optique de renforcement des activités économiques fondées sur le développement durable, il est souhaitable d'exploiter les ressources naturelles locales tout en ménageant l'environnement (art. 21 OParcs). Les organes responsables des parcs définissent dans la charte les mesures devant leur permettre d'atteindre ces deux objectifs de manière équilibrée.

Ainsi, l'utilisation de l'énergie solaire et d'autres potentiels d'énergies renouvelables est possible dans les parcs naturels régionaux. Cependant, les qualités naturelles et paysagères ayant permis au site d'être qualifié de parc naturel doivent être suffisamment préservées.

C) Réserves de biosphère

Les réserves de biosphère de l'UNESCO sont considérées comme des parcs naturels régionaux au sens de l'art. 23g LPN. Elles servent non seulement à la protection et à l'entretien des écosystèmes, mais aussi aux travaux de recherche sur les questions écologiques, à l'exploitation des terres respectueuse de l'environnement et à l'éducation à l'environnement. Les réserves qui constituent un témoignage exceptionnel de l'histoire de l'humanité et de la nature sont classées au patrimoine mondial de l'UNESCO et labellisées réserves de biosphère de l'UNESCO.

En principe, les réserves de biosphère et les parcs naturels régionaux sont placés dans la catégorie des zones présentant un intérêt de protection moyen. Ils sont répartis en zones centrales, zones périphériques et zones de transition. Les différentes zones étant susceptibles d'être concernées par des intérêts de protection, y compris cantonaux, se recoupant, leur effet doit être observé de manière différenciée dans le cadre du plan directeur.

3.1.3 Forêt

En plus de la surface forestière effective (y compris des pâturages boisés) qui n'est pas prise en compte dans l'analyse (cf. chapitre 1.3), les cantons sont tenus de fixer une distance minimale appropriée qui doit séparer les constructions et les installations de la lisière de la forêt (cf. art. 17 LFo). Dans le présent modèle, une distance de 30 mètres (surface forestière avec une zone tampon de 30 m) séparant les constructions de la forêt a donc été définie comme « zone en principe à exclure »³⁵.

Les réserves forestières font majoritairement partie de la surface forestière et ne sont donc pas prises en compte dans l'analyse (cf. chapitre 1.3). En outre, en raison de l'intérêt particulier qu'elle présente pour la protection de la nature, leur surface est considérée comme une « zone en principe à exclure » (cf. chapitre 3.4).

³⁵ La distance par rapport à la forêt qui est prescrite par la loi est définie par les cantons et n'est donc pas la même partout. L'analyse se base sur une distance harmonisée de 30 m qui tient compte de l'ombrage non souhaité des surfaces.

3.1.4 Protection des eaux

A) Zones de protection des eaux souterraines

La construction et l'exploitation d'installations photovoltaïques peuvent avoir une incidence sur les eaux souterraines dans les secteurs particulièrement menacés conformément à l'art. 29, al. 1, de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux ; RS 814.201)³⁶.

Dans la zone de protection des eaux souterraines S1, seuls sont autorisés les travaux de construction et d'autres activités qui servent l'utilisation d'eau potable (annexe 4, ch. 223, OEaux). Les installations photovoltaïques au sol n'y sont pas autorisées. Cette zone est donc classée dans la catégorie « zone de protection sans pesée des intérêts ».

La construction d'installations photovoltaïques n'est pas autorisée dans la zone de protection des eaux souterraines S2. Des dérogations peuvent être accordées pour des motifs importants – c'est-à-dire si l'installation est imposée par sa destination et que l'intérêt public lié à sa construction est au moins aussi grand que celui de la protection des eaux souterraines – et si toute menace pour l'utilisation d'eau potable peut être exclue (annexe 4, ch. 222, al. 1, OEaux). Les périmètres de protection des eaux souterraines doivent être considérés comme des zones de protection des eaux souterraines S2 tant que l'extension des futures zones de protection n'est pas connue (annexe 4, ch. 23, OEaux). Dans les deux cas, il est question de « zones en principe à exclure ».

Ne sont pas autorisées dans la zone de protection des eaux souterraines S3 les constructions diminuant le volume d'emmagasinement ou la section d'écoulement (c'est-à-dire les installations qui sont situées au-dessous du niveau maximal de la nappe souterraine). Des dérogations peuvent être accordées pour des motifs importants si toute menace pour l'utilisation de l'eau potable peut être exclue (annexe 4, ch. 221, al. 1, let. b, OEaux). La réduction préjudiciable des couches protectrices (sol et couches de couverture) est interdite dans la zone S3 (annexe 4, ch. 221, al. 1, let. d, OEaux). La zone S3 est donc classée parmi les zones présentant un intérêt de protection moyen.

Dans les zones de protection des eaux souterraines S_m et S_h, il est interdit de procéder à une réduction préjudiciable des couches protectrices (sol et couches de couverture) ainsi que d'ériger des constructions qui altèrent l'hydrodynamique des eaux du sous-sol (annexe 4, ch. 221^{bis}, al. 1, let. b et d, OEaux). En raison de leur grande vulnérabilité, les installations photovoltaïques et les activités de construction correspondantes ne sont autorisées dans la zone S_h que s'il peut être prouvé qu'elles ne constituent pas de menace pour l'utilisation de l'eau potable. Ces zones sont donc classées parmi les zones présentant un intérêt de protection important (zone S_h) ou moyen (zone S_m).

Les zones de protection des eaux souterraines cantonales sont des zones de protection spécifiques aux cantons dont la désignation n'est pas conforme au droit fédéral. Ces zones diffèrent grandement d'un canton à l'autre. Leur évaluation au niveau fédéral varie selon la situation (certaines peuvent par ex. être considérées comme des zones de protection des eaux souterraines S2 ou Sh). Il existe des zones de protection des eaux souterraines cantonales déjà en vigueur et des zones dont la délimitation n'est que provisoire et pour lesquelles la pesée finale des intérêts par le Conseil d'État est attendue après prise en compte des oppositions reçues. Les zones de protection des eaux souterraines cantonales ont été affectées à une catégorie par les spécialistes des eaux souterraines au sein de la Confédération sur la base des informations disponibles ; cette catégorie est proche de la protection des zones prévue par le droit fédéral³⁷. La distinction entre « en vigueur » et « pas en vigueur » ne joue aucun rôle, car c'est l'effet visé qui est considéré comme déterminant.

³⁶ Dans les zones de protection, il convient de prendre des mesures adaptées pour garantir la prévention voire la rétention de toute fuite de liquides de nature à polluer les eaux (art. 6 et 22 de la loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux [LEaux ; RS 814.20]) et d'installer des dispositifs de surveillance, d'alarme et de piquet (art. 31 OEaux) pour la phase de construction (voire pour la phase d'exploitation).

³⁷ Des informations complémentaires à ce sujet sont disponibles dans le document EXCEL à l'annexe 1.

B) Espace réservé aux cours d'eau

Les dispositions de protection des eaux relatives à l'espace réservé aux eaux prévoient que seules les installations dont l'implantation est imposée par leur destination peuvent être construites dans l'espace réservé aux eaux (art. 41c, al. 1, OEaux). Cet espace doit donc être classé dans la catégorie « zone en principe à exclure ». Dans la pratique, la construction d'installations photovoltaïques dans l'espace réservé aux eaux devrait donc être exclue.

Contraignante pour les propriétaires fonciers, la définition des espaces réservés aux eaux est un processus continu qui est déjà terminé dans certains cantons, mais durera jusqu'en 2032 environ dans d'autres. Actuellement, la Confédération n'a donc pas de vue d'ensemble des espaces réservés aux eaux en Suisse, espaces dont la définition est contraignante pour les propriétaires fonciers. Dans la mesure où ils ont déjà été déterminés, ces espaces sont toutefois représentés en partie dans les géoportails cantonaux et sont généralement pris en compte dans les plans d'affectation des communes (cadastre des restrictions de droit public à la propriété foncière). Si les espaces réservés aux eaux n'ont pas encore été déterminés de manière contraignante pour les propriétaires fonciers, les dispositions transitoires de l'OEaux s'appliquent.

La largeur de l'espace réservé aux eaux dépend de la taille du cours d'eau et doit être déterminée spécifiquement pour chaque cours d'eau. Pour la présente analyse, il a fallu choisir une approche sommaire basée sur des données géographiques existantes. Les numéros d'ordre des cours d'eau (*Flussordnungszahl* ou FLOZ) ont servi de référence pour la largeur des cours d'eau. Un classement a par ailleurs été mis au point pour réduire la complexité de l'analyse. Le Tableau 5 ci-dessous présente les largeurs estimées des espaces réservés aux cours d'eau en référence à l'art. 41a OEaux. Ces chiffres doivent être interprétés avec prudence, notamment pour les grands cours d'eau, étant donné qu'ils portent sur un regroupement de cours d'eau de tailles très différentes (cf. FLOZ 6-9 dans le tableau ci-dessous). Ils servent uniquement dans le cadre de la présente analyse et ne peuvent pas être utilisés pour le calcul effectif de l'espace nécessaire aux cours d'eau. Lors de la planification concrète des projets, il faut impérativement tenir compte des espaces réellement réservés aux eaux sur place. Pour les lacs, on part de l'hypothèse que l'espace réservé aux eaux est de 20 m à partir de la ligne de rive.

FLOZ	Largeur actuelle supposée en [m]	Largeur naturelle supposée du fond du lit en [m]	Espace réservé aux eaux en [m]	Espace réservé aux eaux, arrondi à l'unité supérieure en [m]	Distance à partir de la ligne médiane en [m] = zone tampon
1	2	2	11	15	7,5
2 et 3	3	4,5	18,25	25	12,5
4 et 5	15	22,5	63,25	75	37,5
6 et 7	50	100	Au moins 130	150	75
8 et 9	80	160	Au moins 190	200	100

Tableau 5 : intégration de l'espace réservé aux eaux dans l'analyse (prise en compte des valeurs de la dernière colonne)

Selon la résolution spatiale choisie (cellules de 50 m x 50 m dans la grille), les cours d'eau avec un numéro d'ordre hydrographique de 1 à 3 ne sont pas directement délimités, mais seulement pris en compte dans le cadre de la détermination du potentiel de rendement permettant de présenter un intérêt national en vue de l'exploitation d'installations solaires (cf. annexe 1).

3.1.5 Conservation des espèces

Concernant l'incidence des installations photovoltaïques au sol sur les aspects liés à la protection des espèces, il n'existe que des connaissances scientifiques sporadiques qui ne permettent pas de tirer des conclusions générales, en particulier pour les sites alpins. Par conséquent, il n'existe pas non plus d'instructions sur les espèces qui méritent une attention particulière dans le cadre du plan directeur. C'est pourquoi cette analyse se base sur les zones de protection nationales existantes et n'inclut pas d'autres données géographiques spécifiques, par ex. sur la répartition de certaines espèces. Les éventuels conflits avec les intérêts d'espèces protégées³⁸ ne sont donc pas pris en compte dans cette analyse. Il convient par conséquent d'accorder une importance particulière à la conservation des espèces lors de l'établissement des plans directeurs et de la planification en aval.

Les géodonnées prises en compte se basant sur des intérêts généraux de conservation des espèces sont énumérées ci-après. En ce qui concerne les intérêts spécifiques de conservation des espèces, il appartient aux cantons de décider comment les prendre en compte de manière appropriée dans le cadre de la définition des zones propices au sens de l'art. 10 LEne (cf. art. 7b Oene).

