



UNIL | Université de Lausanne

IDHEAP

Institut de hautes études
en administration publique

David Rémondeulaz

*Promotion de l'énergie solaire grâce au
nudging. Étude des facteurs déterminants.
Contribution au projet Solarize Switzerland*

Working paper de l'IDHEAP 1/2024
Unité Stratégie et Organisation

Master of Advanced Studies (MAS) en administration publique (MPA)

Mémoire

Promotion de l'énergie solaire grâce au nudging. Étude des facteurs déterminants.

Contribution au projet Solarize Switzerland.

Working paper de l'IDHEAP 1/2024

Le texte intégral est disponible en ligne sur le dépôt institutionnel de l'UNIL :
<https://serval.unil.ch/>

Auteur

David Rémondeulaz

Jury

Rapporteur: Prof. Oliver Neumann

Co-rapporteur : Prof. Pirmin Bundi

Expert : Éric Nanchen

Décembre 2023

« Un nudge ne crée rien, il peut simplement inciter à choisir la meilleure option parmi celles disponibles. » (SINGLER, E., 2015)

« Choisir, c'est renoncer. »
Citation inspirée d'André Gide

Remerciements

« Dans un voyage ce n'est pas la destination qui compte mais toujours le chemin parcouru, et les détours surtout. »

Philippe Pollet-Villard

En préambule de ce mémoire, il m'est essentiel d'exprimer ma profonde gratitude envers ceux qui ont rendu ce voyage possible. Ce document marque la fin d'une aventure à l'IDHEAP, une expérience qui occupe une place particulière dans mon parcours de vie.

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement M. le Professeur Oliver Neumann, qui m'a offert l'opportunité d'écrire ce mémoire, un véritable cadeau à mes yeux. Votre soutien et votre bienveillance m'ont été précieux. Mes remerciements vont également à M. le Professeur Pirmin Bundi, co-rapporteur, pour ses inputs et à Mme Audrey Gonin, assistante, pour les réponses précises et utiles à mes interrogations.

Je suis également très reconnaissant envers M. Éric Nanchen qui a accepté de participer comme expert et membre du jury. Ce sont tes encouragements et tes conseils qui m'ont mis le pied à l'étrier.

Un grand merci à mon employeur, la Ville de Sion, et en particulier à son Président, M. Philippe Varone, pour m'avoir accordé la confiance et le soutien nécessaires.

Je remercie chaleureusement Madame Muriel Débaz, Madame Céline Zurbruggen, ainsi que Messieurs Stéphane Belliot, Marc Choffet, Christophe Clivaz, Paul-Alain Clivaz, Thomas Mudry, Alain Neuwerth, Jonas Rausis et Arnaud Zufferey pour leurs précieuses contributions, qu'elles aient été formelles ou informelles.

Enfin, un immense merci à ma femme, Aline, pour son soutien sans faille. Les soirées et week-ends que tu m'as permis de consacrer à ce travail ainsi que tes encouragements ont été essentiels. À mon fils Jules, dont la compréhension et la patience pendant ces mois intensifs m'ont également beaucoup touché. J'espère t'inspirer le même amour pour l'apprentissage et la découverte.

Résumé

Ce travail de recherche s'inscrit dans le cadre du projet *Solarize Switzerland* initié par l'Université de Lausanne, IDHEAP dont l'objectif est d'utiliser les principes de l'économie comportementale de type « nudge », ou coup de pouce, pour augmenter l'utilisation du solaire photovoltaïque en Suisse. Se basant sur un premier test effectué à Schaffhouse en 2022 et tendant à en démontrer l'efficacité, il vise à proposer des solutions automatisées aux communes suisses, sous forme de lettres types en plusieurs langues, en utilisant des données accessibles en ligne. À ce stade, le projet cherche à se développer pour toucher tous les types de toits.

Faisant le constat que le solaire est en plein essor, avec une augmentation de production de 1 TWh en 2022, notre étude vise à élaborer des recommandations pour la suite du projet de l'IDHEAP, à l'aune de la situation actuelle.

Pour ce faire, ce document commence par passer en revue les politiques publiques suisses qui impactent le photovoltaïque. Il s'agit de la politique climatique et de la politique énergétique. Cette étape confirme la nécessité d'augmenter la part du photovoltaïque dans la production d'énergie en Suisse pour avoir une chance d'atteindre les objectifs fixés à l'horizon 2050 sans énergie nucléaire. Mais surtout, la nécessité de compléter les mesures existantes est avérée puisque les informations en ligne et les mesures actuelles n'ont pas atteint les résultats escomptés.

Forts de ce constat, nous recherchons ensuite les freins ou biais qui agissent comme obstacles à une adoption plus large de l'énergie photovoltaïque. Cela est effectué par une revue de littérature ciblée et par des interviews de spécialistes valaisans de politique énergétique et de l'énergie photovoltaïque.

Cela nous permet de démontrer que les principaux freins et motivations à la pose de panneaux solaires PV sont de nature monétaire, ce qui confirme la nécessité de compléter les mesures existantes avec de nouveaux leviers, de même que la pertinence d'un nudge activant l'aversion à la perte. Le deuxième élément essentiel de cette contribution est la mise en exergue de la nécessité d'améliorer la faisabilité financière des projets d'installation de production solaire PV.

Notre analyse montre ensuite que les principaux obstacles sont l'hétérogénéité, une trop faible (auto)consommation d'électricité, la faiblesse des moyens financiers, des obstacles juridiques ou politiques, la complexité de certaines procédures et le marché de pénurie. Nous montrons aussi que les leviers les plus importants sont le ciblage, l'autoconsommation, les conseils financiers, les normes sociales, les normes de qualité ou la communication pour les entreprises, le solaire de balcon et enfin le rôle essentiel des communes.

Cela nous permet d'élaborer des recommandations en nous basant sur les 3 éléments les plus marquants: la prédominance des aspects financiers, la place essentielle du ciblage et le rôle central que doivent jouer les communes.

Notre étude prend donc le parti de proposer les recommandations suivantes :

- renoncer à plusieurs cibles potentielles
- choisir le niveau communal comme principal lieu d'action
- innover en proposant de dynamiser le solaire de balcon

Notre contribution se termine en signalant le risque accru de surproduction d'énergie photovoltaïque qu'un essor trop important pourrait entraîner. Le projet *Solarize Switzerland* ne peut l'ignorer. Il sera essentiel, et ceci est un élément fort de notre recherche, de trouver un juste milieu et de ne pas chercher à couvrir la Suisse de panneaux solaires photovoltaïques sans une planification précise. Diminuer les émissions de carbone oui, mais uniquement si cela se fait dans le sens de la durabilité. L'énergie solaire n'est pas un tout ni une finalité, mais une partie de la politique énergétique suisse et c'est dans cette optique que le projet devra être poursuivi. Aussi, la question des communautés de production communales devra être intégrée dans les objectifs de *solarize Switzerland* en tant que solution possible au risque de surproduction, d'une manière encore à déterminer.

Table des matières

Remerciements	iii
Résumé.....	iv
Table des matières.....	vi
1 Introduction	1
1.1 Objectif et questions de recherche	2
1.2 Structure du texte	2
1.3 Délimitation de l'étude	2
2 L'énergie solaire, principal moteur de progression de l'énergie renouvelable dans le mix énergétique suisse.....	4
2.1 La stratégie climatique à long terme	4
2.2 La stratégie énergétique 2050	6
2.3 Situation actuelle	9
2.4 Données ouvertes disponibles.....	11
2.5 Quid des locataires ?	15
2.6 Conclusion du chapitre	16
3 Approche théorique et définitions.....	17
3.1 Le paternalisme libertarien	17
3.2 Revue de littérature	19
3.3 Conclusion du chapitre	29
4 Étude de terrain : qu'en pensent les spécialistes ?	30
4.1 Freins et motivations.....	30
4.2 Autoconsommation et rentabilité	32
4.3 Le solaire plug & play ou de balcon.....	33
4.4 Rôle des communes.....	34
4.5 Conditions-cadres et divers	34
5 Analyse et discussion	35
5.1 Freins et biais	35
5.2 Facteurs déterminants	37
6 Recommandations.....	44
6.1 Renoncer	44
6.2 Choisir	46
6.3 Innover.....	47
7 Conclusion	48
7.1 Perspectives et défis à venir	49
8 Liste des abréviations	51

9	Liste des figures.....	52
10	Liste des tables.....	53
11	Bibliographie.....	54
12	Annexes.....	58
	12.1 Liste des constats du chapitre 2.....	58
	12.2 Questionnaires d'interviews (avec résultats).....	59
	12.3 Tableau des facteurs déterminants.....	67
13	Engagements de l'auteur du mémoire.....	69

1 Introduction

Le point de départ de la présente contribution est le projet « *Solarize Switzerland – Nudging the Adoption of Renewable Energies* » porté par l'IDHEAP et dont un premier test a été effectué à Schaffhouse en 2022 (Université de Lausanne, 2023). Ce projet part du postulat que « *seuls quelques propriétaires de surfaces appropriées profitent de la possibilité de produire eux-mêmes et concrètement de l'électricité sur place* » et propose d'utiliser les techniques de l'économie comportementale (nudges) pour augmenter l'utilisation du photovoltaïque parmi la population suisse. Avant d'aller plus loin, rappelons qu'un nudge est un coup de pouce qui incite un individu à prendre une décision qui est bonne pour lui (voir supra 3.1).

Le test de 2022 a été effectué en partenariat avec l'EPFZ, sur un échantillon de 600 propriétaires, avec les données disponibles en libre accès sur le site www.toitsoilaire.ch. Pour cet essai, deux groupes de contrôle et deux groupes de traitement ont été constitués, chacun contenant deux sous-groupes de 150 personnes. Dans le groupe de contrôle, il y avait un premier sous-groupe à qui aucune lettre n'a été envoyée et l'autre dont les membres ont reçu un courrier contenant des informations générales sur le PV (lettre basique). Dans le groupe de traitement, les membres du premier sous-groupe ont eu droit à une lettre contenant une analyse du potentiel PV de leur toit avec une référence à des installations PV existantes dans le voisinage immédiat (normes sociales). L'autre sous-groupe a obtenu quant à lui une analyse du potentiel PV avec des montants d'argent indiquant les sommes perdues tant qu'ils ne tirent pas profit du potentiel PV de leur toit (aversion à la perte).

La lettre qui a eu le plus de succès est celle qui utilisait le biais d'aversion à la perte (15.3% de demandes d'entretien, 100% des entretiens ayant débouché sur une offre), suivie par celle traitant des normes sociales (6.6% de demandes d'entretien, 87.5% ont demandé une offre). Premier constat, la différence entre le groupe normes sociales et le groupe basique quant à la demande d'entretien est minime (1.3%, soit 2 personnes). L'étude ne va pas au-delà de ces chiffres, on ne connaît pas le nombre d'offres qui ont été concrétisées par la suite.

Le projet actuel de l'IDHEAP consiste à mettre en place un service à l'attention des administrations publiques pour les aider à mettre en pratique ce procédé, à leur échelle. Il est également prévu de viser d'autres groupes cibles en utilisant cette approche se basant sur l'architecture du choix (les PME avec de grandes surfaces de toit, les exploitations agricoles, les locataires et les PPE).

Les avantages mis en exergue par ce projet sont triples : permettre de remplir les objectifs climatiques plus rapidement (1) à un coût bas pour la collectivité (2) et de manière automatisée et facile (3).

À l'heure où l'on annonce régulièrement un essor extraordinaire du solaire photovoltaïque en Suisse et dans le monde, en même temps qu'un manque de personnel et de matériel dû à une demande largement supérieure à l'offre, il est utile de questionner le projet afin d'en valider la démarche, cas échéant en l'adaptant à la situation.

1.1 Objectif et questions de recherche

L'objectif principal de ce travail est l'élaboration de recommandations afin que l'utilisation des nudges dans le cadre de *Solarize Switzerland* aboutisse à une augmentation réelle du nombre d'installations de production photovoltaïque en Suisse.

Pour atteindre cet objectif, nous allons répondre aux trois questions de recherche suivantes :

1. *Quelles sont les principales mesures et directives des politiques publiques en vigueur en Suisse concernant l'énergie solaire photovoltaïque, et quel impact ont-elles eu sur l'adoption et la production d'énergie solaire jusqu'à présent ?*
2. *Quels freins ou biais peuvent être identifiés comme principaux obstacles à l'adoption plus large de l'énergie photovoltaïque en Suisse ?*
3. *Quels sont les facteurs déterminants (obstacles, leviers) qui influencent l'efficacité des nudges pour promouvoir l'adoption de l'énergie solaire photovoltaïque en Suisse dans le cadre du projet Solarize Switzerland ?*

1.2 Structure du texte

Le document est structuré autour des questions de recherche. Il commence par un examen approfondi des stratégies climatiques et énergétiques de la Suisse (chapitre 2), afin de comprendre la situation actuelle quant à l'implantation du solaire photovoltaïque dans le pays. Ce chapitre devra répondre à la première question de recherche et confirmer ou infirmer le besoin d'un coup de pouce pour atteindre les objectifs fixés par les stratégies passées sous revue.

L'étape suivante (chapitre 3) consiste en une revue de littérature qui nous permet de travailler sur la notion de nudges en général, et de nudges verts en particulier. Cet état de l'art alimente l'analyse et enrichit les recommandations dans la dernière partie de l'étude.

Pour affiner la question des freins/biais et des autres éléments qui peuvent impacter l'efficacité des nudges pour le photovoltaïque, nous procédons à des entretiens semi-directifs avec des personnes pouvant nous apporter un éclairage essentiel. Le résultat de ces entretiens est traité dans le chapitre 4.

Le chapitre 5 représente le cœur de notre travail. Il s'agit de l'analyse et de la discussion nous permettant de répondre aux questions de recherche 2 et 3. Cette analyse est scindée en deux parties, l'une au sujet des freins et biais et l'autre traite des facteurs déterminants (obstacles et leviers).

Enfin dans le chapitre 6 nous élaborons des recommandations à l'attention du projet « *Solarize Switzerland* ». Notre parti pris est de proposer des mesures courageuses afin d'augmenter l'efficacité du projet de nudging dont il est question.

1.3 Délimitation de l'étude

Celle-ci traite de l'énergie solaire de type photovoltaïque (PV) uniquement. Il s'agit de production d'électricité au moyen d'installations solaires photovoltaïques. Nous ne traitons pas de la production de chaleur qui se fait grâce à des capteurs solaires thermiques (production d'eau chaude). Pour rappel, l'énergie solaire PV est un

procédé consistant en des panneaux composés de cellules qui transforment le rayonnement solaire en courant continu. Ce courant est à son tour transformé en courant alternatif à l'aide d'un onduleur, ce qui permet son utilisation par une consommation propre ou sa vente sur un réseau (OFEN, 2023a). Le solaire PV de type plug & play sera également pris en considération dans notre étude. Ce type d'installation, aussi appelée solaire de balcon, consiste en des panneaux PV (de 1 à 3) qui se posent sans devoir obtenir une autorisation. L'installation se branche par une simple prise secteur. La puissance maximale autorisée est limitée à 600W, soit une production d'environ 600 kWh par année, pour un prix oscillant entre Fr. 600 et Fr. 1'800.- (Energuid.ch, 2023).

Ce mémoire vise uniquement les constructions existantes sur le territoire suisse. Les constructions pour lesquelles il existe une obligation d'y installer des panneaux solaires photovoltaïques ne sont pas prises en compte. Il s'agit par exemple des nouveaux bâtiments avec une surface de plus de 300 m² (art. 45a LEne), ou des nouvelles constructions dans certains cantons. Les grandes installations alpines au sens de l'art. 71a LEne ne sont pas non plus objet de l'étude.

2 L'énergie solaire, principal moteur de progression de l'énergie renouvelable dans le mix énergétique suisse

Dans cette première partie, nous passons en revue les stratégies climatiques et énergétiques de la Suisse et décrire la situation en matière de production photovoltaïque. Cela nous permettra de répondre à la première question de recherche : *quelles sont les principales mesures et directives des politiques publiques en vigueur en Suisse concernant l'énergie solaire photovoltaïque, et quel impact ont-elles eu sur l'adoption et la production d'énergie solaire jusqu'à présent ?*

Dans un but d'analyse et de facilité de lecture, nous ressortons et numérotions (P1, P2, Px, etc.) les principaux constats. La liste complète qui se trouve dans l'annexe 1 a servi à l'élaboration du questionnaire, dont les résultats sont présentés au chapitre 4. La partie se termine par des remarques sous forme de conclusions.

2.1 La stratégie climatique à long terme

Le point de départ de la stratégie climatique de la Suisse est la signature de l'Accord de Paris en 2015, puis par sa ratification en 2017 (Conseil fédéral suisse, 27.01.2021). L'objectif global de l'Accord de Paris, énoncé à son article deux, est de limiter l'augmentation de la température moyenne mondiale à 2° par rapport à l'ère préindustrielle, mais avec l'objectif final de limiter cette augmentation à 1.5° (Conseil fédéral suisse, 12.12.2015). Selon l'Accord, cette limitation se réalisera par une diminution des gaz à effet de serre (GES) et devra faire l'objet d'une stratégie à long terme de la part des pays signataires.

C'est en août 2019 (Conseil fédéral suisse, 28.08.2019) que le conseil fédéral a pris la décision de fixer la neutralité carbone de la Suisse à 2050, afin de contribuer à la limitation du réchauffement mondial à 1.5 degré par une accélération de la cadence par rapport aux accords de Paris, suite au rapport spécial du GIEC de 2018 qui décrit l'importance des conséquences entre une hausse de 1.5° ou de 2° (GIEC, 2018).

Cette stratégie se fonde principalement sur l'exigence de réduction des GES jugée impérative pour atteindre la limitation de température fixée, en élaborant des mesures dans tous les secteurs concernés (énergie, bâtiments, transports, industrie, agriculture, etc).

La base légale sur laquelle se construit la politique climatique est la loi fédérale sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (loi sur le CO₂) depuis l'année 2000. Cette dernière a subi une révision totale en 2020 (entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2022, suite au referendum du 13 juin 2021 (Assemblée fédérale suisse, 23.12.2011). Elle transpose les engagements pris par la Suisse sur le plan international (accords de Kyoto et de Paris) et fixe des objectifs et des mesures qui permettront de diviser par deux les émissions globales de la Suisse d'ici 2030 et de diminuer de 37.5% les émissions de CO₂ sur le territoire. Elle aura des impacts au-delà de 2030.

La loi sur le CO₂ est un mélange d'incitations financières, d'investissements et de progrès technologiques. Il devient financièrement intéressant de produire peu de CO₂, au contraire pour ceux qui en génèrent beaucoup. Les principales mesures sont les suivantes : Fonds pour le climat, taxe sur les billets d'avion, sur le CO₂, obligation de compenser, mesures de réduction pour les bâtiments (DETEC, 13.06.2021).

Pour ce qui concerne le thème de notre travail, la loi sur le CO2 attribue une partie du produit de la taxe sur le CO2 pour diverses mesures en lien avec l'énergie pour ce qui concerne les bâtiments ou pour les technologies favorisant les énergies renouvelables (art. 34 et 35 de la loi).

L'énergie étant un élément important de la stratégie climatique, elle aborde ce thème sous l'angle des perspectives énergétiques (OFEN, 2023b) en soulignant le fait que ces dernières ont été révisées en fonction de la politique climatique. Ces perspectives prédisent que nous allons vers une électrification accrue, en raison de l'importance croissante de la mobilité électrique et des pompes à chaleur (PAC), notamment. Les dernières statistiques en lien avec le chauffage nous disent quant à elles que 56.8% des bâtiments sont chauffés à l'énergie fossile (mazout et gaz). 18.5% des bâtiments sont chauffés par des PAC, 11.9% par des chauffages à bois et 7.9% par de l'électrique (OFS, 2023a). Élément essentiel pour notre étude, le fait que les bâtiments construits entre 2001 et 2010 ont des PAC pour 42.5% et ceux construits entre 2011 et 2022 pour 72%, alors qu'auparavant ce taux était à 20% ou moins. Cette demande en augmentation nécessitera, selon ces projections, une augmentation des énergies renouvelables internes, principalement le photovoltaïque. Le rapport mentionne également la nécessité d'avoir des réseaux avec une capacité d'intégration suffisante.

Des objectifs stratégiques sont fixés dans chaque domaine. Pour ce qui concerne le thème traité, les plus importants sont ceux concernant les bâtiments et les transports. Le premier en raison du remplacement des chauffages de type fossile par des pompes à chaleur (ou des chauffages à distance) qui entrainera une augmentation de la consommation électrique. Pour le deuxième c'est en particulier l'électrification prévue du parc de véhicules qui aura un impact puisque l'on prévoit que 90% des véhicules (tourisme et utilitaires légers) neufs seront électriques. À noter que l'étude mentionne à juste titre l'existence d'obstacles structurels (rapports de propriété, loueurs et locataires, procédures, solvabilité) qui implique des solutions mixtes combinant des approches adaptées aux groupes cibles (Conseil fédéral suisse, 27.01.2021).

La loi climat¹

Le 18 juin 2023, le peuple suisse a accepté la loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (LCI) qui lui était soumise en procédure de referendum. Cette acceptation finalise l'objectif zéro net pour ce qui est des GES, entamé lors de la ratification de l'Accord de Paris.

Cette loi a été élaborée comme contre-projet indirect à l'initiative pour les glaciers, qui interdisait le mazout, l'essence, le diesel et le gaz naturel à partir de 2050. De manière résumée, cette loi prévoit deux mesures principales pour avancer en direction de la neutralité carbone : il s'agit d'encouragement financier pour inciter les propriétaires à remplacer les chauffages à gaz ou mazout ou les chauffages électriques par un chauffage renouvelable (bois ou pompe à chaleur) ou pour investir afin d'isoler les bâtiments (mesure sur 10 ans) et de soutenir financièrement les entreprises industrielles et artisanales qui utiliseront des technologies innovantes préservant l'environnement.

¹ OFEV, 18.06.2023.

Ces mesures se transposeront dans la législation sur l'énergie par la création de l'art. 50a : Programme d'impulsion de remplacement des installations de production de chaleur et de mesures dans le domaine de l'efficacité énergétique.

La réduction des GES est un élément essentiel et *sine qua non* pour atteindre les objectifs liés à l'augmentation de la température. La Suisse va de ce fait au-devant d'une phase d'**électrification accrue** causée par l'augmentation de la mobilité électrique et le remplacement des chauffages fossiles par des PAC. Ces changements impliquent une **augmentation importante des besoins en énergie PV** (P1). Au vu de la proportion de PAC dans les **bâtiments**, ceux **construits après 2000** sont plus propices pour l'utilisation d'énergie solaire PV (P2). L'existence d'**obstacles structurels** (rapports de propriété, loueurs et locataires, procédures, solvabilité) doit être prise en compte par la mise en place de **solutions mixtes** combinant des approches adaptées aux groupes cibles (P3). La loi climat va également favoriser les changements de chauffage et l'isolation des bâtiments (P4).

2.2 La stratégie énergétique 2050²

La catastrophe de Fukushima en 2011³ rappelait au monde que l'énergie atomique comportait des risques importants pour l'humanité (OFEN, 2021). En Suisse, cela a entraîné un vaste débat ayant très rapidement abouti à la décision de principe du conseil fédéral de sortir progressivement le pays de l'énergie nucléaire et d'adapter la stratégie énergétique en ce sens. Le parlement lui emboîte le pas par le dépôt de motions en hiver de la même année. Ce fut le point de départ de la stratégie énergétique 2050 qui aboutira, après un peu plus de 5 ans de travaux parlementaires, à l'adoption d'une loi sur l'énergie totalement révisée. Cette dernière, acceptée par le peuple le 21 mai 2017, entra en vigueur au 1^{er} janvier 2018 avec ses dispositions d'application (OFEN, 18.01.2018). Cette stratégie est liée à la politique climatique, en raison de son influence sur la production des GES.

Afin de réussir à sortir progressivement du nucléaire, la stratégie énergétique suisse est fondée sur quatre piliers :

1. L'efficacité énergétique (OFEN, 2020b)

Ce pilier repose sur l'adage bien connu qui dit que l'énergie la moins chère et la moins polluante est celle que l'on ne consomme pas. Cette non-consommation contribue donc également à la diminution des GES. L'efficacité permet d'économiser de l'énergie et donc d'en réduire l'importation. Des mesures visant à accroître l'efficacité sont prises pour les bâtiments, la mobilité, l'industrie et les appareils. Par ces mesures il s'agit de baisser à la fois la consommation d'énergie et celle d'électricité par personne. Ce pilier est constitué de mesures incitatives (fiscales : déductibilité des frais pour les bâtiments, d'encouragement avec des appels d'offres publics pour des projets allant dans ce sens) et prescriptives (niveau d'émission des véhicules). Le financement provient essentiellement de la taxe sur le CO₂.

² DETEC, 2017.

³ Un séisme important (magnitude de plus de 9 sur l'échelle de Richter) a eu lieu en mer et a causé un tsunami ayant recouvert la centrale atomique de Fukushima au Japon.

2. Promotion des énergies renouvelables (OFEN, 2020c)

Par cette mesure la confédération entend augmenter la part de la production d'énergie provenant du renouvelable par des incitations financières. Il s'agit en premier lieu de la rétribution unique, contribution à l'investissement valable à la fois pour les grandes installations photovoltaïques que pour les petites. Nouveauté de la législation, la production d'énergie à partir de ressources renouvelables obtient désormais le statut d'intérêt national et se hisse au niveau de la protection de la nature dans la pesée des intérêts. Enfin, il s'agit également de simplifier et raccourcir les procédures d'autorisation.

3. Sortir du nucléaire (OFEN, 2020d)

Depuis l'entrée en force de la nouvelle loi, la construction de centrales nucléaires est interdite. Les centrales existantes peuvent rester en service, aussi longtemps qu'elles fonctionnent de manière sûre.

4. Réseaux électriques (OFEN, 2020a)

La transformation et la rénovation des réseaux électriques, maillons essentiels de l'approvisionnement électrique, sont facilitées sur le plan des procédures, afin de les accélérer.

À noter que sur une révision de la loi sur l'énergie par le parlement en automne 2022 (Mesures urgentes visant à assurer rapidement l'approvisionnement en électricité pendant l'hiver, promotion de l'énergie solaire ou « offensive solaire »), le conseil fédéral a modifié les ordonnances nécessaires le 17 mars 2023 afin de permettre la construction de grandes installations photovoltaïques en montagne. Pour ce type d'installation, la rétribution unique pourra monter jusqu'à 60% (Conseil fédéral suisse, 17.03.2023).