A) Corridors à faune d'importance suprarégionale et passages à faune

Les corridors à faune servent à maintenir le réseau de biotopes de la faune sauvage. Leur délimitation se base sur l'art. 11a LChP [entrée en vigueur : 1^{er} février 2025]. La construction d'installations photovoltaïques au sol, les infrastructures que cela implique (routes d'accès, etc.) et leur exploitation sont susceptibles de nuire à la fonctionnalité des corridors à faune ou des ouvrages construits ou planifiés spécifiquement pour la faune (passages à faune). Étant donné qu'il convient de préserver la fonction des corridors à faune d'importance suprarégionale en tenant compte de leur étendue territoriale, il faut considérer ces corridors comme de « zones en principe à exclure » pour la planification d'installations photovoltaïques au sol.

B) Districts francs fédéraux

Conformément à l'ordonnance du 30 septembre 1991 concernant les districts francs fédéraux (ODF ; RS 922.31), les districts francs fédéraux ont pour but la protection des espèces et de leurs biotopes. Dans le cadre de la construction d'installations photovoltaïques, il est important que les animaux ne soient ni dérangés ni chassés. Il est ainsi interdit de circuler sur des routes d'alpage et des routes forestières pour d'autres exploitations et d'utiliser des véhicules, quels qu'ils soient en dehors des routes, des chemins forestiers et de ceux de campagne (cf. art. 5 ODF). Conformément à l'art. 6 ODF, dans l'accomplissement de leurs tâches, la Confédération et les cantons veillent à ce que les buts de la protection des districts francs ne soient pas compromis par d'autres exploitations. Dans les districts francs, il y a lieu d'accorder une importance particulière à la conservation des biotopes servant d'habitats aux mammifères et oiseaux sauvages indigènes et migrateurs (cf. art. 18, al. 1^{bis}, LPN). S'il existe d'autres intérêts dans un cas particulier, la décision doit être prise sur la base d'une pesée des intérêts. Les districts francs fédéraux sont donc classés dans la catégorie « intérêt de protection fort » pour la planification d'installations photovoltaïques.

C) Zones de tranquillité pour la faune sauvage

La délimitation des zones de tranquillité pour la faune incombe aux cantons conformément à la loi sur la chasse (cf. art. 7, al. 4, LChP). Les zones de tranquillité pour la faune, dans lesquelles les besoins des animaux sauvages sont prioritaires, revêtent une grande importance pour les mammifères et les

³⁸ Il convient notamment d'accorder une attention particulière aux tétraoninés (grand tétras, tétras lyre, lagopède alpin et gélinotte des bois). De plus, la station ornithologique suisse de Sempach a publié en mars 2025 de nouvelles cartes à haute résolution consacrées aux nicheurs prairiaux (Vogelwarte 2025: [Nicheurs prairiaux dans les zones de montagne et d'estivage](https://webgis.vogelwarte.ch/projects/grassland-birds); <https://webgis.vogelwarte.ch/projects/grassland-birds>).

Les cartes indiquent les zones de présence avérée et potentielle de cinq espèces d'oiseaux menacés nichant dans les herbages des zones de montagne I-IV et dans les régions d'estivage (tarier des prés, alouette des champs, alouette lulu, pipit des arbres et pipit farlouse). Ces oiseaux nichant au sol, particulièrement concernés par d'éventuelles modifications liées à des installations photovoltaïques au sol, figurent sur la liste rouge avec l'attribut « potentiellement menacé » ou « vulnérable » et appartiennent pour la plupart aux espèces prioritaires au niveau national.

oiseaux. Leur utilisation est interdite ou restreinte à certaines périodes de l'année³⁹. Elles relèvent donc de la catégorie « intérêt de protection fort ».

D) Sites Émeraude

Le réseau Émeraude a été créé pour protéger, à l'échelle européenne, les espèces animales et végétales ainsi que les milieux naturels menacés figurant dans la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne ; RS 0.455). La présence d'« espèces Émeraude » et/ou d'« habitats Émeraude » sur un site permet à ce dernier d'accéder au statut « Émeraude ». Les surfaces sont déterminées dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention de Berne. Elles sont classées dans la catégorie « intérêt de protection fort ». Dans les cas où les zones Émeraude se superposent à des surfaces classées dans une catégorie de protection supérieure, la catégorie la plus élevée l'emporte.

E) Autres zones importantes en matière de conservation des espèces

Afin de fournir des informations complémentaires importantes sur les zones dignes d'examen en vue de la mise en place d'installations solaires d'intérêt national (cf. chapitre 4.4), le jeu de données des zones protégées de Pro Natura, disponible de manière uniforme dans toute la Suisse, a également été pris en compte dans le cadre de cette analyse. Pro Natura protège à l'aide de contrats plus de 770 réserves naturelles qui couvrent en Suisse une surface totale d'environ 270 km², dont 70 km² appartiennent à l'association. L'efficacité de ces zones de protection doit être considérée de manière différenciée dans le cadre du plan directeur. Bien que les surfaces ne présentent pas toutes un intérêt sur le plan fédéral, mais qu'elles bénéficient, pour certaines uniquement, d'une protection à l'échelle cantonale ou communale dans le cadre de l'aménagement du territoire, les zones de protection sont considérées dans cette analyse – pour des raisons d'ordre pratique – comme des zones avec un « intérêt de protection fort » pour la planification d'installations photovoltaïques au sol. Dans les cas où les réserves naturelles de Pro Natura se superposent à des surfaces classées dans une catégorie de protection supérieure, dans le cadre de cette analyse, c'est bien entendu cette catégorie qui s'applique (par ex. superposition avec des biotopes d'importance nationale de la catégorie des « zones de protection sans pesée des intérêts » ou avec des réserves forestières de la catégorie « zones en principe à exclure »).

3.1.6 Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse ISOS

Un site construit d'importance nationale se caractérise par des qualités historico-architecturales, spatiales et topographiques. L'authenticité ainsi que l'intégrité visuelle du site construit sont fortement influencées par le rapport entre les constructions et le paysage environnant. Selon les conditions locales, les installations photovoltaïques peuvent modifier fortement l'aspect extérieur des sites et, partant, compromettre gravement leur intégrité visuelle dans le paysage.

Là où il existe déjà des périmètres clairement délimités dans l'espace pour les sites construits ISOS selon la méthodologie adaptée en 2021 (par ex. dans le canton de Genève et certaines parties des cantons de Fribourg et des Grisons), les sites construits sont considérés comme des « zones en principe à exclure ». Pour les autres sites construits ISOS d'importance nationale selon la méthodologie d'origine, on procède par rapprochement : une zone tampon de 500 m est créée autour du point géographique défini pour chaque objet et considérée comme « zone en principe à exclure ». Dans une étape suivante, une zone tampon de 800 m est mise en place autour des objets présentant une qualité de situation haute / exceptionnelle ou certaine. On considère que la bande circulaire supplémentaire de 300 m de large venant compléter la zone tampon de 500 m revêt un « intérêt de protection fort ». On tient ainsi compte du fait qu'un objet présentant des qualités de situation hautes / exceptionnelles ou certaines peut être davantage affecté par des installations photovoltaïques au sol, même à plus de

³⁹ L'OFEV apporte son soutien aux cantons en matière de signalisation des zones de tranquillité pour la faune sauvage (cf. art. 4^{ter}, al. 3, Ordonnance sur la chasse [OChP ; RS 922.01]).

500 m du centre de l'objet⁴⁰. Si un site construit ISOS d'importance nationale se trouve à proximité d'un périmètre étudié, il convient de procéder à une analyse au cas par cas.

3.1.7 Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (patrimoine mondial de l'UNESCO)

Les installations photovoltaïques peuvent remettre en question la valeur universelle exceptionnelle des sites classés au patrimoine mondial, alors même que cette valeur constitue la base formelle sur laquelle repose l'inscription sur la liste du patrimoine mondial. Au titre d'État partenaire de la Convention, la Suisse s'est engagée à l'échelle internationale à sauvegarder et entretenir les sites classés au patrimoine mondial de l'UNESCO sur son territoire, ce qui suppose l'application de dispositions nationales de protection. La zone centrale des sites (culturels et naturels) classés au patrimoine mondial de l'UNESCO est ainsi classée dans la catégorie « zone en principe à exclure ». Les sites dotés de zones tampons adéquates sont classés dans la catégorie « intérêt de protection fort »⁴¹.

3.2 Agriculture

Conformément à l'art. 104, al. 1, de la Constitution fédérale (Cst. ; RS 101), la Confédération veille à ce que l'agriculture, par une production répondant à la fois aux exigences du développement durable et à celles du marché, contribue substantiellement à la sécurité de l'approvisionnement de la population (let. a), à la conservation des ressources naturelles et à l'entretien du paysage rural (let. b) et à l'occupation décentralisée du territoire (let. c). De plus, depuis la votation populaire du 24 septembre 2017, la Confédération doit créer des conditions pour assurer la sécurité alimentaire, notamment en préservant les bases de la production agricole, notamment les terres agricoles (art. 104a, let. a, Cst.) et en encourageant une production de denrées alimentaires adaptées aux conditions locales et en utilisant les ressources de manière efficiente (art. 104a, let. b, Cst.).

Les surfaces d'assolement (SDA) constituent une partie centrale des terres cultivables. Ces sols agricoles de qualité supérieure incluent les terres cultivables arables, comprenant avant tout les terres arables et les prairies artificielles en rotation ainsi que les prairies naturelles arables.⁴² Les SDA sont ainsi les terres agricoles les plus précieuses qui existent pour la production de denrées alimentaires. Elles bénéficient d'une protection supplémentaire par la loi⁴³ et le Plan sectoriel des surfaces d'assolement (SDA). Afin de garantir un approvisionnement suffisant du pays en denrées alimentaires en cas de graves pénuries, une superficie minimale de 438 460 hectares a été définie pour l'ensemble de la Suisse dans le Plan sectoriel des surfaces d'assolement (SDA) et répartie entre les cantons. Les contingents cantonaux ont été déterminés en fonction de la taille de chaque canton ainsi que de ses conditions géographiques et climatiques. Il incombe aux cantons de prendre des mesures adaptées pour garantir à long terme les contingents qui leur sont attribués.

Par conséquent, les intérêts de l'agriculture qui contribue à la sécurité alimentaire peuvent être énumérés comme suit :

- la surface agricole utile est maintenue (quantitativement et qualitativement) ;
- les surfaces d'assolement sont maintenues (quantitativement et qualitativement) ;
- la production agricole n'est pas ou peu impactée, voire améliorée (quantitativement et qualitativement).

⁴⁰ Pour certains objets ISOS, notamment ceux qui sont répartis entre plusieurs centres urbains éloignés les uns des autres, les coordonnées indiquées pour l'objet individuel ne permettent pas de créer une zone tampon. Faute de disposer d'une meilleure solution applicable dans le cadre de la présente analyse, l'approche décrite est mise en œuvre même si certains des résultats qui en découlent ne sont pas convaincants.

⁴¹ La zone tampon du patrimoine culturel mondial « Chemin de fer rhétique » constitue un cas particulier. Ici, les grandes surfaces plus éloignées de la « Buffer zone in the “distant” area » ont été classées dans la catégorie « intérêt de protection moyen », tandis que la « Primary buffer zone » a été classée dans la catégorie « zone en principe à exclure », de sorte que seule la zone « Buffer zone in the “near” area » reste dans la catégorie « intérêt de protection fort ».

⁴² Cf. définition légale selon l'art. 25, al. 1, OAT.

⁴³ Cf. notamment art. 3, al. 1, let. a, et art. 15, al. 3, LAT, ainsi que l'art. 30 OAT. Cf. aussi art. 36a, al. 3, et art. 38a, al. 2, LEaux et art. 41c^{bis} OEaux.