Pour ce qui concerne notre étude, il est important de souligner que l'énergie photovoltaïque est la source d'énergie principale permettant à la fois d'atteindre les objectifs de production d'énergie renouvelable et les objectifs d'ordre climatiques qui y sont liés, étant donné que la production d'énergie est l'une des principales causes d'émission de GES (Conseil fédéral suisse, 16.12.2022).

Le monitoring quinquennal

Dans le cadre de la stratégie énergétique esquissée ci-dessus, il incombe au conseil fédéral de rendre des comptes au parlement chaque 5 ans, par un monitoring quinquennal dont le premier exemplaire a été publié le 16 décembre 2022 (Conseil fédéral suisse, 16.12.2022). L'objectif de ce rapport, fondé sur l'art. 55 al. 3 LÉne, est d'offrir un état des lieux et une évaluation des mesures.

L'élément principal de ce rapport est le constat que les mesures en vigueur ne suffisent pas à atteindre les objectifs fixés, autant en matière climatique qu'énergétique, en particulier pour ce qui concerne la production d'énergie renouvelable et la réduction de la consommation d'énergie. Le rapport souligne même la nécessité d'accélérer fortement le développement des énergies renouvelables.

Pour ce qui concerne le photovoltaïque, le rapport souligne qu'il s'agit du principal moteur de la progression de la production d'énergie renouvelable en Suisse, même si elle n'en représentait que 7.2% en 2021. Il revient ensuite sur les impacts des instruments des domaines en question, notamment le photovoltaïque. Les deux outils principaux de la politique publique pour encourager l'utilisation d'énergie photovoltaïque sont la rétribution unique (RU, art. 24, 25, 28 et 29 LEne) et la consommation propre et le regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP, art. 16 – 18 LEne).

La RU (financement assuré par le supplément réseau) est un montant d'au maximum 30% des coûts d'investissement qui est versé après la mise en service d'une installation. Ce versement se fait pour les petites installations (PRU, < 100 kWp⁴) comme pour les grandes (GRU, > 100 kWp). Constat intéressant du rapport, ce sont les petites installations qui demandent le plus la RU et ce sont elles qui génèrent le 60% de la puissance produite. Autre constat intéressant du rapport, il y a un effet d'aubaine estimé à 50% pour les installations de type PV, ce qui signifie que la moitié de ces installations auraient été posées même sans RU, car c'est surtout la propre consommation de l'électricité autoproduite qui donne sa rentabilité à une installation, le pourcentage augmentant avec l'augmentation du degré d'autoconsommation. À noter que l'impact de la RU augmente avec la taille de l'installation et que l'effet d'aubaine est plus important pour les petites installations des particuliers, ces derniers décidant principalement de la construction d'une installation PV pour des raisons écologiques⁵. Selon l'audit du contrôle fédéral des finances de mai 2023 (Contrôle fédéral des finances, 2023), 1.5 milliard de francs ont été alloués dans le cadre de la RU, pour 130'000 installations PV, dont la production annuelle représente 2.6 TWh.

La principale incitation à la pose de panneaux PV est donc la possibilité d'autoconsommer gratuitement l'énergie produite. Il faut ajouter à cela les regroupements dans le cadre de la consommation propre (RCP) qui permet aux consommateurs d'un même bâtiment et des biens-fonds avoisinants d'utiliser l'énergie produite. Étant donné que l'autoconsommation rentabilise l'installation, ce type de regroupement offre en plus l'avantage de ne pas ou moins souffrir d'une éventuelle baisse du prix de revente de l'énergie produite en cas de surproduction, ceci même s'il y a certaines entraves à son utilisation (installation de compteurs, interdiction d'utiliser le réseau et la charge pour convaincre les locataires). Il est donc important d'augmenter les taux d'autoconsommation au maximum pour profiter de cette rentabilité (recharge de voiture électrique, utilisation de pompe à chaleur, batterie, etc.). Le constat que 80% des installations n'utilisent pas l'entier du toit est également intéressant pour notre étude puisqu'il s'agit d'un potentiel d'économie lié au coût marginal des panneaux ajoutés. L'élément qui augmente le plus la rentabilité, en plus de l'autoconsommation, est la taille de l'installation (il peut y avoir un facteur 6 de différence) (ZUFFEREY, A., 2021). Autre input intéressant de cette contribution, le fait que les villas individuelles ont de facto un faible taux d'autoconsommation (30%) et que pour elles les distributeurs ou les communes pourraient influencer sur les tarifs de reprise afin par exemple d'augmenter la production.

Cette évaluation des impacts se termine en proposant de remplacer la contribution de base actuelle par une rétribution liée à la puissance totale pour encourager à couvrir

⁴ Le kWp (KiloWatt-peak) ou kWc (KiloWatt-crête) est l'unité de mesure de la puissance électrique maximale d'une installation solaire dans des conditions standards.

⁵ Cela était exact dans les 10 dernières années, mais plus aujourd'hui (voir supra 5.1).

l'entier des toits et en subventionnant plus les installations avec une petite part d'autoconsommation (Conseil fédéral suisse, 16.12.2022, page 60). De plus, le fait que les installations qui injectent l'entier de l'énergie produite puissent depuis cette année (nouvelle teneur de l'art. 25 LEné) être bénéficiaires d'une RU jusqu'à 60% (enchères si la production dépasse les 150 kW) encourage à cibler les entrepôts et bâtiments agricoles. Enfin, le rapport conclut également que les obstacles aux RCP devraient être levés (Conseil fédéral suisse, 16.12.2022, page 65).

Concrètement, selon les perspectives énergétiques 2050+ (OFEN, 2023b), l'objectif est d'atteindre une production annuelle de 34 TWh (correspondant à 40% de l'approvisionnement total), en partant d'une production actuelle de 2.6 TWh en 2022 (Contrôle fédéral des finances, 2023, page 7) afin de remplacer l'énergie nucléaire. Même en hiver il sera possible de diminuer les importations grâce au PV qui représentera 30% du total. Grâce aux centrales à accumulation (hydraulique, pompage turbinage), il sera en effet possible de garantir la flexibilité nécessaire, en plus de tous les autres moyens décentralisés (batteries (pour 70% des installations en 2050), voitures électriques, etc.). Ces éléments permettront le lissage de la consommation et d'augmenter l'autoconsommation des utilisateurs.

La RU et la consommation propre ne suffisent pas à atteindre les objectifs fixés pour ce qui concerne la production d'énergie renouvelable, il faut **impérativement accélérer** (P5). Les petites installations (60% de la puissance produite) sont celles qui demandent le plus la RU, même si l'**effet d'aubaine est estimé à 50%** pour elles, car c'est la propre consommation qui donne sa rentabilité à une installation. Cet effet d'aubaine s'explique aussi par le fait que les particuliers qui ont déjà une installation l'ont fait principalement pour des **raisons écologiques** (P6). La **principale incitation** à la pose de panneaux PV est donc la possibilité d'**autoconsommer gratuitement l'énergie produite** (P7). Les **entraves à l'utilisation de RCP** en font une meilleure solution pour les nouvelles constructions (P8). Il faut **augmenter l'autoconsommation au maximum** pour augmenter la rentabilité (recharge de voiture électrique, utilisation de pompe à chaleur, batterie, etc.) (P9). 80% des installations n'utilisent pas l'entier du toit malgré le **potentiel d'économie** lié au coût marginal des panneaux ajoutés (P10). Une **augmentation des tarifs de reprise** pourrait corriger ce problème, avec un coup de pouce des communes ou des distributeurs (P11). La RU pourrait être remplacée par une **rétribution liée à la puissance totale** pour encourager à couvrir l'entier des toits et en **subventionnant plus** les installations avec une **petite part d'autoconsommation** (P12). Les installations d'une certaine taille **sans autoconsommation** peuvent bénéficier d'une **RU jusqu'à 60%** (p. ex : entrepôts, bâtiments agricoles) (P13).

2.3 Situation actuelle

À ce stade il nous paraît utile de nous intéresser à la situation actuelle en Suisse, afin de connaître le potentiel réel et ainsi mieux comprendre les enjeux. Pour ce faire, nous utilisons les données fournies par le site <https://www.vese.ch/fr/pvpower> (Association des producteurs d'énergie indépendants, 2021) ainsi que les statistiques de l'énergie solaire de l'OFEN.

Selon le site susmentionné, il y a en Suisse en potentiel de production (toits et façades) de 67 TWh, soit environ le double de ce qui est visé pour 2050. Si l'on se réfère à la production de 2022 qui se monte à 3'858 GWh (3.858 TWh), on constate que la

production d'énergie PV ne couvre que 6.76% de la consommation de l'année (5.75% du potentiel de production). Si l'on s'intéresse aux 2'842 GWh d'énergie produite en 2021 par le PV, on constate que l'augmentation a été, en une seule année, de 1'016 GWh (1.016 TWh), ce qui est plus du double que lors du précédent record (421 GWh en 2020). Certes, l'augmentation est importante et le sera également à nouveau cette année, mais en regard de la finalité, la Suisse est loin du but. Au niveau mondial, elle pointe au 15^e rang avec son taux de couverture (IEA PVSP, 2023).

Les perspectives 2050+ tablant sur une production de 34 TWh, la différence est d'environ 30 TWh, les chiffres de 2023 n'étant pas pris en compte dans notre étude. Mis en perspective avec les éléments précédents, on peut estimer que le boom actuel ne suffit pas, ce qui est par ailleurs confirmé par ZIELONKA N. et alii (2023) grâce à leur méthode d'analyse probabiliste de l'évolution de la situation au niveau des communes suisses⁶. Ce qui est problématique, mais essentiel pour nous, est le fait que comme le suggèrent les études, les personnes privées qui sont déjà passées au PV sont des convaincues, ce qui n'est pas le cas des autres.

Au niveau des installations il y en a 187'400 fin 2022, contre 144'550 fin 2021. Les plus de 40'000 installations de 2022 correspondent à 22% du total des installations posées depuis 2000. Il est donc indéniable qu'il y ait un boom de la pose des installations PV en Suisse ces dernières années.

Ce qui est intéressant pour la suite de notre contribution est le détail par emplacement et par classe de puissance, raison pour laquelle elles sont reproduites (OFEN, 13.07.2023, page 8).

	2022	Nombre de système	Puissance en MW	Ø Puissance en kW
Maisons individuelles		32'542		12.0
Maisons à plusieurs logements		5'092		25.4
Industrie, artisanat		3'035		135.3
Agriculture		1'182		67.5
Services		365		54.5
Secteur public		595		78.2
Transports		36		73.2
Divers		129		29.0
Total install. racc. au réseau		42'976	1'082.9	25.2

Tableau 1: Évaluation des installations PV mises en place au cours de l'année de référence (installations raccordées au réseau uniquement), par emplacement (OFEN, 13.07.2023)

⁶ Les auteurs ont démontré cela par une méthode probabiliste qui dément les pronostics déterministes généralement utilisés. Leur étude a pris en compte l'évolution de l'énergie solaire PV, des pompes à chaleur et des véhicules électriques avec batterie dans toutes les communes de Suisse. Les résultats pour chaque commune sont disponibles en libre accès.

2022	Nombre de système	Puissance en MW	Ø Puissance en kW
jusque 4 kW	1'794	4.3	2.4
de 4 kW à 20 kW	31'920	345.5	10.8
de 20 kW à 30 kW	3'944	95.4	24.2
de 30 kW à 50 kW	2'297	88.2	38.4
de 50 kW à 100 kW	1'370	97.2	70.9
de 100 kW à 1000 kW	1'601	376.0	234.8
plus de 1000 kW	50	76.3	1'525.6
Total install. racc. au réseau	42'976	1'082.9	25.2

Tableau 2: Évaluation des installations PV mises en place au cours de l'année de référence (installations raccordées au réseau uniquement), par classe de puissance (OFEN, 13.07.2023)

87% des installations sont posées sur des maisons individuelles (75%) ou des maisons à plusieurs logements (12%). Cela ne représente que 48% de la puissance installée, en MW (pour ce qui est de l'utilisation d'énergie, il est important de rappeler que les ménages utilisent 33% de l'énergie consommée dans le pays (OFEN – Suisseenergie.ch, 2020). Ce sont les installations de l'industrie – artisanat qui représentent, avec seulement 7% des installations, une puissance installée de 410 MW, soit 38% du total. Cela se confirme par le récapitulatif de puissance qui souligne également la prédominance des petites surfaces de type villa (< 20 kW). La puissance moyenne des installations est la plus élevée pour les bâtiments de l'industrie – artisanat, ce qui implique que ce sont les surfaces installées les plus importantes. Toutefois, dans l'ensemble les ménages pèsent plus en puissance installée.

Sachant qu'il y avait un peu plus d'un million de maisons individuelles en Suisse en 2021 (OFS, 2023b), le réservoir de maisons individuelles serait d'environ 900'000. Pour ce qui est des maisons à plusieurs logements, leur nombre est de moins de 500'000 en 2021, ce qui donne une réserve d'au moins 450'000 objets. Ces chiffres montrent qu'au final le total de puissance installée sera identique entre les maisons individuelles et celles à plusieurs logements, la différence étant dans la puissance installée deux fois plus importante en moyenne pour un immeuble d'habitations. Même si la majorité des installations sont petites (villas), il n'en demeure pas moins que le TWh d'augmentation de la production de 2022 se base pour un tiers là-dessus.

Un élément qui ne se lit pas dans ces chiffres et qui passe sous le radar en raison de sa petite taille est le PV de type plug & play. En effet, avec ces 0.6 MW de puissance ce type de solaire pourrait être qualifié de non significatif, mais il peut malgré tout être intéressant pour nous.

La production d'énergie PV correspond aujourd'hui à 5.75% du potentiel de production. L'augmentation de production en 2022 de plus de 1 TWh est importante, mais épuise le bassin des convaincus (P14). Le besoin à combler correspond à 30 TWh selon les perspectives 2050+. La puissance moyenne des installations est la plus élevée pour **les bâtiments de l'industrie – artisanat**, mais dans l'ensemble, ce sont les **ménages (bâtiments de vie)** qui pèsent le plus en puissance installée (P15).

2.4 Données ouvertes disponibles

Le toit de ma maison est-il adapté pour produire de l'énergie grâce au soleil? C'est par cette phrase que commençait le communiqué de presse (OFEN, 19.02.2016) annonçant la création du site internet www.toitsolaire.ch en 2016. Cette page a été élaborée par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), l'Office fédéral de topographie

(swisstopo) et l'Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse) et contient l'ensemble des toitures de Suisse depuis 2018. En 2017 a été lancée la page www.facade-au-soleil.ch qui offre les mêmes informations, en répondant à la question : combien d'électricité ou de chaleur est-il possible de produire sur les façades de ma maison?

Tout un chacun peut ainsi avoir accès aux informations le concernant, celles-ci étant des données libres. Il suffit pour cela d'y rentrer son adresse postale. À noter que par un simple clic, il est possible de passer d'une version à l'autre (toit – façade).



Figure 1: Exemple de l'aptitude d'un toit pour produire de l'énergie PV selon les informations en open data (www.toitsolaire.ch)

Le site donne de plus amples informations sur l'aptitude de la toiture pour la production d'énergie solaire photovoltaïque (excellente, très bonne, moyenne, faible) par un jeu de couleurs. Il informe au sujet de la production maximum possible que le toit représente et quantifie cela en le valorisant à 10 centimes le kWh, dans notre exemple il s'agit de 17'200 kWh, soit env. 1'700.-. Ensuite il est possible de configurer légèrement en fonction de la réalité de chacun, avec l'information théorique que la consommation standard d'un ménage de quatre personnes est de 3'500 kWh par année.

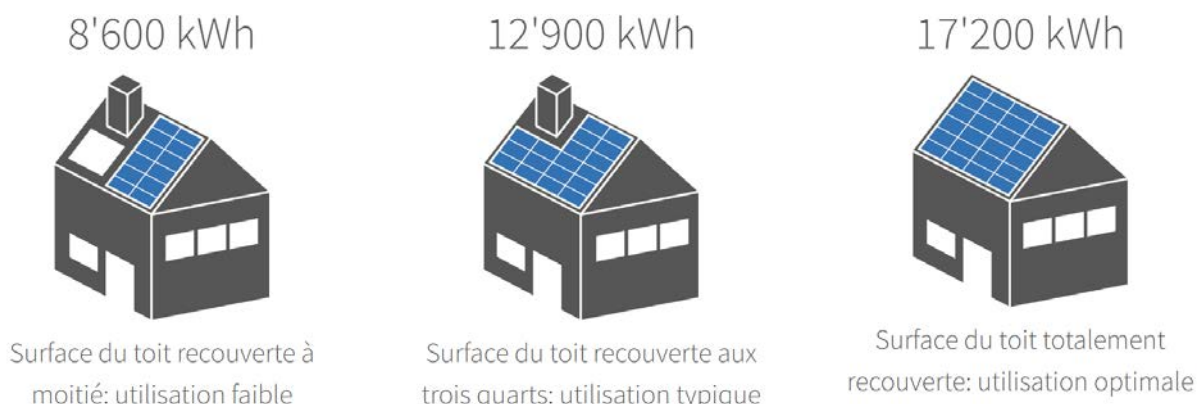


Figure 2: Exemple de choix de couverture d'un toit pour produire de l'énergie PV selon les informations en open data (www.toitsolaire.ch)

En fonction du choix effectué, le site renvoie ensuite sur le site partenaire de www.suissenegie.ch qui permet de faire une estimation des coûts et de la rentabilité.

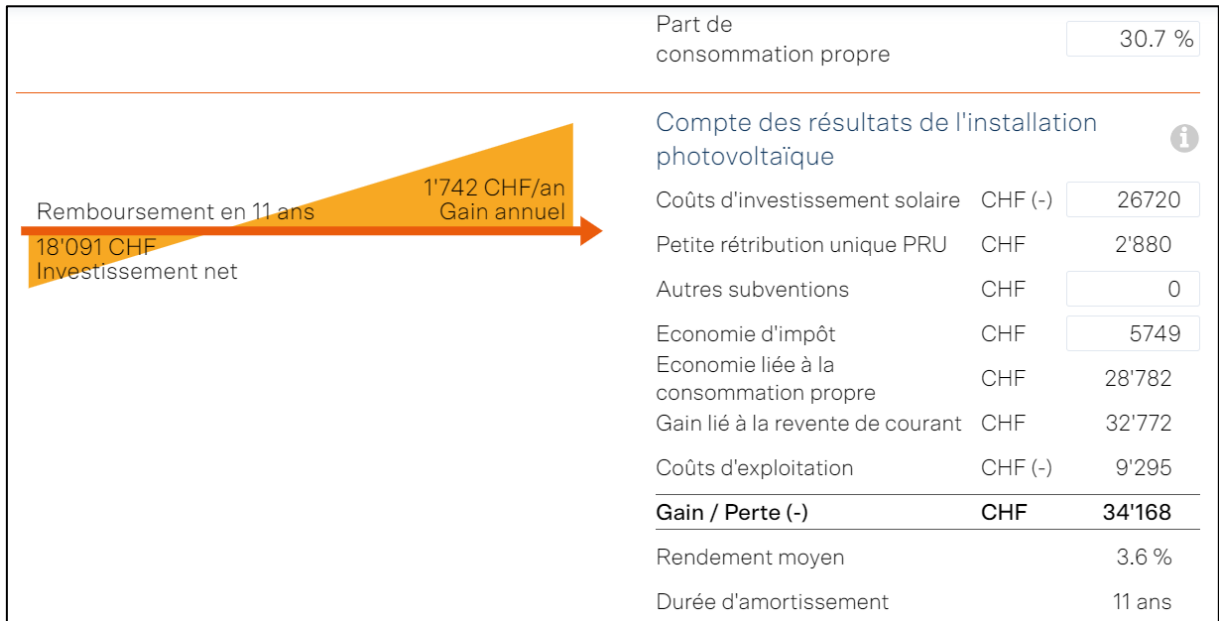


Figure 3: Exemple d'estimation des coûts et de la rentabilité d'une installation PV (www.suisseenergie.ch)

Le site propose ensuite de générer un PDF avec toutes les informations clés, dont ce type d'élément qui devrait motiver à aller plus loin.



Figure 4: Exemple de données clés d'une installation PV (www.suisseenergie.ch)

Pour aller plus loin, le même document donne plusieurs conseils, dont une liste de questions fréquentes. Il renvoie sur un site contenant une liste de spécialistes et last but not least, il est même possible de faire comparer plusieurs devis (<https://www.suisseenergie.ch/tools/check-devis-solaire/>).

Un élément très intéressant de la plateforme est le fait que tous les bâtiments de Suisse sont recensés (bâtiments agricoles, industries, etc.), pas uniquement les villas.

Si l'on met en parallèle la mise en ligne de ces informations en 2016 / 2018 avec les statistiques de l'OFEN, force est de constater que bien qu'utile, ce n'est pas le site internet qui joue un rôle sur les propriétaires. Ce site pourtant très complet n'aura vraisemblablement aidé que les early adopters et les convaincus. En revanche c'est un bon outil marketing pour appuyer les offres des installateurs de PV.

Il s'agira donc de mieux comprendre cela dans la suite de notre étude dont l'enjeu sera de changer cet état de fait, en déterminant les facteurs qui permettront une avancée rapide, en particulier dans le cadre d'une utilisation des nudges.

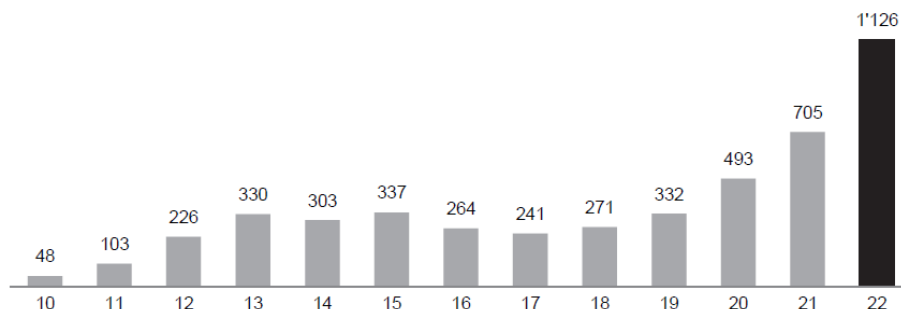


Figure 5: Évolution des ventes annuelles de puissances en MW au cours des dernières années selon la statistique 2022 (OFEN 13.07.2023)

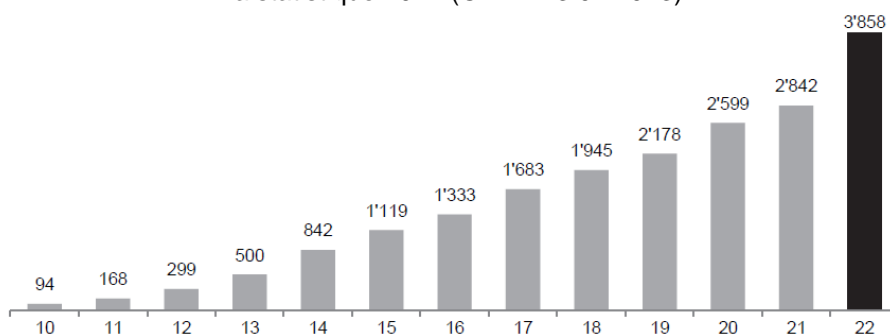


Figure 6: Production annuelle d'électricité photovoltaïque (en GWh) de l'année précédente et l'année de référence selon la statistique 2022 (OFEN 13.07.2023)

Au niveau des communes, le site <https://www.vese.ch/fr/pvpower/> permet de déterminer le potentiel de production. De même, il contient également la puissance installée en fonction de la puissance potentielle. Si nous prenons l'exemple de la commune de Saillon (domicile de l'auteur de ce document), on constate que le potentiel de production est de 46 MW. Aujourd'hui il y a à Saillon 1016.1 kW de puissance installée, soit 2.2% du potentiel. Selon les données de l'OFEN, disponible sur le site www.toitsolaire.ch le potentiel de production électrique est de 42.81 GWh/an (35.47 GWh/an uniquement sur les toits). L'utilisation de ces informations en ligne pourrait servir pour définir des objectifs communaux, par exemple, dans le cadre d'un projet comme *Solarize Switzerland* (ex. : passer de 2.2% à 10% du potentiel). Cela permettrait ensuite d'affiner le ciblage pour atteindre plus aisément l'objectif grâce à l'utilisation des nudges.

Les informations en ligne de www.toitsolaire.ch sont très complètes et permettent réellement de décider de passer à la production d'énergie PV, et cela pour **tous les types de bâtiments**. Il est possible de connaître à la fois l'**investissement** à faire, mais aussi l'**économie potentielle** et la **rentabilité** du projet (P16). Mais ces informations ne suffisent pas, la mise en ligne du site n'a **pas eu d'effets sur la**

situation. Un **coup de pouce** peut donc faire la différence (P17). Au **niveau communal**, les données disponibles en ligne permettent de **fixer des objectifs** et de **suivre l'impact** des mesures prises (P18).

2.5 Quid des locataires ?

Comme nous pouvons le constater à la lecture des pages qui précèdent, il y a très peu d'informations au sujet de ce qui pourrait concerner les locataires. En effet, la plupart des possibilités offertes concernent les propriétaires immobiliers. Afin que notre contribution soit la plus exhaustive possible, penchons-nous sur la question. Le programme d'encouragement de la Confédération dans le domaine de l'énergie nous délivre quelques informations à ce sujet (OFEN – Suisseenergie.ch, 2020). Une fiche d'information a été élaborée à cette fin et il est vrai que la plupart des mesures prônées permettent d'obtenir des garanties d'origine solaire, plutôt que d'en permettre la production.