Les installations photovoltaïques au sol nécessitant de vastes surfaces – soit au moins 7 à 10 hectares pour une installation d'intérêt national – il faut accorder une grande importance à l'aspect de l'occupation des surfaces utilisées à des fins agricoles. Par conséquent, la classification des terres cultivables exploitées à des fins agricoles est la suivante :

Exploitation des terres cultivables	Classification	Motifs
Surfaces d'assolement (art. 26, al. 1 et 2, OAT)	Zone en principe à exclure	Les surfaces d'assolement (SDA) constituent le principal pilier de la sécurité alimentaire en Suisse. Elles doivent être maintenues à long terme comme le prévoient plusieurs dispositions légales et réglementaires ⁴³ . Les cantons doivent dans tous les cas maintenir les SDA en tenant compte de l'étendue minimale consignée dans le Plan sectoriel des SDA ⁴⁴ . Il n'y a pas eu, dans les débats parlementaires de ces dernières années, de votes susceptibles d'obtenir une majorité et qui auraient explicitement exigé une concurrence entre la sécurité alimentaire et la sécurité de l'approvisionnement en électricité. Dans ce contexte, les SDA ont été affectées à la catégorie « zone en principe à exclure » ⁴⁵ .
Surface agricole utile restante (art. 14 OTerm ; ordonnance sur la terminologie agricole ; RS 910.91)	Intérêt de protection fort	Les dispositions de l'art. 10 LEne en liaison avec l'art. 24 ^{ter} nLAT ⁴⁶ soulignent l'importance de préserver tout particulièrement les terres cultivables : sur les surfaces agricoles utiles, les installations ne sont autorisées que si elles ne portent pas atteinte aux intérêts agricoles ou si elles présentent un intérêt national. ⁴⁷ Le fait qu'un intérêt national soit nécessaire pour pouvoir réaliser des installations solaires au sol sur les surfaces agricoles utiles souligne le fort intérêt de ces surfaces en matière de protection.

⁴⁴ Voir Plan sectoriel des surfaces d'assolement (ARE, 2020) : indications I1 et I2 et principes P1, P2 et P3. L'étendue des surfaces d'assolement selon l'étendue minimale n'entre donc pas dans la pesée des intérêts en cas d'installations photovoltaïques au sol. En outre, les dernières statistiques publiées sur l'inventaire des SDA (ARE, 2023) montrent que de nombreux cantons ont un inventaire des SDA qui n'est que légèrement supérieur à leur étendue minimale.

⁴⁵ Dans certains cas particuliers justifiés, un canton peut envisager de construire des installations en tout ou partie sur une SDA. Il doit toutefois veiller à pouvoir continuer de garantir son étendue minimale conformément au Plan sectoriel des SDA. L'annexe 2 comprend une analyse supplémentaire qui classe les SDA avec les objets de l'IFP dans la catégorie « intérêt de protection fort ».

⁴⁶ Concernant nLAT, cf. note de bas de page 1, page 4.

⁴⁷ Les installations photovoltaïques présentant des avantages pour la production agricole (art. 24^{ter}, al. 2, nLAT ; cf. chapitre **Error! Reference source not found.**) n'atteignent qu'exceptionnellement la taille nécessaire pour revêtir un intérêt national (art. 12 LEne). En revanche, il est tout à fait possible de continuer à utiliser à des fins partiellement agricoles des surfaces dotées d'installations photovoltaïques d'intérêt national. Même si l'intensité de l'utilisation agricole ne répond pas aux exigences de l'art. 24^{ter}, al. 2, nLAT, le principe ci-après s'applique aux installations présentant un intérêt national : moins l'utilisation agricole est restreinte (les autres qualités de l'installation restant inchangées), plus l'installation obtient de bons résultats lors de la pesée des intérêts. Toutefois, si les rangées de modules ne sont pas juxtaposées les unes aux autres ou qu'elles sont réalisées avec une perméabilité à la lumière significative, les surfaces sont en général davantage sollicitées ou présentent un rendement plus faible.

Région d'estivage (art. 1, al. 2, de l'ordonnance sur les zones agricoles [RS 912.1] et art. 24 OTerm)	Intérêt de protection faible	La région d'estivage n'est pas utilisée toute l'année et les possibilités de rendement sont par conséquent limitées, ce qui explique que les intérêts agricoles sont concernés, mais dans une moindre mesure que pour la surface agricole utile. Il s'avère en outre que différentes surfaces d'estivage dans les Alpes ont souvent été moins exploitées au cours des dernières décennies, de sorte qu'elles se sont en partie enrichies et sont ensuite devenues des forêts. En raison de l'épaisseur du manteau neigeux, il faut prévoir un espacement assez important entre les panneaux solaires et le sol ; les installations peuvent donc être conçues avec relativement peu de coûts supplémentaires de manière à ce que le pâturage reste possible. Même s'il est là aussi généralement nécessaire de réduire le nombre de pâquier et que l'exploitation d'estivage remplit une fonction importante pour de nombreuses exploitations de plaine, il est possible de limiter les répercussions sur les intérêts agricoles. C'est notamment le cas lorsque les surfaces moins attrayantes sur le plan agricole sont prévues pour utiliser l'énergie solaire.
--	------------------------------	---

Tableau 6 : classement des terres cultivables (surfaces utilisées à des fins agricoles)

En lien avec la présente analyse, les services fédéraux proposent donc une prise en compte des intérêts de l'agriculture, qui se traduit par une classification en surfaces d'assoulement (SDA), autres surfaces agricoles utiles (SAU) et régions d'estivage. Dans le cadre du plan directeur cantonal, il pourrait être utile de considérer également les différences plus subtiles concernant l'utilisation agricole et les possibilités de rendement correspondantes. Cette prise en compte doit se faire en coopération avec les services cantonaux compétents en matière d'agriculture⁴⁸.

3.3 Autres intérêts de la Confédération

Pour des raisons de superficie, les places d'armes et de tir figurant dans le Plan sectoriel militaire ne sont pas prises en compte dans l'analyse, car les installations isolées sont en général susceptibles d'être en conflit avec les activités militaires. Les éventuels effets des installations photovoltaïques au sol sur l'aviation militaire (surtout les effets d'éblouissement) et sur les installations militaires (surtout la compatibilité électromagnétique CEM) doivent être examinés en particulier dans le cadre du plan d'affectation en aval, afin de garantir notamment le respect de l'ordonnance sur la compatibilité électromagnétique (OCEM ; RS 734.5)⁴⁹.

Dans le domaine de l'aviation civile, les effets d'éblouissement dus aux surfaces réfléchissantes peuvent, selon l'angle d'ensoleillement, devenir une source de lumière dérangeante pour les pilotes. Afin de préserver la sécurité aérienne, les éventuels effets d'éblouissement dérangeants à proximité des aérodromes doivent être examinés et, le cas échéant, réduits (mitigés)⁵⁰. Les clarifications correspondantes ne sont généralement effectuées que dans le cadre du plan d'affectation, sur la base d'un projet concret pour une installation.

⁴⁸ Outre la prise en compte des possibilités de rendement des surfaces agricoles utiles dans les plans directeurs, il est possible d'aborder avec les services cantonaux compétents en matière d'agriculture les questions de définition du terme « agrivoltaïque » (son usage dans le langage courant ne concordant pas avec les catégories utilisées dans la législation ; cf. chapitre 1.1). La prise en compte des intérêts agricoles se traduit en général par des coûts supplémentaires et, partant, des coûts de revient de l'électricité plus élevés. Parallèlement, l'acceptation des projets peut s'en trouver renforcée, notamment si des intérêts en lien avec la biodiversité continuent d'être pris en compte, par ex. en créant davantage de surfaces de promotion de la biodiversité.

Il pourrait éventuellement être judicieux d'évaluer, dans le plan d'affectation, les avantages et les inconvénients de variantes (au sens de l'art. 3 OAT) qui favorisent les synergies avec l'exploitation agricole (« double utilisation ») ou de prévoir, au cas par cas, une définition correspondante de certaines zones propices dans le plan directeur cantonal.

⁴⁹ Les demandes à ce sujet peuvent être envoyées à l'adresse suivante : raumplanung@gs-vbs.admin.ch.

⁵⁰ Les bases pour analyser les effets d'éblouissement dus aux surfaces réfléchissantes à proximité des aérodromes (c'est-à-dire à l'intérieur des surfaces pertinentes selon l'annexe 14, vol. I, ch. 5.3.1.3, OACI, cf. www.map.geo.admin.ch) peuvent être de-

Les zones OCFH définies à l'[art. 5](#) de l'ordonnance du 25 octobre 1995 sur la compensation des pertes subies dans l'utilisation de la force hydraulique (OCFH ; RS 721.821) sont également exclues de l'analyse.

L'Inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (IVS) répertorie des objets linéaires et n'a pas d'impact sur les surfaces. Il n'est donc pas pris en compte dans la présente analyse. La prise en compte notamment d'objets d'importance nationale pour lesquels il est en premier lieu question de maintenir la substance existante s'inscrit dans le cadre des plans directeurs et des plans d'affectation. En outre, les éventuelles atteintes aux chemins de randonnée ne sont pas prises en compte au niveau du plan directeur.

La considération des intérêts de la Confédération opérée aux chapitres 3.1 à 3.3 n'est pas exhaustive.

3.4 Classement des intérêts de protection de la Confédération en catégories

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la signification des différentes catégories pour la pesée des intérêts concernant les installations solaires présentant un intérêt national. Il expose également la classification des intérêts de protection de la Confédération conformément aux chapitres 3.1 à 3.3. Il convient de noter une nouvelle fois que la législation ne permet pas toujours d'affecter clairement les intérêts à des catégories précises et que cette affectation illustre un choix jugé logique par les offices fédéraux concernés en vue de la réalisation de l'analyse des géodonnées. Pour faciliter l'orientation, les principales bases légales sont indiquées.

mandées à la section compétente « Aérodromes et obstacles à la navigation aérienne » de l'OFAC : aerodromes@bazl.admin.ch

Catégorie et signification pour la pesée des intérêts	Intérêts de protection de la Confédération	Base légale⁵³
Zone sans pesée des intérêts Les dispositions claires inscrites dans la Constitution, la législation et les ordonnances prévoient que la réalisation d'installations photovoltaïques au sol est impossible dans ce type de zone. Il n'est pas possible de définir une planification correspondante.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Biotopes d'importance nationale (hauts-marais, bas-marais, zones alluviales, sites de reproduction de batraciens, prairies et pâturages secs) ○ Sites marécageux d'importance nationale ○ Réserves d'oiseaux aquatiques et de migrateurs d'importance nationale ou internationale ○ Parc national ○ Zone centrale des parcs naturels périurbains ○ Zone de protection des eaux souterraines S1 	➤ Art. 12 LEne, art. 18a LPN ➤ Art. 78, al. 5, Cst. ➤ Art. 12 LEne, art. 11 LChP ➤ Art. 23f LPN, art. 1 de la loi sur le Parc national ➤ Art. 23f LPN ➤ Annexe 4, ch. 223, OEaux
Zone en principe à exclure Plusieurs dispositions de lois ou d'ordonnances indiquent qu'en général, l'intérêt de protection correspondant doit l'emporter sur l'intérêt lié à l'utilisation de l'énergie solaire. C'est pourquoi ces surfaces ne figurent pas sur la carte indicative des zones dignes d'examen. Un canton peut toutefois envisager au cas par cas, sur la base d'une justification appropriée, de déterminer une zone propice qui occupe partiellement ou entièrement des surfaces correspondantes.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Corridors à faune suprarégionaux ○ Zone de transition des parcs naturels périurbains ○ Espace réservé aux cours d'eau ○ Zone de protection des eaux souterraines S2 ○ Périmètre de protection des eaux souterraines ○ Réserves forestières ; ○ Distance par rapport à la forêt (30 m)⁵¹ ○ Patrimoine mondial de l'UNESCO Sites naturels ○ Zone centrale Patrimoine mondial de l'UNESCO Sites culturels ○ Paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP) ○ Périmètre relatif aux objets ISOS d'importance nationale ○ Surfaces d'assolement (SDA) ○ Places d'armes et de tir selon le Plan sectoriel militaire ○ Zones OCFH (renoncement à l'utilis. de la force hydraulique) 	➤ Art. 11a LChP, art. 8b à 8d OChP ➤ Art. 23f LPN ➤ Art. 41c OEaux ➤ Annexe 4, ch. 222, OEaux ➤ Annexe 4, ch. 222, OEaux ➤ Art. 20 LFo ➤ Art. 17 LFo ➤ Art. 5, let. (d), de la Convention du patrimoine mondial, liste du patrimoine mondial CH ⁵² ➤ Art. 6 LPN, art. 9a LApEI ➤ Art. 6 LPN, art. 10 et 11 OISOS ➤ Art. 3 LAT, art. 26 suiv. OAT ➤ Art. 6 OAPCM ➤ Art. 5 OCFH

(suite du tableau à la page suivante)

⁵¹ Les surfaces forestières / pâturages boisés pourraient aussi être représentées. A priori, elles ne sont toutefois pas prises en compte dans cette analyse (cf. chapitre 1.3). La distance par rapport à la forêt est prise en compte afin de pouvoir écarter les zones protégées (et donc inappropriées) et de mieux déterminer les surfaces minimales pour la définition de l'intérêt national.

⁵² Cf. whc.unesco.org/fr/etatsparties/ch/

Catégorie et signification pour la pesée des intérêts	Intérêts de protection de la Confédération (suite du tableau)	Base légale⁵³
Intérêt de protection fort Des dispositions générales de lois ou d'ordonnances indiquent que l'intérêt de protection correspondant à une valeur élevée dans la pesée des intérêts. Dans le cadre de l'évaluation du site, il est démontré que les objectifs de production cantonaux ne peuvent pas être atteints autrement et qu'il n'existe pas de meilleure solution.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Districts francs fédéraux ○ Zones de tranquillité pour la faune sauvage ○ Zones alluviales, marais, prairies et pâturages secs en dehors de l'inventaire fédéral ○ Sites Émeraude ○ Réserves naturelles Pro Natura ○ Zone de protection des eaux souterraines Sh ○ Zone d'impact visuel et structural de l'objet ISOS (d'int. nat.) doté de qualités de situation hautes, voire exceptionnelles ○ Zone tampon Patrimoine mondial de l'UNESCO Sites culturels ○ Surfaces agricoles utiles (SAU) ○ Surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) sur surfaces agricoles utiles 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Art. 11 LChP, art. 5+6 ODF ➤ Art. 4e OChP ➤ Art. 18b LPN ➤ Art. 4-7 Convent. de Berne ➤ (art. 18 LPN) ➤ Annexe 4, ch. 221^{ter}, OEaux ➤ Art. 6 LPN, art. 8 et suiv. OISOS ➤ Art. 5, let. (d), de la Convention du patrimoine mondial, liste CH ➤ Art. 24^{ter}, al. 2, nLAT Art. 10, al. 3, LEne ➤ Art. 55 à 62 OPD
Intérêt de protection moyen Des dispositions générales de lois ou d'ordonnances indiquent que l'intérêt de protection correspondant a une certaine valeur dans la pesée des intérêts. Dans le cadre de l'évaluation du site, il est démontré qu'il n'existe pas de meilleure solution.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Parc naturel régional ○ Réserves de biosphère ○ Zone de protection des eaux souterraines S3 ○ Zone de protection des eaux souterraines S3Zu ○ Zone de protection des eaux souterraines Sm 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Art. 23g LPN ➤ Art. 23g LPN ➤ Annexe 4, ch. 221, OEaux ➤ Annexe 4, ch. 221, OEaux ➤ Annexe 4, ch. 221^{bis}, OEaux
Intérêt de protection faible L'intérêt de protection correspondant doit être pris en compte dans la pesée des intérêts.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Zone d'estivage ○ Surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) dans la zone d'estivage 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Art. 24^{ter}, al. 2, nLAT ➤ Art. 55 à 62 OPD

Tableau 7 : aperçu relatif à la catégorisation des intérêts de protection pris en compte

⁵³ Pour faciliter la recherche des bases réglementaires sous www.fedlex.admin.ch, les formes abrégées et leurs numéros de référence respectifs, selon le répertoire systématique du droit fédéral (RS) sont classés par ordre alphabétique dans la liste ci-dessous :

Convention de Berne (RS 0.455), Cst (RS 101), OPD (RS 910.13), LEne (RS 730.0), OEaux (RS 814.201), LChP (RS 922.0), OChP (RS 922.01), OAPCM (RS 510.51), loi sur le Parc national (RS 454), LPN (RS 451), OPN (RS 451.1), nLAT (FF 2023 2301, cf. note de bas de page 1), LAT (RS 700), OAT (RS 700.1), LApEI (RS 734.7), OCFH (RS 721.821), ODF (RS 922.31), OISOS (RS 451.12), LFo (RS 921.0), Convention du patrimoine mondial (RS 0.451.41).

4 Produits de l'analyse des géodonnées

Table des matières	Une matrice protection / utilisation indique les surfaces considérées comme des « zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération ». Du point de vue de l'administration fédérale, ces zones obtiennent les meilleurs résultats en ce qui concerne les aspects d'utilisation examinés et les intérêts de protection de la Confédération. L'attribut « dignes d'examen » se réfère à des clarifications dans le cadre des travaux d'établissement des plans directeurs des cantons
Pertinence	Les surfaces indiquées comme « zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération » ne peuvent en aucun cas être considérées comme une condition suffisante ou exclusive pour la désignation, dans le cadre de l'aménagement du territoire, de zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires d'intérêt national. Les cantons doivent avant tout procéder à des travaux d'étude et de planification. Ce principe méthodologique de la Confédération ne nuit pas aux décisions correspondantes des autorités en charge de la planification.

Les produits de l'analyse des géodonnées comprennent trois cartes et les chiffres correspondants, pouvant être consultés dans le géoportail de la Confédération : [> Thème Énergie > Rubrique Énergie solaire](http://map.geo.admin.ch/fr). Le point de départ est ici la matrice protection/utilisation et ses valeurs chiffrées. Avec la carte des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération (document composé essentiellement des deux cartes relatives aux aspects liés à l'utilisation et aux intérêts de protection, avec sélection finale) la boucle se referme sur la matrice protection/utilisation.

4.1 Matrice protection / utilisation

La matrice protection / utilisation se base sur les données des chapitres 2.7.2 et 3.4 : les classes (de synthèse) des aspects liés à l'utilisation sont indiquées de gauche à droite, tandis que les intérêts de protection, y compris les zones non prises en compte, sont représentés de haut en bas par catégorie.

protection \ exploitation	Total élevé des intérêts d'exploitation (1)	Total moyen des intérêts d'exploitation (2)	Total des intérêts d'exploitation inférieur à la moyenne (3)	Utilisation non prioritaire (4)	Exploitation inintéressante (5)
Absence d'intérêts de protection selon la liste utilisée (10)	11	12	13	14	15
Intérêts de protection faible (20)	21	22	23	24	25
Intérêts de protection moyen (30)	31	32	33	34	35
Intérêts de protection fort (40)	41	42	43	44	45
Zone en principe à exclure (60)	61	62	63	64	65
Sans pesée des intérêts (70)	71	72	73	74	75
Non considéré (90)	91	92	93	94	95

Illustration 2 : matrice protection/utilisation avec numérotation des champs

La matrice protection/utilisation indique la combinaison d'intérêts de protection et d'utilisation et, techniquement parlant, le code numérique généré à partir des géodonnées utilisées pour chaque cellule de la grille.

- Les codes 1 à 5 sont générés pour les aspects liés à l'utilisation et figurent sur la carte correspondante (voir chapitre 4.2).
- Les codes 10 à 90 (sauf 50 et 80) sont générés pour les intérêts de protection et figurent sur la carte correspondante (voir chapitre 4.3).
- Les champs de la matrice protection / utilisation entourés en magenta (champs 11-13, 21-23, 31-33 et 41-43) servent ensuite à déterminer dans le cadre de cette analyse les zones ou surfaces dignes d'examen (cf. chapitre 4.4).

Parmi les zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération, les surfaces qui obtiennent les meilleurs résultats en termes d'utilisation et qui concernent le moins les intérêts de protection de la Confédération sont représentées comme des surfaces de 1^{re} priorité. L'aptitude potentielle des surfaces sur la base de l'évaluation sommaire provisoire des intérêts de protection et d'utilisation continue à diminuer du haut à gauche vers le bas à droite. Cela conduit à l'évaluation sommaire provisoire suivante des intérêts de protection et d'utilisation des zones dignes d'examen (« différenciation interne » des zones dignes d'examen).

exploitation protection	Total élevé des intérêts d'exploitation (1)	Total moyen des intérêts d'exploitation (2)	Total des intérêts d'exploitation inférieur à la moyenne (3)			Appréciation sommaire des aspects liés à l'utilisation et aux intérêts de protection de la Confédération
Absence d'intérêts de protection selon la liste utilisée (10)	11	12	13	I		Surfaces de 1 ^{re} priorité
Intérêts de protection faible (20)	21	22	23	II		Surfaces de 2 ^e priorité
Intérêts de protection moyen (30)	31	32	33	III		Surfaces de 3 ^e priorité
Intérêts de protection fort (40)	41	42	43	IV		Autres zones dignes d'examen

Illustration 3 : zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération et différences entre elles établies sur la base d'une évaluation sommaire provisoire des intérêts de protection et d'utilisation

Le résultat intermédiaire du modèle d'analyse est le nombre absolu d'hectares ainsi que les chiffres relatifs de la répartition des intérêts de protection et d'utilisation conformément à la matrice protection/utilisation. Ces chiffres sont représentés dans l'illustration ci-dessous. Les pourcentages figurant sur l'illustration portent également sur des surfaces qui, selon toutes prévisions, ne pourront pas revêtir un intérêt national et ne seront donc pas prises en compte dans les étapes ultérieures de l'analyse (cf. chapitre 4.4).

exploitation protection	Total élevé des intérêts d'exploitation (1)	Total moyen des intérêts d'exploitation (2)	Total des intérêts d'exploitation inférieur à la moyenne (3)	Utilisation non prioritaire (4)	Exploitation inintéressante (5)	Total
Absence d'intérêts de protection selon la liste utilisée (10)	0.2%	0.5%	0.7%	0.2%	6.7%	8%
Intérêts de protection faible (20)	0.2%	0.5%	0.5%	0.1%	1.8%	3%
Intérêts de protection moyen (30)	0.2%	0.4%	0.4%	0.1%	2.3%	3%
Intérêts de protection fort (40)	0.6%	1.8%	1.2%	0.1%	3.6%	7%
Zone en principe à exclure (60)	0.6%	4.9%	3.6%	0.2%	14.6%	24%
Sans pesée des intérêts (70)	0.3%	0.8%	0.5%	0.0%	1.4%	3%
Non considéré (90)	3.0%	10.3%	7.5%	0.3%	29.9%	51%
Total	5%	19%	14%	1%	60%	100%

Illustration 4 : matrice protection/utilisation avec part de chaque champ par rapport à la surface totale de la Suisse

Les potentiels de production ou de rendement ne sont volontairement pas publiés dans le cadre de cette analyse, car pour évaluer un potentiel de manière réaliste, il faut pouvoir accéder à la multitude de facteurs dont ils dépendent, par ex. le contexte économique général pour la réalisation d'installations photovoltaïques au sol (évolution de l'économie globale, de l'indice des prix de la construction, des coûts des composants et en particulier des mesures d'encouragement) ou les estimations des coûts des projets. À l'heure actuelle, ces facteurs ne sont pas assez bien connus.