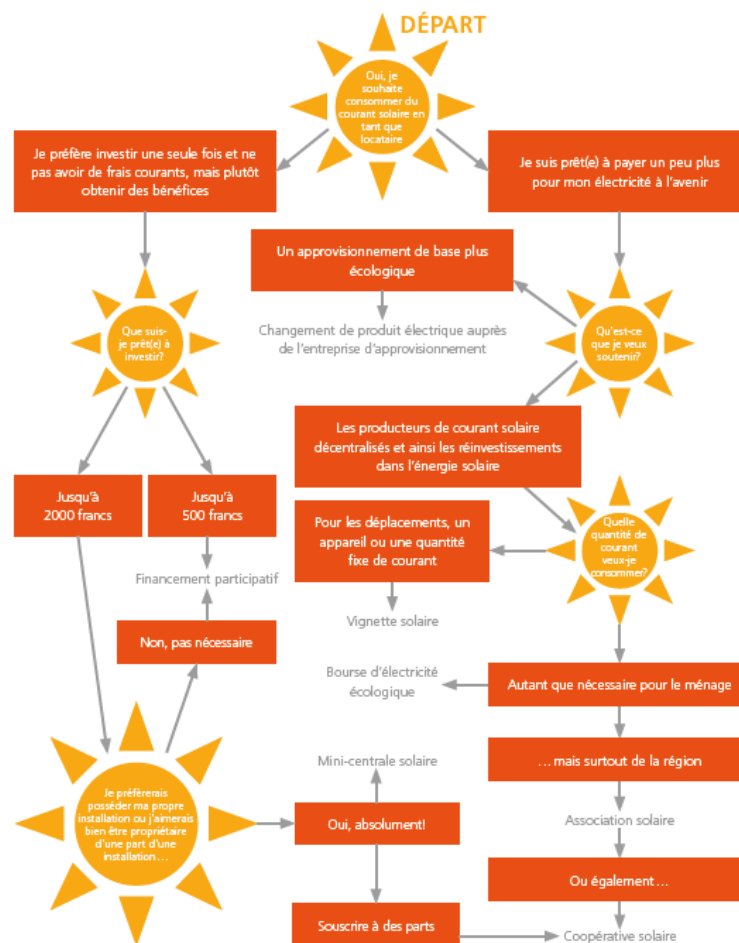


Figure 7: fiche technique de l'énergie solaire pour les locataires (OFEN – Suisseenergie.ch, 2020)

Selon cette fiche, on remarque que pour de la production d'énergie solaire il n'y a que deux possibilités. L'une qui est directe et qui consiste à de la production de type plug & play grâce à son balcon et l'autre indirecte par la souscription de parts dans une coopérative solaire. Pour ce qui est de notre étude, il ne reste donc pour les locataires que la variante plug & play qui soit pertinente. Ce qui concerne les RCP peut toutefois également concerner les locataires, comme consommateurs. En effet, il y a fort à parier que la majorité des locataires n'est pas consciente de cette notion et de ce qu'elle peut apporter comme économie annuelle directe sur l'utilisation de l'électricité

et également sur les charges du bâtiment, par exemple si ce dernier est chauffé par une PAC ou à l'électrique, par exemple.

Pour les **locataires** il y a la possibilité d'installer une **production solaire plug & play** sur son balcon, de manière simple et sans autorisation particulière autre que celle du propriétaire, de même que la **participation à un RCP** (P19).

2.6 Conclusion du chapitre⁷

Comme nous pouvons le constater à ce stade, **la nécessité d'augmenter la part du photovoltaïque dans la production d'énergie en Suisse est vérifiée et documentée**. La nécessité de **compléter l'arsenal des mesures** de la politique publique l'est également, puisque ces dernières ne produisent pas suffisamment d'effets pour atteindre les objectifs. Nous verrons plus loin que **les nudges peuvent effectivement représenter le coup de pouce nécessaire**, avant de nous attacher aux conditions nécessaires à ce que cela soit efficace.

Avant cela, il nous paraît important de revenir sur les différents publics cibles du solaire photovoltaïque en les passant brièvement en revue sous forme de conclusion intermédiaire.

Les propriétaires de **maisons individuelles** sont ainsi confirmés comme élément d'intervention principal au vu de ce que cela représente en m² de toit et donc de production globale d'électricité. C'est là que des effets peuvent être le plus rapidement et facilement perceptibles (1 toit, 1 interlocuteur, 1 installateur et 1 GRD). Les **locataires** sont en priorité concernés par le solaire de balcon, et par leur intégration comme consommateurs dans le cadre d'un RCP. Les **bâtiments agricoles** sont intéressants comme surfaces de toit disponibles pour de la production solaire principalement sans autoconsommation. De ce fait, la manière d'aborder la question sera quelque peu différente, en raison notamment avec la RU et la revente de la production. Les **PME** (artisanat/industrie) sont, comme les ménages, des éléments essentiels de par la taille des toits et par leur grande capacité d'autoconsommation puisque cela peut signifier des économies importantes au quotidien, lorsque la production est au maximum. Il s'agit là d'une différence essentielle d'avec les ménages. Les **copropriétés de type PPE** sont concernées quant à eux par les RCP en priorité, mais également par le solaire de balcon, au même titre que les locataires. Les **communes** peuvent être concernées elles aussi par la thématique. D'une part pour leur facilité d'investissement, leur autoconsommation en journée (bâtiments administratifs, écoles, services techniques, homes, etc.), mais aussi par exemple par une mise à disposition des toitures communales. Enfin, un élément très peu abordé, mais qui pourrait être intéressant concerne les **résidences secondaires**. Dans des cantons alpins, ces résidences situées en altitude pourraient produire de l'énergie de manière importante. L'accueil pour ces dernières est a priori le faible taux d'autoconsommation.

⁷ Voir annexe : liste des constats

3 Approche théorique et définitions

3.1 Le paternalisme libertarien

La Suisse est un pays de compromis qui a pour habitude d'avancer lentement, cela en raison de son système politique qui a pour particularité de diluer le pouvoir entre toutes les parties. Pour ce qui concerne le solaire photovoltaïque, c'est le constat qui peut être fait à l'issue de la dernière session du parlement de la législature qui s'est terminée par un compromis au sujet de la loi sur l'énergie et de celle sur l'approvisionnement en électricité (Assemblée fédérale suisse, 29.09.2023).

En effet, à l'issue des débats l'assemblée fédérale confirme qu'il n'y aura pas de nouvelles obligations comme cela avait été envisagé par une partie de l'échiquier politique. Nous pouvons donc sans autre affirmer que **la politique publique suisse en matière de solaire photovoltaïque est principalement de type incitatif**. Pour rappel, il s'agit de la rétribution unique versée lors de l'installation, de la possibilité d'autoconsommer l'énergie produite et/ou de la partager dans le cadre d'un regroupement et enfin la possibilité de vendre le surplus au GRD. Or comme on l'a vu en amont, les mesures de ce type de suffisent pas, ceci d'autant plus que le parlement a décidé d'augmenter nettement les objectifs de production par les énergies renouvelables hors hydraulique pour 2035 (35 TWh) et 2050 (45 TWh).

La politique suisse en la matière correspond ainsi au type carotte selon le tableau de TUMMERS L. (2019) qui suit :

	1. la carotte	2. le bâton	3. le sermon	4. le nudge
Changement via	Incitations	Mandats et interdictions	Campagnes d'information	Architecture de choix
Slogan	Récompensez le comportement souhaité !	Rendez le comportement indésirable illégal !	Dites quel est le comportement souhaité !	Rendez le comportement souhaité facile !
Exemple	Subventionnez les voitures électriques.	Interdisez la possession d'armes.	Campagne de communication pour l'arrêt du tabac	Changez le choix par défaut pour que les gens épargnent automatiquement pour leur retraite.

Tableau 3: les quatre instruments des gouvernements pour changer les comportements (TUMMERS L., 2019)

Vu tous les avantages de produire de l'énergie à partir de panneaux solaires, considérant la facilité pour tout un chacun d'avoir accès aux informations permettant de prendre une décision, pourquoi est-ce que cela ne fonctionne pas assez rapidement ? Nous allons maintenant nous intéresser à ce que Tummers catégorise dans la colonne 4 et qui a pour slogan de rendre le comportement souhaité facile.

Les humains se trompent dans leurs prises de décisions. Pas par stupidité, mais car il n'est pas possible de toujours effectuer une analyse complète de la situation avant de prendre une décision (THALER⁸ R., SUNSTEIN C., 2022). Il est d'ailleurs faux de penser que l'homme se comporte toujours de manière rationnelle, comme les économistes l'ont pensé pendant longtemps (FRIEDMAN, H., 2017 rév. 2023). L'humain serait même irrationnel de manière prévisible (ARIOLY, D., 2008, cité dans FRIEDMAN, H., 2017 rév. 2023). Le cerveau humain automatise certaines tâches afin de gagner du temps et ne pas s'épuiser. Des points de repère sont utilisés, sous forme

⁸ Économiste, a reçu le prix Nobel d'économie 2017 pour ses Travaux sur l'économie comportementale.

de règles empiriques (aussi appelées heuristiques). Il s'agit en quelque sorte de raccourcis. Un **biais cognitif**⁹ est une distorsion systématique causée par cette manière de fonctionner (THALER R., SUNSTEIN C., 2022). C'est le raccourci qui provoque l'erreur (Consoglobe, 2014, cité dans CÔTÉ P., 2018). Dès lors qu'il existe, le raccourci est toujours emprunté et devient de ce fait systématique. Un biais cognitif est donc un raccourci qui peut faire prendre une décision contraire à la raison de manière systématique.

Les biais s'expliquent aussi par les 4 catégories reconnues par la littérature : (A) le surplus d'informations entraîne la nécessité de filtrer de manière quasi automatique. (B) L'humain a besoin de sens et pour en donner le cerveau va lier des éléments entre eux, parfois de manière erronée. (C) Il est nécessaire d'agir rapidement et (D) enfin la mémoire est parfois sélective et peut retenir des erreurs qui se répètent (HEIKE, T., 2019 et BENSON, B., 2022¹⁰ cités dans FRIEDMAN 2017 – rév. 2023).

Même si l'application que nous présentons dans ce mémoire est récente, la première version de l'ouvrage *Nudge* de Thaler et Sunstein datant de 2008, la théorie des biais date quant à elle des années septante, lorsque 2 psychologues ont présenté les trois premières heuristiques qui fondent la théorie de nudges. Il s'agissait de l'ancrage (se baser sur quelque chose que l'on connaît ou sur la première information reçue (l'ancre) pour décider ou évaluer), la disponibilité (se baser sur une information rapidement disponible pour décider, plutôt que prendre toutes les variables en considération) et la représentativité (dit aussi similarité, il s'agit de la tendance à décider en faisant des liens entre ce qui se ressemble, comme avec un stéréotype) (TVERSKY, A., KAHNEMAN¹¹, D., 1974, cité dans THALER R., SUNSTEIN C., 2022 et dans FRIEDMAN, H., 2017 rév. 2023). Pour faire un rapide lien avec le thème du solaire PV et pour montrer qu'un biais peut aussi faire prendre une bonne décision, il est probable que la peur engendrée par le risque de pénurie et par les augmentations de tarif de l'électricité qui a fait l'actualité en 2022 et 2023 ait entraîné un bon nombre de nouvelles installations solaires sur les toits de notre pays (biais de la disponibilité). Une **heuristique** est donc une règle de comportement utilisée de façon inconsciente (OFEN – Suisseenergie.ch, 2021) et qui débouche sur un biais cognitif s'il contient une erreur.

L'architecture du choix est la manière dont se présentent les choses dans le cadre d'un choix (THALER R., SUNSTEIN C., 2022). Selon eux, la simplicité est le facteur le plus important pour que le meilleur choix soit fait. L'architecture du choix sera à la base du concept de nudges prônés par les auteurs. L'exemple le plus fréquent pour expliciter cela est le concept d'option par défaut. Cela fonctionne, car l'individu doit faire un effort pour choisir autre chose, ce qu'il fait moins, en principe.

Le **paternalisme libertarien** est le fait d'influencer une personne par l'architecture du choix dans le sens de son bien-être (paternalisme), tout en respectant sa liberté (libertaire). Les auteurs le résument parfaitement de la manière suivante : « *...notre but est d'aider les individus à prendre les décisions – qu'ils auraient prises s'ils y avaient consacré toute leur attention, s'ils avaient possédé une information complète,*

⁹ Friedman traite de manière succincte, mais néanmoins assez complète une partie des plus de 200 biais existants selon les chercheurs (FRIEDMAN, H., 2017 rév. 2023).

¹⁰ Un codex des biais cognitifs selon Benson est disponible en ligne: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/The_Cognitive_Bias_Codex_%28French%29_-_John_Manoojian_III_%28jm3%29.svg

¹¹ Psychologue, a reçu le prix Nobel d'économie en 2002 pour les travaux sur les biais effectués avec Tversky, décédé auparavant.

des aptitudes cognitives illimitées et une totale maîtrise de soi » (THALER R., SUNSTEIN C., 2022). Ce qu'il est essentiel de souligner est le fait que cela a lieu selon une méthode dite douce, car l'individu doit rester libre d'emprunter une autre voie, et même de changer d'avis.

Un **nudge** est l'application de cette méthode douce. Il s'agit de l'utilisation volontaire de l'architecture du choix pour modifier un comportement dans un sens positif pour l'individu. Selon le résumé d'Éric Singler (SINGLER E., 2015) reproduit par Patricia Côté (CÔTÉ P., 2018) un nudge comporte quatre caractéristiques concrètes: il vise un objectif en particulier (1), a pour but de modifier l'architecture du choix d'un individu (2) en activant une mécanique psychologique (3), tout en laissant la liberté totale du choix à l'individu (4). Comme on peut l'imaginer, un nudge pourrait être utilisé pour un mobile égoïste ou négatif, il s'agit dans ce cas d'un **sludge** (THALER R., SUNSTEIN C., 2022).

Le paternalisme libertaire est à la base du projet *Solarize Switzerland* dont nous contribuons par ce travail de recherche. Nous allons donc maintenant passer en revue plusieurs documents scientifiques qui traitent de ce domaine, afin de tirer des enseignements pour notre recherche.

3.2 Revue de littérature

Afin d'obtenir une image la plus complète possible de la thématique et de la littérature topique, nous allons utiliser plusieurs types de sources (ouvrage, article, essai, rapport). De chacune nous allons tenter de synthétiser les éléments essentiels qui nous serviront lors de l'analyse qui suivra.