4.2 Carte synthétique des aspects liés à l'utilisation du point de vue de la Confédération (carte 1)

La carte donne une première impression, dans la perspective de l'exploitation de l'énergie solaire, des endroits où les conditions sont plus ou moins favorables à la réalisation d'installations solaires au sol, ceci en utilisant les aspects pris en compte. Ces aspects ne comprennent pas toutes les informations et les clarifications pour la réalisation d'installations photovoltaïques au sol. Il manquait par ex. des géodonnées appropriées et disponibles à l'échelle nationale sur d'autres aspects importants, comme le raccordement au réseau électrique, les dangers naturels ou la rentabilité des installations au moment de la production de la carte (2024). Le contenu de la carte constitue donc une première évaluation technique des services fédéraux impliqués. Cette précision est essentielle pour l'interprétation, raison pour laquelle un texte correspondant figure directement sur la carte (version PDF) ou dans les explications relatives à la couche correspondante du géoportail de la Confédération sur map.geo.admin.ch.

La carte illustre assez bien, d'une part, la grande influence attendue du relief avec ses aspects d'altitude, de déclivité et d'exposition et, d'autre part, l'influence de la viabilisation et de la proximité par rapport aux infrastructures existantes.

- a. Altitude : les zones en altitude présentent des valeurs de rayonnement plus élevées (du fait notamment que le brouillard est plus rare en hiver).

- b. Déclivité : les zones à très forte déclivité ne sont pas prises en compte pour des raisons techniques et économiques.
- c. Exposition : les versants nord présentent des valeurs moins bonnes en matière de rayonnement et de production d'électricité ; ils deviennent intéressants pour l'exploitation de l'énergie solaire dès que le rayonnement (hivernal) tombe en dessous d'un certain seuil.
- d. Viabilisation et proximité avec des infrastructures existantes : sur le Plateau et dans le Jura, on constate la présence d'un réseau de routes performantes et d'une desserte généralement bonne. Dans les Alpes, on distingue les zones de haute montagne pas du tout desservies (par ex. Jungfrau-Aletsch) des zones un peu plus différenciées, mais encore mal desservies (par ex. vallées latérales de l'Engadin). La proximité avec des infrastructures existantes est moins bien identifiable dans les Alpes, du fait de l'effet de masquage produit par les pentes raides.

Pour une interprétation plus approfondie, consulter les explications du chapitre 2.

4.3 Carte synthétique des intérêts de protection du point de vue de la Confédération (carte 2)

La carte représente l'effet de protection le plus fort d'un intérêt fédéral conformément à la liste figurant au chapitre 3 ou 3.4. En présence de plusieurs intérêts de la même catégorie ou d'autres intérêts avec un effet de protection plus faible dans une zone, c'est l'effet de protection le plus fort qui est représenté.

La carte représente les zones non prises en compte conformément au chapitre 1.3. Il s'agit de la catégorie la plus importante en termes de surface, qui couvre environ la moitié de la Suisse : les surfaces forestières comptent pour environ 30 %, les eaux pour 6 % et les zones à bâti ainsi que les autres surfaces affectées à l'urbanisation et aux voies de circulation pour 13 %. Dans les zones non prises en considération, la présence ou non d'intérêts de protection ne joue aucun rôle (par ex. site marécageux recouvrant une surface forestière) ; par conséquent, les intérêts de protection ne sont pas identifiés dans la zone non considérée.

Il s'agit d'une synthèse d'intérêts de protection importants au regard du droit fédéral ainsi que d'intérêts parfois concurrents. Cette synthèse n'est pas exhaustive : elle n'évoque pas, ou ne le fait que partiellement, la protection des espèces ou de la nature et n'inclut notamment aucun intérêt de protection⁵⁴ cantonal ou communal, par ex. dans le domaine de la protection de la nature, du patrimoine ou du tourisme. Pour la désignation, dans le cadre de l'aménagement du territoire, de zones propices ou de zones destinées à l'exploitation de l'énergie solaire, il convient donc de prendre en compte d'autres intérêts de protection qui ne sont pas représentés sur cette carte. Cette précision est essentielle pour l'interprétation, raison pour laquelle un texte correspondant figure directement sur la carte (version PDF) ou dans les explications relatives à la couche correspondante du géoportail de la Confédération sur map.geo.admin.ch.

La carte montre que les zones exemptes d'intérêts fédéraux inclus dans l'analyse ne se trouvent pratiquement que dans les régions alpines. Dans les autres régions suisses, l'utilisation agricole constitue nettement un intérêt d'utilisation concurrent. En d'autres termes : sur le Plateau et à basse altitude dans le Jura, ainsi que dans les vallées fluviales alpines, les surfaces d'assolement sont visibles, tout comme les autres surfaces agricoles utiles au niveau altitudinal suivant. Ce dernier point est bien visible dans le Jura plissé et le Jura des plateaux ainsi que dans l'arc préalpin du Chablais à l'Appenzell. Dans l'espace alpin, on reconnaît en outre les vastes zones d'exclusion dues au site du patrimoine mondial de l'UNESCO, aux zones IFP et à certaines grandes places de tir du DDPS (par ex. Schanf/GR). Dans les zones sans pesée des intérêts, on trouve essentiellement de vastes sites marécageux (par ex. à Habkern/Sörenberg/Glaubenberg ou Rothenthurm).

⁵⁴ Il existe trois exceptions : l'analyse tient compte des biotopes non répertoriés dans l'inventaire fédéral, de certaines indications cantonales relatives à la protection des eaux souterraines et de certaines réserves naturelles (cf. ch. 3.1.1, 3.1.3.1.4 et 3.1.0).

4.4 Carte indicative des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération (carte 3)

La carte représente les surfaces les mieux classées du point de vue des aspects liés à l'utilisation et des intérêts de protection de la Confédération (cf. explications au chapitre 4.1). Ces surfaces sont qualifiées de zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération, cette qualification « digne d'examen » faisant référence à des clarifications dans le cadre des tâches relatives aux plans directeurs cantonaux pour les zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires d'intérêt national. La carte 3 résulte en principe de la combinaison de la carte 1 représentant les aspects liés à l'utilisation et de la carte 2 représentant les intérêts de protection, et tient compte de la matrice protection/utilisation ainsi que d'une taille minimale pour chaque surface. Elle montre les zones qui, du point de vue de la Confédération, devraient faire l'objet d'un examen approfondi dans le cadre du plan directeur au titre de zones propices pour la réalisation d'installations photovoltaïques au sol. Toutefois, les surfaces correspondantes ne peuvent en aucun cas être considérées comme une condition suffisante ou exclusive pour la désignation, dans le cadre de l'aménagement du territoire, de zones propices ou de zones destinées à l'exploitation de l'énergie solaire. La carte ne peut pas non plus nuire aux décisions prises par les autorités en charge de la planification en rapport avec la délimitation des zones propices.

Concernant la délimitation de zones propices au sens de l'art. 10 LEne, il est nécessaire dans le cadre du plan directeur cantonal de procéder à d'autres clarifications notamment sur les dangers naturels, la conservation des espèces ou le raccordement électrique et d'assurer une pesée détaillée des intérêts au cas par cas⁵⁵. Dans ce contexte, des surfaces situées en dehors des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération peuvent être intégrées dans un plan directeur ou entrer en ligne de compte pour la réalisation d'une petite installation photovoltaïque au sol conformément à l'art. 24^{ter}, al. 1⁵⁶, nLAT. Cela s'explique notamment par le fait que certaines clarifications et hypothèses, en lien par ex. avec des aspects techniques et opérationnels tels que la viabilisation ou les dangers naturels, ne constituent pas des obstacles juridiques, sont incomplètes ou peuvent être évaluées autrement et par le fait que cette analyse ne tient compte d'aucun intérêt cantonal ou communal.

La taille minimale permettant la désignation comme zone digne d'examen est celle qui permet à la surface, selon toutes prévisions, de générer le rendement d'hiver nécessaire requis pour représenter un intérêt national. Pour les installations photovoltaïques neuves et rénovées, l'intérêt national est avéré si la production moyenne escomptée entre octobre et mars s'élève au moins à 5 GWh (cf. art. 9a OEnE). Dans le cadre de cette analyse, des surfaces regroupées en cluster, capables de générer au moins 6 GWh d'électricité hivernale ont été sélectionnées.⁵⁷

La répartition géographique des surfaces qui obtiennent les meilleurs résultats sur le plan des aspects d'utilisation et des intérêts de protection de la Confédération se caractérise aussi par de nombreuses surfaces relativement petites qui seraient appropriées, mais qui, pour des raisons objectivement compréhensibles, sont séparées les unes des autres (par ex. par une petite partie d'un versant trop raide, c'est-à-dire dont la déclivité excède la valeur-seuil de 40°) et qui, considérées individuellement, ne peuvent pas être prises en compte ni représentées. L'approche suivante a été mise au point pour regrouper les surfaces correspondantes dans des proportions adéquates (en un cluster), de sorte que des surfaces proches les unes des autres présentent un intérêt national et puissent être représentées comme zones dignes d'examen : dans un premier temps, les surfaces d'au moins 4 hectares désignées comme des surfaces centrales ainsi que les autres surfaces sont dotées d'une zone tampon de 25 m ; une autre zone tampon de 50 m leur est ajoutée dans un deuxième temps. Cela conduit à regrouper des surfaces (partielles) distantes de 100 m au maximum et à comptabiliser un ou plusieurs

⁵⁵ Dans les zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération, une pesée des intérêts est toujours possible, mais elle varie au cas par cas : les intérêts de protection (par ex. dans le domaine de la protection des eaux souterraines) peuvent dans un cas donné l'emporter sur les intérêts d'utilisation, c'est-à-dire que la pesée des intérêts dans ce cas particulier est favorable aux intérêts de protection.

⁵⁶ Concernant nLAT, cf. note de bas de page 1, page 4.

⁵⁷ Dans le cadre de cette analyse, le rendement hivernal a été estimé conformément aux explications du chapitre 2.1.4.

pixels contigus d'une surface centrale proche. Des informations complémentaires sur la désignation des zones dignes d'intérêt du point de vue de la Confédération sont disponibles dans l'annexe 1.

Conformément à la méthode appliquée, les zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération représentent une surface d'environ 240 000 hectares, soit près de 6 % de la surface du pays. La représentation des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération illustre deux perspectives : une perspective nationale et une perspective régionale.

Si l'on considère l'ensemble de la Suisse, la carte ou le jeu de données correspondant montre que les zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération ne sont pas réparties uniformément sur tout le territoire, mais qu'elles se concentrent dans certaines régions : avant tout dans le Jura romand (VD, NE, BE, JU) ; ensuite dans l'arc préalpin avec le Chablais (VD, FR) / le Schwarzenburgerland et le Napf (BE / LU) et le nord-est de Schwytz en passant par le Toggenbourg jusqu'au Rheintal dans le canton de Saint-Gall (SZ, ZG, GL, SG, AI / AR) ; troisièmement, sur des sites exposés au sud des vallées intra-alpines (VS, VD, FR, BE, OW, UR, TI, GL et surtout GR). En revanche, il n'y a pas ou peu de zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération dans les cantons du nord de la Suisse (de l'Argovie à la Thurgovie), où le rayonnement est plus faible notamment au semestre d'hiver, et dans les cantons de Bâle-Ville et Genève. Les zones dignes d'examen sont en premier lieu des surfaces utilisées à des fins agricoles, c'est-à-dire des surfaces agricoles utiles en dehors des surfaces d'assolement ou des surfaces situées dans la zone d'estivage.

La perspective régionale des zones dignes d'examen permet de se faire une idée de leur forme et de leur taille ainsi que de l'évaluation sommaire des différentes surfaces en ce qui concerne les intérêts de protection et les aspects liés à l'utilisation (cf. Illustration 3 au chapitre 4.1). Cette évaluation sommaire peut fournir aux cantons d'autres informations précieuses sur l'aptitude potentielle des sites.