3.2.1 Les nudges verts

Green nudge: réussir à changer les comportements pour sauver la planète (SINGLER, E., 2015)

Cet ouvrage traite des nudges verts, soit l'utilisation des nudges pour apporter une contribution à l'environnement. L'auteur souligne que les mesures existantes (obligations, taxes, subventions) sont importantes, mais qu'il est nécessaire de les compléter avec de nouveaux leviers que sont les nudges. Il s'agit de leur donner un coup de pouce.

Selon Singler ce sont 6 biais qui expliquent l'irrationalité face aux défis environnementaux. Le **biais d'inertie** (ou de statu quo) implique nous n'aimons pas le changement, notre fonctionnement fait de routines et d'habitudes a tendance à nous faire préférer ne rien changer. Le **biais de surconfiance** nous fait penser que nous faisons juste et que notre comportement est bon, de même qu'on se dit qu'on finira par trouver des solutions. Ce deuxième biais retarde également le changement. Ce biais se voit confirmé par celui **de confirmation** qui nous pousse à remarquer ce qui confirme notre pensée, et de ce fait renforce notre tendance à la surconfiance. Le **bien du temps présent** nous fait privilégier le court terme (il vaut mieux un tu l'as que deux tu l'auras) et peut empêcher l'investissement (le changement) sur le long terme. Le **biais de disponibilité mentale** (heuristique de disponibilité) nous pousse à décider en fonction des éléments immédiatement présents à notre esprit plutôt que sur la base d'une réflexion. Enfin le **biais de l'affect** explique selon lui également un frein dans le sens où dans le domaine environnemental ce sont bien souvent des éléments

scientifiques qui sont mis en avant, alors que l'être humain est plus réceptif à ce qui touche aux émotions.

Singler détermine ensuite 10 nudges verts,¹² mais nous ne traitons que des éléments qui nous paraissent pertinents pour notre recherche, et pas des éléments de portée générale.

Selon ses explications, les **normes sociales** sont intéressantes pour nous, dans le sens où les panneaux solaires sont visibles sur les maisons, dès le moment de leur pose. Il serait intéressant de réfléchir à comment accentuer ce côté visible (nous constatons qu'il y a déjà aujourd'hui des autocollants sur les boîtes aux lettres des maisons avec panneaux, dans un but de sécurité). Le **retour d'information** est aussi un nudge qui peut être pertinent pour le solaire, vu que c'est l'autoconsommation qui génère la rentabilité. En complément à l'installation de panneaux PV, augmenter l'autoconsommation grâce ce nudge serait intéressant à plusieurs titres (diminution de l'achat d'énergie et rentabilité, application sur smartphone). Les **micro-incitations et récompenses** peuvent être un élément utile par exemple au niveau d'une commune qui pourrait offrir la gratuité de l'autorisation ou un avantage aux habitants qui accepteraient de participer une offensive solaire (conseil professionnel gratuit). Enfin le **préengagement**, nudge qui peut paraître *a priori* anodin, pourrait être utilisé en complément avec les normes sociales pour engager sur l'intention de passer au solaire PV dans un délai à déterminer. Lors d'un envoi de courriers, une catégorie pourrait par exemple être ajoutée sous la forme d'une inscription pour un intérêt ultérieur.

À la fin de son ouvrage, Singler consacre une partie à ce qui est peut-être l'élément central, qui est de créer de bons nudges, des nudges efficaces pour le changement recherché. Le premier élément mis en exergue est la nécessité de comprendre les barrières existantes et de ne pas essayer de copier ce qui a déjà été fait ailleurs. Chaque détail compte et surtout : le **comportement actuel ou présent doit être compris** (contexte décisionnel, facteurs d'influence, barrières), sans quoi il ne sera pas modifiable (l'observation est importante). Ce qui est important pour notre étude est de viser juste : le frein financier ne pourra pas être évité par un nudge, sauf s'il est perçu et non réel. Autre exemple : la législation du lieu devra être étudiée, car chaque commune est différente. Si une législation empêche le solaire PV dans un quartier protégé ou dans une zone spécifique, il ne faudra pas y perdre du temps. Ensuite, la **mission** (l'objectif à atteindre) devra être précisée. Enfin, il s'agira de la rendre mesurable par des **indicateurs**.

Singler termine en décrivant ce qui fait un grand nudge : **simplicité** (facilité de traitement par la cible), il doit **agir au bon moment** (là où la décision se prend), entraîner un **changement durable** et sur le **bon levier comportemental** (fondé scientifiquement).

La contribution de l'économie comportementale aux questions environnementales : en quête d'un nouveau paradigme (CÔTÉ, P., 2018)

L'intérêt de cet essai est qu'il a pour objectif de démontrer le potentiel des outils d'économie comportementale pour les questions liées à l'environnement. Pour notre

¹² Choix par défaut, les normes sociales, la saillance, le retour d'information, l'engagement, les micro-incitations et récompenses, le cadrage, les points de décision, la réciprocité et la reconnaissance et la facilité.

étude, l'intérêt principal est à rechercher dans les recommandations qui sont apportées, en plus de la vue d'ensemble sur les principes qui sous-tendent à l'économie comportementale que nous allons également utiliser.

Côté commence en effet tout d'abord par expliquer la théorie de Kahneman sur les deux systèmes de pensée de l'être humain. Le **système 1 (fast thinking)** concerne la prise de décision intuitive et spontanée (rapidité) alors que le **système 2 (slow thinking)** nécessite plus d'attention. Le système 1 est à la source du système 2 et comme nous l'avons vu au chapitre précédent, c'est dans ce système rapide que les biais opèrent. De même, le constat est que les politiques publiques s'adressent généralement au système lent, alors que **les comportements s'influencent plutôt dans le système rapide**. Elle passe ensuite en revue les facteurs (sociaux, situationnels et personnels) qui influencent les comportements avant d'approfondir la question des biais et heuristiques principaux et les nudges en lien avec l'environnement (selon SINGLER, E., 2015).

Côté passe ensuite en revue plusieurs expériences de nudging avant d'élaborer ses recommandations. Nous allons ressortir les informations qui concernent le plus notre sujet. Du passage en revue des expériences nous constatons que le **biais d'aversion à la perte** pourrait être davantage contré par un **retour d'information efficace** qui permet à l'individu de constater ce qu'il ne perd pas grâce à son comportement. De même, l'autrice souligne que ce sont les **informations sur la valeur économique** (en francs et pas en kWh) **épargnée** qui sont les plus importantes pour décider d'un investissement rentable. Ce type d'information mise en valeur par un bon cadrage est très efficace. De même, dans une étude au sujet des voitures écologiques il a été démontré que ce sont les **nudges sur les économies** de carburant qui sont le plus efficaces, en particulier pour les personnes qui se préoccupent moins de l'environnement. Des recommandations de CÔTÉ, nous retenons l'importance de **déterminer le meilleur levier** à activer pour avoir du succès. Il est également à noter que l'efficacité des **normes sociales** en tant que levier dépend de la **similarité des caractéristiques** au sein du groupe concerné; en l'absence de cette similarité, ce levier risque d'être inefficace. Il s'agit là d'un facteur de succès pour les leviers qui s'ajoutent aux normes sociales, comme la réciprocité ou la reconnaissance, qui seront mises en valeur par l'observabilité et la saillance. Elle confirme également que les **incitatifs monétaires** ont plus d'impact lorsqu'ils agissent sur le **biais d'aversion à la perte** des individus. Côté ajoute enfin quelques points dignes d'intérêt en rappelant l'importance de **s'adresser au système 1 tout en tenant compte du système 2** et que la **simplicité** est essentielle pour une action dans le moment présent et que le bénéfice doit être immédiat plutôt que dans le futur. Elle rappelle enfin de ne pas oublier l'**effet boomerang** qui consiste à créer un mauvais comportement qui serait compensé par le nouveau. Enfin elle nous rappelle qu'il faut **se demander pourquoi l'individu n'agit pas déjà** de la manière que l'on cherche à atteindre en se plaçant avec son point de vue.

Facteurs d'efficacité des nudges verts pour des comportements plus écoresponsables – Revue systématique et pistes de recherche (CARREL, C. et alii, 2023)

Cet article analyse l'**efficacité des nudges verts** en se basant sur 28 articles et 73 dispositifs de nudges de ce type. L'élément à retenir d'emblée est qu'**un nudge vert peut être inefficace** et ce que propose l'article est de déterminer les caractéristiques

susceptibles de les rendre inefficaces. Les auteurs définissent tout d'abord précisément un nudge, car cela sera la base de l'analyse en question : « 1) un dispositif simple, peu coûteux et facilement évitable, 2) destiné à favoriser des comportements bénéfiques individuellement ou collectivement, 3) présent dans l'environnement immédiat du choix de comportement, 4, qui intervient sur l'architecture du choix sans réduire les options de choix disponibles, 5) sans recourir à des sanctions, obligations, incitations économiques, en préservant ainsi la liberté de choix individuelle, 6) et sans utiliser ouvertement des techniques persuasives ou une simple logique d'information rationnelle. » Même si le 3^e critère peut réduire la pertinence de l'analyse, car dans notre cas le choix n'est pas immédiat, il n'en demeure pas moins que certains points seront utiles à notre étude.

Pour effectuer son analyse, les auteurs subdivisent tout d'abord les nudges : il y a ceux qui cherchent à **faciliter l'accès** à une option (augmenter la faisabilité, plus concret, le « comment ») et ceux qui veulent **rendre l'option plus attractive** (augmenter la désirabilité, plus abstrait, le « pourquoi »). Il s'agit d'une **métaclassification sur la base des leviers mobilisés**. S'en suit la sous-classification suivante (mécanisme sollicité) : pour augmenter la faisabilité (le « comment ») il y a les leviers de l'**accessibilité** et/ou celui de la **visibilité**. Pour augmenter la désirabilité (le « pourquoi »), il faut activer le levier de la **désirabilité sociale** (conformité sociale) et/ou une **activation émotionnelle particulière** (positive (ludisme, plaisir, fierté) ou négative (peur, honte, culpabilité)).

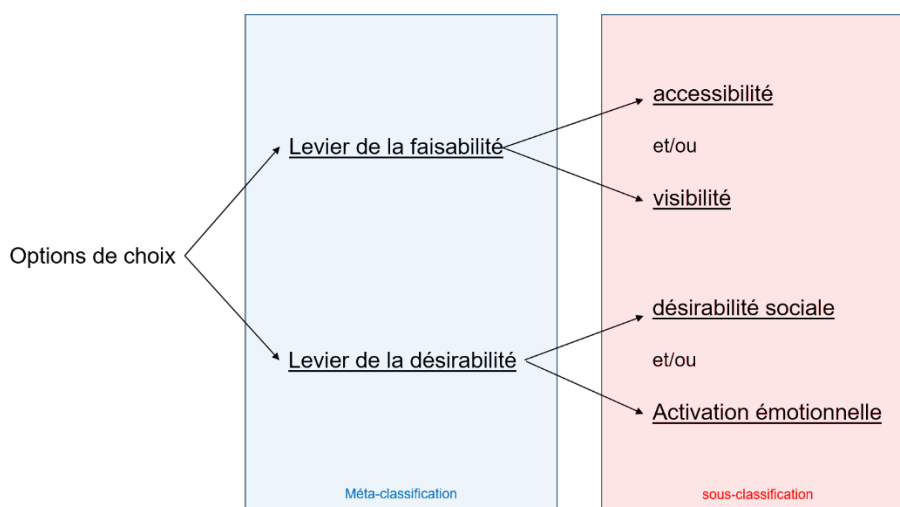


Figure 8: les classifications des nudges verts (CARREL, C. et alii, 2023)

En résumé, ils expliquent qu' « ainsi seront différenciés les nudges verts qui s'efforcent de rendre la « bonne option » plus facilement faisable (car plus visible et/ou plus accessible) de ceux qui cherchent à la rendre plus désirable (socialement et/ou émotionnellement). » C'est sur cette base que les auteurs ont effectué l'analyse qui suit et dont voici les conclusions¹³.

Pour ce qui concerne la relation entre la métaclassification et l'efficacité, **le levier de faisabilité se montre plus efficace** que celui de la désirabilité ou même que la combinaison des deux. Pour ce qui est de la sous-classification, c'est **l'accessibilité seule qui est le plus efficace**. L'auteur ajoute ensuite les techniques utilisées et

¹³ Avec la méthode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

constate que les plus efficaces sont le **cadrage et la formulation, les rappels, conseils et recommandations** ainsi que **l'option par défaut**. Le moins efficace est en premier lieu les combinaisons de techniques, les labels et l'amorçage.

Les conclusions que les auteurs tirent de leur analyse sont les suivantes. Tout d'abord ils soulignent que l'efficacité dépend à la fois du levier utilisé et du mécanisme utilisé pour cela et que c'est **la faisabilité qui fonctionne le mieux**, la désirabilité pouvant même être contre-productive. Ils expliquent cela par la représentation concrète du comment permet de réduire la distance psychologique par rapport à l'action. Il en va de même pour les mécanismes, dont les plus efficaces sont les plus concrets. Ils soulignent ensuite le fait que la **visibilité pour autrui** du comportement est un facteur d'efficacité pour ce qui concerne l'environnement. Ils concluent en soulignant l'importance de cerner les facteurs d'influence des nudges (quand, pourquoi, avec qui, où) permettant de réaliser une bonne opération comme ils l'avaient souligné en introduction en citant SINGLER, E., 2019 : « *il s'agit de s'assurer de l'efficacité d'une intervention au travers d'une approche expérimentale rigoureuse, avant de le déployer* ».