5 Conclusion

5.1 Contexte

La loi sur l'énergie de la Confédération ne fixe pas de valeurs cibles concrètes pour les différentes technologies de production d'électricité utilisées dans le cadre des (nouvelles) énergies renouvelables. Toutefois, le Conseil fédéral définira périodiquement de nouveaux objectifs intermédiaires pour diverses technologies. Il faut noter que le photovoltaïque constitue jusqu'à présent la plus grande partie des constructions nécessaires pour la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables et que les nouvelles installations doivent être réalisées en premier lieu sur des bâtiments et infrastructures.

Les cantons doivent donc réfléchir dans le cadre de leur stratégie énergétique aux types d'installations solaires à utiliser pour assurer ce développement du photovoltaïque. Les valeurs cibles cantonales qui, pour les installations solaires, divergent en fonction des bâtiments, des infrastructures et des installations au sol, constituent un important cadre de référence pour la définition de zones propices pour les installations solaires d'intérêt national dans le plan directeur cantonal.

5.2 Méthode et finalité de l'analyse

La présente analyse des géodonnées montre pour chaque niveau les surfaces susceptibles de se prêter à l'exploitation d'installations photovoltaïques au sol représentant un intérêt national et les présente comme des « zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération ». Les résultats reposent sur un modèle d'analyse qui utilise des géodonnées disponibles dans toute la Suisse et, partant, met l'accent sur les intérêts fédéraux.

Les résultats constituent donc une base méthodologique au sens de l'art. 11 LEne. Ils doivent aider les cantons à accomplir leurs tâches qui consistent à réaliser des études de base pour l'utilisation d'énergies renouvelables (cf. art. 6, al. 2, let. b^{bis}, LAT) et à définir les zones propices pour des installations solaires (au sol) d'intérêt national dans leurs plans directeurs (cf. art. 10, al. 1, LEne). Cette analyse revêt une valeur indicative précieuse pour les cantons et les personnes intéressées, mais ses résultats ne sont pas contraignants pour les autorités et doivent être interprétés à l'aune de la méthode utilisée.

Les potentiels de production ne sont volontairement pas mentionnés dans le cadre de l'analyse, car pour évaluer un potentiel de manière réaliste, il faut pouvoir accéder à la multitude de facteurs dont ils dépendent, par ex. le contexte économique ou les coûts des projets. À l'heure actuelle, ces facteurs ne sont pas assez bien connus.

5.3 Types d'installations photovoltaïques non prises en compte

La présente analyse met l'accent sur les installations photovoltaïques au sol hors zones à bâtir. Ne sont pas pris en compte les potentiels en lien avec des constructions ou installations existantes ou autorisées à d'autres fins hors zones à bâtir ou des installations agrivoltaïques.

5.4 Prise en compte de l'intérêt national

Cette analyse met l'accent sur les indications relatives à l'aptitude des zones en vue de la délimitation ou de la définition par les cantons de zones propices pour les installations solaires d'intérêt national. Cela signifie que des hypothèses ont été formulées quant aux cas dans lesquels une zone donnée est fortement susceptible d'accueillir une installation d'intérêt national au sens de l'art. 12 LEne/art. 9bis Oene.

5.5 Principaux résultats

Avec la méthode employée, les « zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération » représentent une surface d'environ 2400 km² ou 240 000 ha, ce qui correspond à près de 6 % de la surface du pays. Du point de vue de la Confédération, les installations photovoltaïques au sol d'intérêt national sont moins probables, pas prioritaires ou pas possibles sur les autres surfaces. Cela concerne également les zones qui ne sont pas prises en compte et recouvrent la moitié du territoire suisse (surfaces forestières, eaux dormantes, zones à bâtir et autres surfaces affectées à l'urbanisation et aux voies de circulation).

Les 240 000 hectares correspondant aux zones dignes d'examen sont suffisants pour que la majorité des cantons disposent d'une grande marge de manœuvre lors de l'évaluation et de

la définition des zones se prêtant à l'exploitation d'installations solaires (au sol) d'intérêt national dans leur plan directeur, afin de pouvoir prendre en compte les intérêts cantonaux et communaux ainsi que les aspects non considérés dans cette analyse (cf. chapitre 5.6). De même, il existe en général une marge de manœuvre qui permet des positions cantonales différentes sur les valeurs cibles pour la production d'électricité à partir d'installations photovoltaïques au sol.

5.6 Répartition géographique

La carte des « zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération » montre que ces zones ne sont pas réparties uniformément dans toute la Suisse, mais qu'elles se concentrent dans les régions suivantes : Jura romand, arc préalpin et zones exposées au sud des vallées intra-alpines. À l'extrême ouest de la Suisse (GE) ainsi qu'au nord (BS, BL, AG, ZH, SH, TG), il n'existe en revanche que peu ou pas de zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération et les cantons ont nettement moins de marge de manœuvre pour délimiter des zones adaptées aux installations solaires d'intérêt national.

Par ailleurs, dans les régions citées, l'exploitation de synergies avec d'éventuelles éoliennes prévues dans ces zones ainsi que des bassins d'accumulation peut parfois être envisagée. Cela concerne en premier lieu le raccordement électrique et l'approvisionnement régional en électricité, mais aussi, dans certains cas, une possible concentration des installations de production d'énergie pouvant se traduire par l'apparition de véritables « paysages énergétiques ».

5.7 Signification des zones dignes d'examen

Les surfaces figurant sur la carte indicative des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération ne constituent pas des zones propices au sens de l'art. 10, al. 1, LEne. Les surfaces correspondantes ne peuvent être considérées comme une condition suffisante ou exclusive pour la désignation, dans le cadre de l'aménagement du territoire, de zones propices ou de zones destinées à l'exploitation de l'énergie solaire. Cela signifie également que le fait qu'une surface donnée est déclarée digne d'examen ne permet pas de déduire que la réalisation d'une installation solaire peut y être autorisée ni qu'une inscription dans le plan directeur délimitant des parties de cette surface au titre de zone propice conformément à l'art. 10 LEne sera dans tous les cas approuvée par la Confédération.

L'évaluation sommaire provisoire des intérêts de protection et d'utilisation des différentes surfaces des zones dignes d'examen doit être considérée comme une information supplémentaire pour le plan directeur cantonal et ne dispense pas les cantons de procéder de manière autonome à une pesée des intérêts, ne serait-ce que parce que l'analyse des géodonnées n'inclut aucun intérêt cantonal ou communal.

Concernant la délimitation de zones propices au sens de l'art. 10 LEne, il est nécessaire dans le cadre du plan directeur cantonal de procéder à d'autres clarifications par ex. sur les dangers naturels, la conservation des espèces ou le raccordement électrique et d'assurer une pesée détaillée des intérêts au cas par cas. Dans ce contexte, des surfaces situées en dehors des zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération peuvent être intégrées dans un plan directeur. Les zones propices au sens de l'art. 10 LEne à faire figurer dans les plans directeurs cantonaux auront des périmètres différents et des surfaces beaucoup plus petites que les zones dignes d'examen issues de la présente méthodologie.

ANNEXE 1 – Méthode d'analyse, y compris jeux de données utilisés

La production des cartes citées au chapitre 4 se base sur les aspects liés à l'utilisation et sur les intérêts de protection mentionnés aux chapitres 2 et 3. Dans la plupart des cas, des géodonnées sont mises à disposition à cet effet ; parfois, il est nécessaire d'en déduire d'autres données pour, par ex., représenter les influences de l'impact autour d'un point, d'une ligne ou d'une surface.

Le modèle d'analyse utilise la méthode de la grille comparative. Les données vecteur sont transposées dans une grille composée de cellules ayant la même étendue et la même largeur. Les cellules des différents niveaux de données sont parfaitement superposées, ce qui permet de les combiner. La grille permet également d'harmoniser dans leur étendue spatiale les dimensions des aspects liés à l'utilisation et à la protection déduits des différents niveaux de données.

L'avantage de la grille comparative est qu'elle permet d'effectuer les calculs plus rapidement, au détriment toutefois de la précision de l'information, cette méthode entraînant une généralisation des bases de données. La présentation des contenus dans des cellules de 50 m x 50 m limite le champ d'application des produits lors d'une observation à grande échelle. Le but étant que les cartes soient utilisées dans le cadre du plan directeur cantonal, la résolution choisie convient à l'échelle de planification correspondante.

- ➔ Le recours à la grille comparative a pour corollaire des informations spatiales généralisées. Les données vecteur sont concernées, tout comme les données raster. Exemple : le modèle DHM25 de swisstopo est utilisé pour les analyses du terrain. Pour passer d'une grille de 25 m à une grille de 50 m, on a calculé la moyenne des valeurs de quatre cellules donnant la nouvelle grille. Cette méthode a été également appliquée pour, notamment, le rayonnement ou la pente du terrain.
- ➔ Dans le cadre de la grille comparative, les coordonnées suivantes ont été appliquées pour l'étendue : 2'477'000/1'072'000 // 2'831'000/1'295'000
- ➔ Les analyses ont été effectuées avec FME, puis la méthode du raster a été appliquée avec « NumericRasterizer ». La grille comparative peut donner des résultats légèrement différents en fonction du système d'information des géodonnées. L'effet qui peut en résulter n'a pas été évalué.
- ➔ Les jeux de données des cartes 1, 2 et 3a (perspective nationale) ont une fonction de grille purement informative et reflètent la synthèse réalisée sur ce thème. Dans la carte 3b (perspective régionale) ou dans le jeu de données correspondant, des informations complémentaires sur la classification des aspects liés à l'utilisation et aux catégories de protection sont définies dans chaque cellule de la grille. Il est possible de les consulter individuellement via le géoportail de la Confédération ou de les télécharger dans leur intégralité.
- ➔ Le modèle peut, au besoin, être actualisé à l'aide de nouvelles données, ou être remplacé. Toutefois, la mise à jour en continu des produits n'est pas prévue.
- ➔ Le document Excel « méthodologie-géo-analyse_géodonnés_IPV-au-sol_2025-07.xls », disponible séparément, fournit un aperçu détaillé de la méthodologie et des jeux de données utilisés.

L'illustration suivante du modèle de processus montre de manière simplifiée le déroulement des calculs étape par étape. Les chiffres figurant dans l'illustration correspondent aux étapes de travail du fichier Excel susmentionné (document séparé).

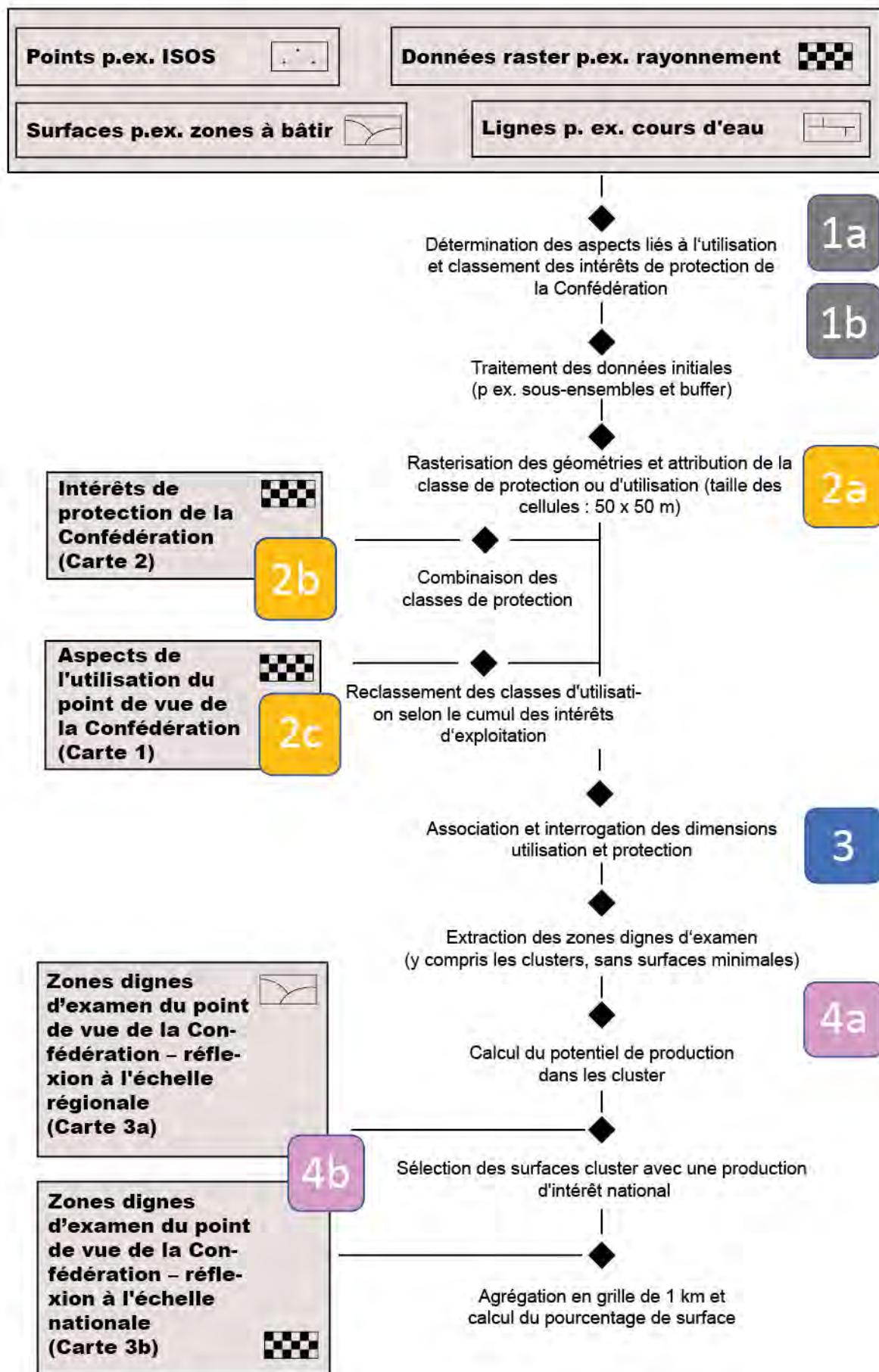


Illustration : modèle de processus simplifié de l'analyse de géodonnées

ANNEXE 2 –

Analyses approfondies de la proximité avec des infrastructures existantes et de la prise en compte modifiée des SDA et des objets de l'IFP

Pour éclairer quelque peu les questions 1 et 2 formulées dans l'interpellation [22.4114](#) « Installations photovoltaïques dans les régions alpines. Potentiel dans les zones déjà largement exploitées », il a été demandé quelles surfaces de 1^{re} ou 2^e priorité dans les zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération se trouvaient à proximité d'installations existantes au sens du chapitre 2.5. Il est donc question d'un sous-ensemble de zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération (cf. chapitre 4.4 et méthode selon annexe 1). Étant donné que les surfaces de 1^{re} ou 2^e priorité se trouvent en dehors des surfaces agricoles utiles, il s'agit pratiquement exclusivement de surfaces se trouvant dans les régions d'estivage, donc principalement dans les Alpes, au-dessus du milieu bâti.

Dans les régions d'estivage ou en dehors des surfaces agricoles utiles, l'implantation d'installations solaires n'atteignant pas le niveau d'intérêt national est également envisageable. Dans plusieurs régions, notamment alpines ou préalpines déjà exploitées, dans lesquelles d'autres infrastructures sont implantées, et qui peuvent ainsi répondre aux exigences de l'art. 24^{ter}, al. 1, nLAT⁵⁸, le potentiel correspondant est également intéressant. Par conséquent, dans cette analyse complémentaire, les petites surfaces⁵⁹ se trouvant à l'extérieur de la surface agricole utile ont aussi été prises en compte, dans la mesure où elles se trouvaient à proximité d'infrastructures existantes selon les explications du chapitre 2.5. Pour simplifier, on est parti du principe qu'elles remplissaient les conditions visées à l'art. 24^{ter}, al. 1, nLAT. Cette hypothèse doit cependant être vérifiée sur la base de réflexions plus détaillées relatives à la planification. À contrario, des surfaces ne figurant pas dans cette analyse complémentaire peuvent aussi satisfaire à ces exigences. En fonction du projet, les installations au sens de l'art. 24^{ter}, al. 1, nLAT sont en outre soumises à une obligation de planification et peuvent éventuellement faire l'objet d'une réserve dans le plan directeur, en vertu de l'art. 8, al. 2, LAT. Exprimées en chiffres, il s'agit des parts suivantes :

Zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération	Surface désignée	Comparaison	Part CH
Selon chapitre 4.4	240 000 ha / 2400 km ²	100 %	5,8 %
Dont les surfaces de 1 ^{re} et 2 ^e priorité pour les installations d'intérêt national à proximité d'infrastructures existantes	27 300 ha / 273 km ²	12 %	env. 0,7 %
Surfaces supplémentaires de 1 ^{re} ou 2 ^e priorité situées à proximité d'infrastructures existantes pour des installations non considérées, a priori, comme revêtant un intérêt national.	900 ha / 9 km ²	Non pertinent (surface supplémentaire)	0,02 %

Cette interrogation a également été transposée sous forme cartographique (cf. carte à la page suivante). Il s'avère que les surfaces de 1^{re} ou 2^e priorité se concentrent dans l'espace alpin et que les zones desservies par des remontées mécaniques ou les domaines skiables y occupent une place prépondérante.

Par ailleurs, certains cantons ont exprimé leur intention d'inclure les surfaces d'assolement et les objets de l'inventaire IFP dans leurs réflexions sur le plan directeur des installations photovoltaïques au sol, puisque les bases légales le permettent. Le chapitre 3 explique pourquoi les offices fédéraux concernés, à savoir l'ARE, l'OFEV, l'OFEN et l'OFAG, estiment que, pour des raisons de planification, il est judicieux de classer les SDA et les objets de l'IFP dans la catégorie des zones en principe à exclure, de manière générale et pour toute la Suisse. Le Tableau 7 indique aussi que, dans certains cas,

⁵⁸ Concernant nLAT, cf. note de bas de page 1, page 4.

⁵⁹ Pour qu'une surface soit prise en compte dans cette analyse complémentaire, il faut qu'elle mesure au moins 1 ha (c.-à-d. quatre pixels contigus de chacun 50 m x 50 m).

une planification incluant des surfaces de la catégorie « zone en principe à exclure » reste possible d'un point de vue juridique.

Les cantons qui souhaitent intégrer certaines SDA ou des portions de surfaces de certains objets de l'inventaire IFP dans leur planification sont tenus de présenter au cas par cas des arguments qui justifient leur projet. Sont attendus un rapport avec les objectifs de production cantonaux pour les installations photovoltaïques au sol, une réflexion portant sur les alternatives, le contingent cantonal de SDA et les objectifs de protection des objets de l'IFP concernés. Dans le cas de planifications cantonales envisageables intégrant certaines SDA ou certains objets de l'inventaire IFP, la sécurité de planification pour les zones propices ou les projets ultérieurs n'est assurée que dans une mesure réduite, raison pour laquelle les SDA et les objets de l'IFP ne doivent pas et ne peuvent pas être comptés en bloc parmi les zones dignes d'examen : pour les SDA, des questions complexes se posent concernant a) l'imputabilité à l'inventaire cantonal des SDA, b) la compensation des SDA utilisées ainsi que c) le respect du contingent cantonal de SDA selon le plan sectoriel des surfaces d'assolement ; pour les projets situés dans des objets d'inventaire IFP, les avantages de mise en œuvre de l'art. 9a, al. 4, LApEI ne s'appliquent pas (le besoin et le lien avec le site existent et l'intérêt à leur réalisation est en principe prépondérant).

Afin d'esquisser les effets théoriques possibles du cadre juridique, une autre carte a été établie (cf. page 46) ; elle montre les effets qui se produiraient si les surfaces d'assolement et les objets de l'IFP devaient entrer en ligne de compte de manière générale comme sites envisageables pour des installations photovoltaïques au sol et qu'ils étaient intégrés en conséquence dans l'analyse (via leur classement dans la catégorie « intérêt de protection fort » au lieu de « zone en principe à exclure »). La différence chiffrée par rapport à la carte correspondante selon le chapitre 4.4 (ou la méthode présentée dans l'annexe 1) se présente comme suit :

Zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération	Surface désignée	Comparaison	Part des surfaces CH
Selon chapitre 4.4	240 000 ha / 2400 km ²	100 %	5,8 %
SDA et objets IPF avec intérêts de protection forts	483 000 ha / 4830 km ²	201 %	11,7 %

Même si les SDA/objets de l'IFP sont considérés comme des zones en principe à exclure, il s'avère que de très nombreuses surfaces sont disponibles dans toute la Suisse pour la planification d'installations photovoltaïques au sol. Au vu de ces chiffres, il semble opportun, même dans la perspective d'une priorisation temporelle des différents plans directeurs cantonaux, de ne pas désigner, du moins pour l'instant, les surfaces qui utilisent des SDA ou qui se trouvent dans des zones IFP comme des zones dignes d'examen pour des installations photovoltaïques au sol.

C'est la prise en compte des surfaces d'assolement qui modifie le plus l'image cartographique : elles apparaissent le plus nettement dans la partie occidentale du Plateau et dans les régions de basse altitude du Jura qui connaissent un bon ensoleillement, un peu moins dans les vallées fluviales alpines. Des surfaces supplémentaires dans des zones IFP sont également visibles, mais elles sont moins proéminentes, ce qui pourrait être dû à un taux de boisement plus élevé en moyenne et à la présence d'autres zones protégées, comme des biotopes d'importance nationale.

Le présent rapport d'étude ne porte pas sur les installations agrivoltaïques. Néanmoins, il convient de noter que les surfaces d'assolement, comme les surfaces agricoles en général, peuvent être utilisées au moyen de panneaux photovoltaïques susceptibles de présenter des avantages pour l'exploitation agricole plutôt qu'au moyen d'installations photovoltaïques au sol. Cela requiert, en règle générale, une réflexion spécifique sur les cultures et les formes d'exploitation, ainsi qu'une preuve des avantages de l'exploitation agricole (par ex. protection contre les intempéries, réduction de l'assèchement des sols ou pilotage du rayonnement). La réalisation de ce type d'installations photovoltaïques pose souvent des exigences techniques plus élevées à l'installation, comme l'élévation des modules ou la maîtrise des dispositifs de régulation de leur inclinaison. Dans les cantons présentant une forte proportion de surfaces d'assolement par rapport à la surface agricole utile, le potentiel des installations au sens de l'art. 24^{ter}, al. 2, nLAT, peut être plus significatif que celui des installations photovoltaïques au sol.