3.2.2 Nudges et incitations économiques et taxes

Nudging for the increased adoption of solar energy? Evidence from a survey in Italy (COLASANTE, A., et alii, 2021)

Cet article traite du choix des consommateurs (ménages) plutôt en lien avec les incitations de type économique et est le fruit d'une enquête effectuée en ligne en Italie. Il est intéressant pour nous, car il a pour objectif d'identifier les **facteurs principaux qui influencent l'acceptation des installations de production PV** par les consommateurs et se base principalement sur l'autoconsommation. À noter que les participants (95%) à l'étude n'avaient (encore) pas installé de panneaux PV sur leur toit.

Il y a trois conclusions principales à cet article. Le premier élément à souligner est le fait que **la principale motivation est d'ordre monétaire** (économie attendue ou subvention de l'autoconsommation ou de la production) et pas d'ordre environnemental. La seule différence entre les personnes sensibles à l'environnement et les autres est le fait qu'elles sont moins intéressées par l'importance de l'avantage financier. La deuxième conclusion des auteurs est que les **personnes soucieuses de l'écologie sont plus enclines à augmenter leur taux d'autoconsommation**, car cela implique également une réduction des GES. Enfin, le 3^e point intéressant est le fait que les personnes interrogées pensent que **l'utilisation d'énergie verte doit être récompensée par un prix inférieur**. L'énergie achetée dans une communauté de production solaire devrait l'être à un prix inférieur que celle du réseau, par exemple.

Les auteurs rappellent encore que les consommateurs sont influencés par le **biais de statu quo** et donc réticents à envisager des changements. Les politiques publiques doivent donc informer sur les **avantages économiques et environnementaux** du changement, en **incitant à l'autoconsommation**, facteur essentiel de durabilité.

Judging Nudging: Understanding the Welfare Effects of Nudges Versus Taxes (LIST, J., et alii, 2023)

Cet article s'intéresse à l'efficacité des nudges et des taxes sur le bien-être, en traitant de 3 marchés différents : les cigarettes, les vaccins contre la grippe et l'énergie domestique. Le constat des auteurs est le suivant : même si **les nudges** modifient les comportements sur ces 3 marchés, il ne s'agit **pas nécessairement du moyen le plus efficace**. Nous allons nous concentrer sur les constats effectués sur le marché de l'énergie, plus en lien avec notre étude. Toutefois, il faut noter qu'il s'agit d'une étude qui analyse l'énergie en tant que produit, donc bien différent de la production d'énergie PV. Malgré cela, les conclusions nous donnent des enseignements qui pourront nourrir notre réflexion.

Le point de départ est le constat que le prix d'un kilowatt-heure a une incidence sur la demande (ce qui est le cas dans tout marché). Dans ce cadre, l'article affirme que pour impacter la consommation d'électricité, la **taxation** de l'énergie (augmentation du prix) est de 7 à 9 fois **plus efficace que le nudging** et que **l'ajout d'un nudge à une taxe n'offre aucun avantage**. Les nudges utilisés dans la cadre de l'article sont ceux qui affectent directement l'utilisation de l'énergie : la comparaison sociale et le retour d'information. Augmenter le prix du kWh aura donc un impact plus fort sur la demande que des incitations.

Les auteurs nous donnent également quelques informations pertinentes au sujet du **lien entre l'hétérogénéité des biais et l'efficacité des nudges**. L'hétérogénéité des biais est la différence entre les individus ou les groupes, qui peuvent prendre une même (mauvaise) décision, pour des raisons différentes. Ces différences ont un impact sur l'efficacité des nudges, car un coup de pouce ne peut fonctionner que s'il « répond » à biais particulier. C'est un élément qui peut expliquer cette différence d'efficacité dans le contexte de l'article : **plus c'est hétérogène, plus la taxe est efficace**. Cette **hétérogénéité** doit donc être **prise en compte dans tout projet** de nudging.

3.2.3 Facteurs d'efficacité des nudges

Who can nudge for sustainable development? How nudge source renders dynamic norms (in-)effective in eliciting sustainable behavior (BOENKE, L., et alii, 2022)

Les auteurs de cet article se sont quant à eux intéressés à la question peu étudiée qui est celle de la source du nudge, afin de déterminer **si la source est un facteur d'(in-)efficacité**. L'étude s'est faite sur la communication d'une norme dynamique pour favoriser l'intention de diminuer la consommation de viande, celle-ci étant influente sur le climat. Même si l'objectif de notre étude diffère, il nous paraît important de traiter également de la source du nudge.

Les auteurs expliquent tout d'abord qu'une norme dynamique fait partie des normes descriptives. Contrairement à une norme statique qui donne une simple information (par exemple¹⁴ : 5% des ménages ont des panneaux PV sur leur toit), une **norme dynamique** souligne **un changement en cours** (par exemple : de plus en plus de ménages se tournent vers le PV comme source d'énergie). L'avantage de la norme

¹⁴ Pour faire le lien avec notre étude, les exemples sont les nôtres et pas ceux des auteurs de l'article.

dynamique est le fait que les destinataires de la norme ont tendance à **faire preuve de préconformité** en anticipant le comportement cible. Il y a un donc un effet « normes sociales » dans l'utilisation des normes de ce type.

Afin d'étudier cela, les auteurs ont utilisé 3 sources différentes pour délivrer un message dynamique ayant pour objectif de pousser des individus à réduire leur consommation de viande. Un activiste végétarien, un représentant d'entreprise et un chercheur. Afin de pouvoir éventuellement généraliser les résultats de l'étude, ils ont fait le même travail avec une norme dynamique servant à obtenir l'intention de verser un don à des fins environnementales. Les résultats sont les suivants : il est constaté que **les normes dynamiques peuvent avoir un effet contraire** lorsque les destinataires perçoivent des **arrière-pensées** chez l'émetteur de la norme, cela y compris si des arrière-pensées sont perçues **chez la source du message**. Dans l'étude, lorsque la source est l'activiste végétarien (supériorité morale) ou le représentant de l'entreprise (recherche le profit), il y a une réactance psychologique. L'article souligne également que les **normes dynamiques peuvent donner l'impression** aux individus **d'être influencés**, ce qui est également un **facteur d'inefficacité**. Pour ce qui concerne le versement d'un don, la même expérience n'a pas montré de différence entre les 3 sources, ce qui tendrait à démontrer que les normes dynamiques comme les nudges d'une part ne se généralisent pas et d'autre part sont efficaces aussi longtemps qu'ils sont présents (pas d'effet en cascade).

The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioral domains (MERTENS, S., et alii, 2022)

Cet article a pour objectif d'effectuer une analyse de l'efficacité des interventions comportementales basées sur l'architecture du choix en proposant une méta-analyse à partir de plus de 200 études à ce sujet de la littérature scientifique. Il s'agit pour les auteurs d'utiliser les preuves empiriques de l'efficacité de la méthode sur les changements de comportement.

L'étude a été effectuée sur les 3 types d'intervention suivants : l'**information décisionnelle** qui a pour but de contrer la barrière de l'accès limité aux informations pertinentes (techniques : traduire l'information, la rendre visible ou fournir un point de référence sociale¹⁵). L'intervention sur la **structure de décision** vise à combattre la capacité limitée à évaluer et comparer les options de choix en modifiant leur utilité par leur disposition dans l'environnement décisionnel ou le format de prise de décision (techniques : modification du choix par défaut, de l'effort ou des conséquences de l'option¹⁶). Enfin l'intervention d'**aide à la décision** qui vise à contrer l'attention limitée ou la maîtrise de soi (techniques : fournir des rappels ou encourager l'engagement).

Les résultats de cette méta-analyse montrent que la majorité des **interventions en lien avec l'architecture des choix** ont des **effets positifs** sur les comportements et cela dans la plupart des domaines et indépendamment du contexte (population, lieux, etc.). Cela se vérifie, même si un léger biais de publication¹⁷ n'est pas exclu. Les auteurs décrivent ces types d'intervention comme une approche polyvalente complémentaire aux approches traditionnelles (politiques publiques). **Les plus**

¹⁵ Normes sociales: permet de réduire l'ambiguïté de la situation et l'incertitude comportementale.

¹⁶ Modifier les conséquences de l'option permet de remédier au biais d'aversion à la perte, par exemple.

¹⁷ Tendance à ne publier que les résultats positifs.

efficaces sont les interventions qui se font dans la catégorie **structure de décision**, comparativement aux interventions de la catégorie information décisionnelle ou aide à la décision, et cela se vérifie **systématiquement**. Cela s'explique par le fait que les interventions de ce type travaillent sur un **raccourci cognitif** ne nécessitant pas de traitement de l'information, c'est plus automatique. Raison pour laquelle les autres types (information et aide à la décision) échouent plus facilement. Autre élément intéressant, le fait que ces 2 types d'interventions dépendent des valeurs des individus et peuvent donc être plus ou moins efficaces, selon les individus¹⁸. De ce fait, leur utilisation exige une **analyse préalable fine** des valeurs et objectifs des populations ciblées.

Une autre information essentielle de cet article est le fait que **l'impact potentiel d'une décision peut influencer sur l'efficacité des interventions**, ce qui explique que certaines interventions fonctionnent bien dans le domaine de l'alimentation, mais moins dans le domaine de la finance, par exemple. Selon les auteurs, « *...when making decisions that are perceived to have a substantial impact on their lives, people may be less prone to the influence of automatic biases and heuristics, and thus the effects of choice architecture interventions, than when making decisions of comparatively smaller impact.* » Cela se vérifie lorsque le comportement à changer est le fruit d'une habitude, ce que l'on peut constater par exemple dans le domaine de l'alimentation, en plaçant simplement différemment les mets dans une cantine. De même, ce qui fonctionne pour une **décision habituelle**, ne fonctionne pas nécessairement pour une **décision ponctuelle**.

Enfin les auteurs soulignent deux limitations de leurs résultats qui prennent un sens particulier pour nous. Il s'agit tout d'abord du fait que l'accent a été mis sur les **individus**, et pas sur les **ménages** ou les autres organisations. La deuxième limitation provient du fait que la recherche commencerait à s'intéresser à certains **facteurs** de type **sociodémographique** (revenu, statut socio-économique) ou **psychologique** (capacités, connaissance du domaine, etc.) ayant une **influence sur les interventions** sur l'architecture du choix. Selon les auteurs l'analyse de ces éléments devrait faire partie du travail nécessaire en amont d'une intervention de type nudge.

3.2.4 Sciences du comportement : deux rapports suisses

L'apport des sciences du comportement dans la politique énergétique (OFEN – Suisseenergie.ch, 2021)

Ce rapport effectué sur mandat de SuisseÉnergie concerne les approches comportementales et les mesures visant à augmenter l'efficacité énergétique et la part du renouvelable dans l'industrie et les services en Suisse. L'étude vise donc prioritairement les **entreprises**, mais contient des informations qui peuvent nourrir notre réflexion. Nous retenons trois éléments de ce texte qui a l'avantage d'avoir été effectué dans le **contexte suisse**.

Tout d'abord le constat, dans le chapitre au sujet des meilleures pratiques, sous le thème des comparatifs sociaux ou temporels, qu'**en Suisse 84% des factures d'électricité n'offrent aucune possibilité de comparaison**. Selon l'étude pour voir

¹⁸ Par exemple une étiquette avec des valeurs A, B, etc. en lien avec l'environnement sera plus efficace sur les individus qui ont une conscience écologique plus élevée.

comparer sa consommation dans le temps est essentiel pour s'améliorer et cela est valable autant pour une entreprise que pour un individu.

Ensuite, l'élément suivant provient d'**entretiens qualitatifs** effectués avec des représentants d'entreprises afin de comprendre leurs motivations et leurs freins. Force est de constater une réalité très proche de celle des individus pour ce qui est de leur rapport au PV. En premier lieu apparaît l'**aspect financier, à la fois comme frein** (le manque de moyens) **et comme motivation** (incitations). L'obstacle qui suit est le **manque d'informations** et l'**absence de vision sur sa propre consommation** énergétique.

Enfin, après avoir livré une vue d'ensemble des résultats des recherches académiques combinées avec les entretiens sur 6 approches comportementales (normes sociales, engagement et fixation d'objectifs, cadrage et labellisation, choix par défaut et adaptations physiques, feedback et rappels, ludicisation), les auteurs présentent 11 mesures possibles basées sur les sciences comportementales. Nous mettons en lumière quatre d'entre elles qui peuvent nous donner des pistes intéressantes.

Facture énergétique 2.0 : basé sur les biais de surconfiance, de comptabilité mentale, de disponibilité et d'aversion à la perte, il s'agirait de demander aux GRD de présenter des **factures d'électricité avec des comparatifs** (avec des tiers ou avec sa consommation passée). Pour le PV, il pourrait être judicieux de transmettre des factures montrant le comparatif si le ménage / l'entreprise avait des panneaux PV sur son toit, en complément à d'autres mesures.

Recadrage des informations : travaillant sur les biais de paradoxe du choix, de disponibilité et d'aversion à la perte, cette mesure consisterait à utiliser un **témoignage** d'une personne ayant effectué la démarche auparavant, en fonction du public cible (ménage, entreprise, locataire, etc.). Pour *Solarize Switzerland*, cela pourrait par exemple accompagner la lettre type, ce qui serait un coup de pouce supplémentaire à la lettre type. Important, cela devrait se faire dans la proximité (village, quartier, plus adapté aux villages qu'aux villes).