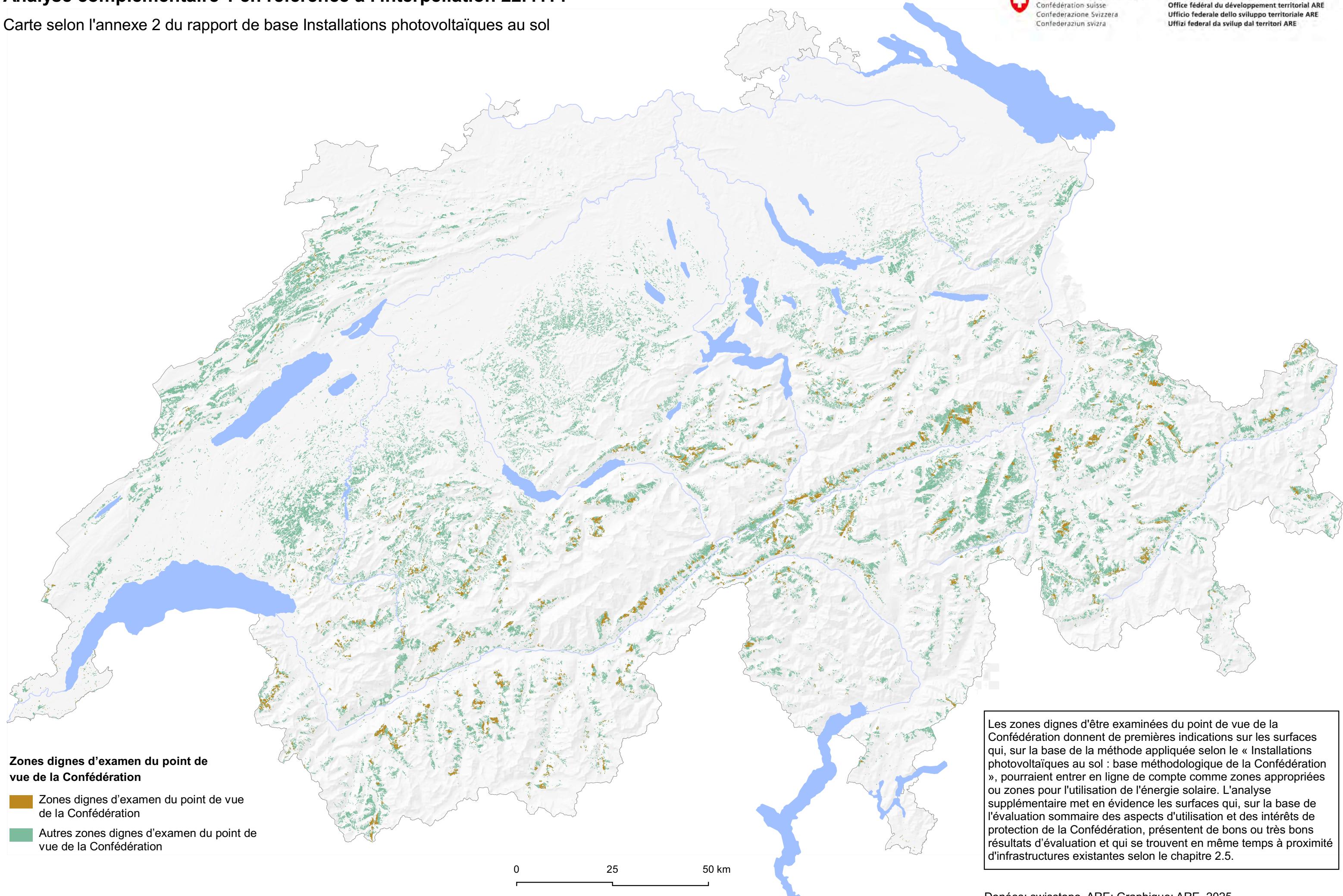
Analyse complémentaire 1 en référence à l'interpellation 22.4114

Carte selon l'annexe 2 du rapport de base Installations photovoltaïques au sol



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federali da sviluppi dal territorio ARE



Zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération

Zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération

Autres zones dignes d'examen du point de vue de la Confédération

Les zones dignes d'être examinées du point de vue de la Confédération donnent de premières indications sur les surfaces qui, sur la base de la méthode appliquée selon le « Installations photovoltaïques au sol : base méthodologique de la Confédération », pourraient entrer en ligne de compte comme zones appropriées ou zones pour l'utilisation de l'énergie solaire. L'analyse supplémentaire met en évidence les surfaces qui, sur la base de l'évaluation sommaire des aspects d'utilisation et des intérêts de protection de la Confédération, présentent de bons ou très bons résultats d'évaluation et qui se trouvent en même temps à proximité d'infrastructures existantes selon le chapitre 2.5.

0 25 50 km

Données: swisstopo, ARE; Graphique: ARE, 2025

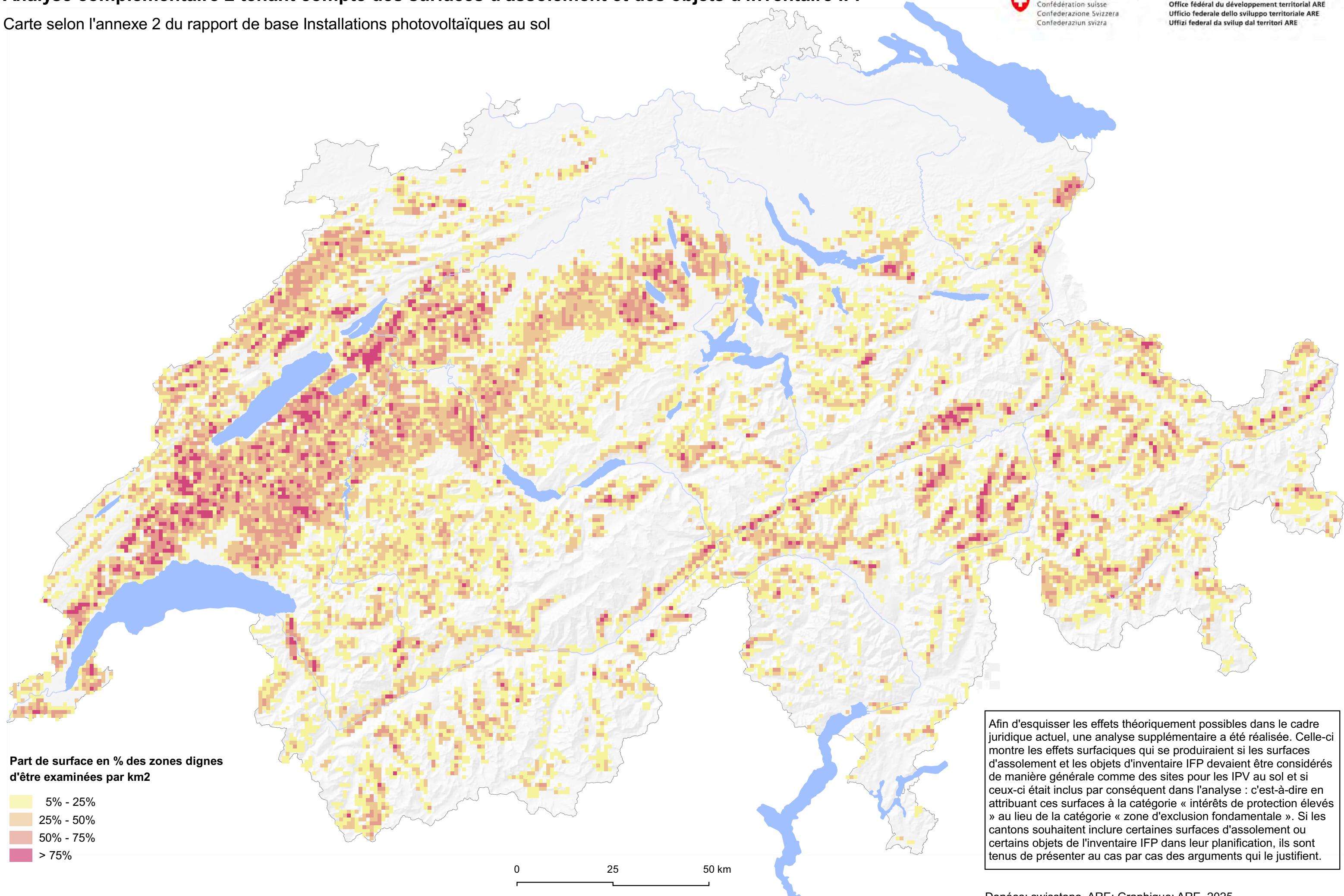
Analyse complémentaire 2 tenant compte des surfaces d'assolement et des objets d'inventaire IFP

Carte selon l'annexe 2 du rapport de base Installations photovoltaïques au sol



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federali da sviluppo del territorio ARE



Part de surface en % des zones dignes d'être examinées par km²

- 5% - 25%
- 25% - 50%
- 50% - 75%
- > 75%

0 25 50 km

Données: swisstopo, ARE; Graphique: ARE, 2025

ANNEXE 3 – Glossaire

Abréviation/terme	Explication
FLOZ	(« Flussordnungszahl » en allemand) Numéro d'ordre des cours d'eau : il sert à classer les tronçons de cours d'eau. Il permet de formuler une hypothèse sur l'étendue de l'espace réservé aux cours d'eau.
Ground Cover Ratio (GCR)	Mesure non dimensionnelle de la densité (optimale) d'occupation des modules sur une surface donnée. Le GCR exprime la manière dont la surface peut être utilisée avec des panneaux solaires ou la distance entre les rangées de modules des panneaux solaires : le GCR dépend de l'inclinaison choisie pour les modules, de la pente du terrain et de l'orientation de ce dernier.
GWh	Gigawattheure : un gigawattheure correspond à 1 million de kWh.
ha	Hectare (unité de surface de 100 x 100 m, soit 10 000 m ²).
Intérêt de protection faible	Intérêt de protection qui doit être pris en compte dans la pesée des intérêts selon l'art. 3 OAT, mais qui ne s'oppose généralement que dans une faible mesure à l'utilisation de l'énergie solaire avec des installations photovoltaïques au sol.
Intérêt de protection fort	Des dispositions générales de lois ou d'ordonnances indiquent que l'intérêt de protection correspondant a une valeur élevée dans la pesée des intérêts.
Intérêt de protection moyen	Des dispositions générales de lois ou d'ordonnances indiquent que l'intérêt de protection correspondant a une certaine valeur dans la pesée des intérêts.
Intérêt national	Taille minimale prévue par la loi pour la production d'une installation de production énergétique (éventuellement combinée à d'autres critères), de sorte que sous certaines conditions une pesée des intérêts soit possible (cf. art. 12, al. 2, LEne et art. 9a OEnE).
IPV	Installations photovoltaïques
kW	Kilowatt (unité de puissance usuelle)
kWh	Kilowattheure (unité d'énergie courante) : un kilowattheure correspond à l'énergie qu'un système (par ex. une centrale électrique ou un moteur électrique) d'une puissance d'un kilowatt absorbe ou fournit en une heure.
Rendement hivernal spécifique	La valeur correspondante représente la production d'énergie attendue sur l'ensemble du semestre d'hiver à un endroit donné par kW de puissance installée.
SDA	Surfaces d'assoulement : il s'agit des sols ayant le plus grand potentiel de rendement agricole. Ces surfaces sont prévues pour assurer l'autosuffisance de la Suisse en cas de graves pénuries.
SH	Semestre d'hiver (d'octobre à mars)
Sloped area	Surface inclinée : elle est utilisée pour les calculs du modèle afin de mieux tenir compte de la taille d'une surface réelle (est plus grande que la surface projetée).

Surface agricole utile (SAU)	Par surface agricole utile (SAU), on entend la surface utilisée pour la production végétale, à l'exclusion de la surface d'estivage (cf. art. 14 OTerm).
Terres agricoles	Notion générale qui englobe les surfaces disponibles pour une utilisation agricole.
Zone en principe à exclure	Plusieurs dispositions de lois ou d'ordonnances indiquent qu'en général, l'intérêt de protection correspondant doit l'emporter sur l'intérêt lié à l'exploitation de l'énergie solaire.
Zone sans pesée des intérêts	Surface protégée par des dispositions du droit fédéral de telle sorte qu'aucune pesée des intérêts n'est possible en vue de l'utilisation de l'énergie solaire disponible).
Zone tampon	Surface délimitée permettant de protéger un objet de certaines influences ou d'en atténuer les effets. Contrairement aux zones tampon géométriques, la surface tampon n'est pas nécessairement définie géométriquement, mais peut prendre en compte plusieurs critères techniques.
Zone tampon géométrique (« buffer » en anglais)	Espace fixe autour des points, lignes ou surfaces géoréférencés.