Swissenergy champion 202x : avec les biais de surconfiance et d'effet de mode ou de conformité, il y a une mesure qui consiste à **labelliser** des entreprises pour leur permettre de communiquer et de valoriser leur image. Dans le cas du PV une labellisation des communes, de type commune « solarize switzerland » pour avoir le même effet et permettre aux communes labellisées de valoriser leur image.

Compte d'économie d'énergie : ce dernier élément est basé sur les biais d'ancrage, de comptabilité mentale, de l'instant présent, d'aversion à la perte et des effets de coût irrécupérable. Cette idée est plutôt à l'attention des entreprises, car cela consiste à **comptabiliser les économies d'énergie** afin d'utiliser cela pour des investissements futurs. Appliqué au PV, il pourrait s'agir de comptabiliser l'énergie autoconsommée afin de la valoriser, d'une manière à déterminer plus précisément (bonus au kWh, prime si plus que x% d'autoconsommation, etc.).

Rapport « Étude comportementale, projet GROUP-IT », Enquête de satisfaction liée au projet visant la pose de panneaux photovoltaïques en Suisse Romande grâce à un appel d'offres groupé (GENOUD, S., et alii., 2019)

Il existe très peu de littérature spécifique en lien avec le solaire PV et qui traite des freins et motivations concrètes et en Suisse. Toutefois, afin de mieux comprendre la situation, nous allons nous baser sur une étude de 2019 effectuée sur mandat de SuisseEnergie par une équipe de la HES-SO Valais-Wallis (GENOUD, S., et alii., 2019). Cette étude est liée au projet Group-It mis en place par la HES-SO en 2019 (Group-it, 2023). Ce projet consistait à effectuer un appel d'offres de manière groupée, généralement au niveau d'une commune, avec un suivi du projet par une équipe de la HES-SO. À l'issue de la démarche, il fallait viser l'installation d'un maximum de panneaux PV.

L'étude en question avait un objectif qui était d'identifier les barrières qui retiennent les personnes à installer une production PV sur leur toit selon la démarche standard (les autres objectifs de l'étude ne sont pas pertinents pour nous). Cette démarche est celle que nous connaissons encore aujourd'hui (un propriétaire privé qui cherche à installer des panneaux sur son toit, de manière individuelle). Afin d'obtenir des réponses à ces questions, plusieurs méthodes ont été utilisées : customer journey map¹⁹, une analyse SWOT et des entretiens semi-directifs (groupe de type échantillon de personnes ayant installé des panneaux PV) et une enquête quantitative auprès des personnes inscrites pour participer à Group-it (questionnaire au sujet du revenu, de la consommation électrique et de la composition du ménage, également avec des informations au sujet des motivations, freins et attentes). Ce questionnaire avait pour objectif de comprendre pourquoi les personnes s'étaient inscrites pour participer au projet et les motivations des 23.4% qui sont ensuite passés à l'acte. Il a été rempli en 2018 par 1614 personnes, dont 1372 maisons individuelles.

Les résultats du groupe échantillon sont les suivants :

- Toutes avaient une **volonté a priori** d'installer des panneaux PV.
- Les **aspects écologiques** sont réels, mais ne sont **pas la raison principale**.
- Les **aspects financiers** sont des **déclencheurs** importants.
- L'**effet de groupe** a été mentionné, dans le sens de suivre le mouvement. La curiosité des voisins a également été mentionnée.
- Au niveau des **freins**, il n'y en a qu'un qui a été souligné: il s'agit de l'**aspect financier** (coût).

Les résultats de l'analyse quantitative sont les suivants :

- Plus la **consommation d'électricité** est **importante** pour un ménage, plus il y a un **intérêt** à poser des panneaux PV.
- Au niveau des motivations, on trouve l'**aide à la décision**, la **rentabilité** supposée et la **neutralité** de la HES-SO.
- Pour ce qui est des freins, il s'agit du **manque de connaissances**, de **ressources financières** et l'**absence de point de contact**.
- Pour ce qui est des 23.4% qui ont poursuivi l'aventure, les facteurs de décision étaient le **revenu** du ménage, la **rentabilité** de l'installation et le **besoin d'aide à la décision**.

¹⁹ Aussi appelé « parcours clients », il s'agit d'une description de l'itinéraire à suivre jusqu'au produit (GENOUD, S., et alii., 2019).

Comme on peut le constater, il s'agit là principalement de freins ou de motivations assez concrets, en lien avec les **finances** ou la **facilité**. Cela peut nous montrer l'utilité d'un projet comme *Solarize Switzerland* qui peut aider à faire le pas puisqu'il fait le lien entre l'individu et l'entreprise ou une personne à déterminer.

3.3 Conclusion du chapitre

Ce que nous retirons de cette revue de la littérature se synthétise en trois points. Ces éléments sont utilisés en complément avec les constats du chapitre précédent pour élaborer les questions utilisées pour interroger les membres du panel et pour effectuer l'analyse dans le chapitre 5.

1. Une **compréhension précise de la situation** qui doit changer est essentielle (contexte, facteurs d'influence, environnement décisionnel, etc.). Il faut comprendre pourquoi l'individu ne se comporte pas (encore) comme il le faudrait. En ce sens, il est à noter que **rendre un comportement faisable** est plus efficace que le rendre désirable et que sa **visibilité influence autrui**.
2. **Un comportement peut être changé par une influence sur le système rapide**, mais en intégrant le système lent, sans quoi le succès sera difficile à atteindre. De même, la ponctualité et l'**impact d'une décision** doivent être pris en compte.
3. **L'importance des questions monétaires** est reconnue, de même que le **rôle de l'hétérogénéité** sur l'inefficacité des nudges.

4 Étude de terrain : qu'en pensent les spécialistes ?

Afin d'obtenir l'image la plus concrète possible de la situation et ne pas nous baser uniquement sur des éléments théoriques, nous avons procédé à des entretiens semi-directifs. Cela nous permet de vérifier et d'approfondir les constats ou hypothèses effectués dans le chapitre 2 et d'autre part d'évaluer certaines informations tirées de la littérature et synthétisées dans les lignes qui précèdent. Un questionnaire a donc été élaboré sur la base de ces éléments. La version finale nettoyée et complétée est disponible en annexe (11.2).

Avant de débiter les interviews, le questionnaire contenait un total de 58 questions et sous-questions organisées en 8 thèmes différents. Le questionnaire final qui sera analysé comporte quant à lui 22 questions principales (16 questions secondaires) organisées en 5 thèmes (freins et motivations, autoconsommation et rentabilité, le solaire plug & play ou de balcon, rôle des communes, conditions-cadres). À noter que le questionnaire final a évolué avant et durant les interviews. Durant ces derniers il est apparu que certaines questions n'étaient pas pertinentes ou pas adaptées, raison pour laquelle elles ont finalement été supprimées.

Les 6 entretiens (3 en présentiel, 3 à distance) ont eu lieu le mercredi 8 et le jeudi 9 novembre 2023 et ont duré en moyenne 60 minutes. Les questions étaient préparées de manière à ce que cela puisse se dérouler rapidement, sous forme de questions à choix multiples. Les interviews étaient orales. Chaque personne pouvait parler librement et compléter ses réponses, si nécessaire.

Les personnes interrogées ont été choisies en raison de leur proximité avec le domaine du solaire PV ou de l'énergie. Il y a 2 personnes qui représentent les GRD valaisans Oiken SA et Genedis SA. Ces entreprises exploitent des réseaux et installent du solaire PV. Une personne interrogée provient d'une entreprise qui installe des panneaux solaires PV pour Genedis SA (Setelec SA, société fille), une deuxième d'une autre entreprise de ce type mais invitée à répondre en raison de sa fonction dans le comité de l'association valaisanne des installateurs solaires (AVIS). Enfin nous avons interrogé un ingénieur valaisan spécialiste du domaine de l'énergie et une déléguée communale à l'énergie.

Dans ce chapitre nous soulignons les résultats des entretiens sous forme de constats. Le tableau des réponses est disponible en annexe (11.2). Les réponses données sont marquées par un "x". En cas de non-réponse ou si la question n'a pas été posée, un "n" est inscrit en lieu et place du "x". Les commentaires apportés figurent également dans l'annexe, sous chaque question.

4.1 Freins et motivations

Cette partie du questionnaire (Q1 – Q10) commençait par une question introductive générale en lien avec la situation aujourd'hui (Q1: « *De manière générale, pourquoi est-ce qu'il n'y a pas plus d'installations solaires aujourd'hui, étant donné que le solaire PV ne comporte pas de désavantages ?* »). Tous ont répondu que **le marché suisse n'était pas prêt auparavant**. Selon les personnes interrogées, la situation actuelle résulte de l'évolution des coûts des installations solaires en forte baisse depuis 10 ans. Autrement dit, la baisse des coûts a entraîné l'augmentation du nombre d'installations.

Pour ce qui concerne les ménages avec maison individuelle, le principal frein est d'ordre **financier**. Cela peut être une réalité, ou bien une fausse croyance causée par un manque de connaissances. La complexité des procédures est citée également, de même que le manque d'informations ou de connaissances. Pour ce qui est des motivations, le facteur **financier** est aujourd'hui celui qui prime, sans aucun doute (réponses unanimes). À la question de savoir si le fait que l'installation de panneaux sur un toit se remarque puisse influencer le voisinage (Q8), le panel est également unanime pour dire que c'est le cas, sans pouvoir toutefois le quantifier.

Les bâtiments de l'artisanat / industrie de type PME sont eux perçus de manière bien plus hétérogène par les membres de notre panel. Même si les réponses sont différenciées, il apparaît que le facteur **financier** représente un frein direct (« *la priorisation des investissements joue un rôle important pour les entreprises* ») ou indirect lorsqu'il est associé à une autre réponse (« *la toiture doit tenir plus de 30 ans* », « *les infrastructures ne sont pas toujours adaptées* » « *les PME ont d'autres soucis aujourd'hui* »). Un élément que nous soulignons et qui ressort à 2 reprises (une fois direct et une fois en double réponse) est le fait que les PME ne sont pas toutes conscientes de la situation, par manque de connaissances de la thématique du solaire PV. En revanche, le panel est presque unanime sur la question des motivations qui sont aujourd'hui d'ordre **financier** (rentabilité) pour les grands autoconsommateurs. Toutefois, il est important de souligner qu'à deux reprises le thème de l'écologie est ressorti (« *la durabilité en lien avec la norme ISO* » et « *pour l'image, la communication* »). Pour ce type de toiture la question de la demande a été posée aux installateurs et leur constat est que celle-ci est aujourd'hui plutôt faible – moyenne, les secteurs en question étant déjà apparemment bien couverts en panneaux (« *la plupart de ces toits sont déjà couverts* »).

Les bâtiments agricoles font les frais de leur faible autoconsommation, contrairement aux PME. 5 personnes interrogées mentionnent le facteur **financier** de manière directe comme frein, ou en lien avec un autre écueil (« *raccordement au réseau* »). Une personne pense que le manque d'informations peut jouer un rôle. En revanche pour ce qui concerne les motivations, les réponses sont très intéressantes puisqu'elles mentionnent toujours la rentabilité comme motif, mais en corrigeant ce constat (« *mais c'est une erreur de penser que ça peut être rentable* », « *avant avec la RPC ça pouvait être rentable, mais pas aujourd'hui avec la RU* »). Une personne affirme que si la surface est assez grande cela pourrait être rentable en cas de vente sur le marché libre, encore faut-il que le raccordement le permette. Enfin, la possibilité de vendre l'énergie produite à des tiers, directement, pourrait être un élément qui change la donne. Sinon, la possibilité de faire du contracting²⁰ est apparue à 2 reprises. Pour ce qui est de la demande, celle-ci est donc aujourd'hui plutôt faible.

Vu que la situation décrite dans le cadre de ce questionnaire se situe en Valais, il nous est paru important d'aborder la question des résidences secondaires. Celles-ci se situent principalement en altitude (meilleure production solaire) et sont par définition peu utilisées. Et là à nouveau le facteur **financier** joue un rôle important comme frein, en raison principalement de la très faible autoconsommation. Celle-ci est due à la fois à la faible occupation du bien, mais également en raison de l'enneigement hivernal qui

²⁰ Le contracting consiste à mettre un toit à disposition d'un GRD qui finance l'installation, l'entretien, vend l'énergie, en échange d'une énergie à prix fixe durant la durée du contrat qui est de longue durée. Cette solution est généralement proposée à des entreprises et pas à des privés ou des ménages en villa.

risque de diminuer la production au moment le moins opportun, lorsque le bien est utilisé. Les autres aspects tendent également à confirmer un coût disproportionné (« *c'est trop cher, encore plus en altitude, et cela pour peu de consommation* », « *vétusté des bâtiments et des toitures* », « *les propriétaires qui me contactent cherchent une confirmation qu'il ne faut pas le faire* ». Pour ce qui concerne les motivations des personnes qui le font malgré tout il s'agit également d'aspects pécuniaires (« *en cas de rénovation pour augmenter la valeur du bien* », « *plus-value en cas de revente, location* », « *raisons fiscales* ») ou bien pour un idéal écologique. Une personne mentionne enfin une possibilité d'avoir de l'électricité tout en n'étant pas raccordé au secteur.

Comme l'importance des aspects financiers ressortait déjà lors de la préparation du questionnaire, cette citation a été lue aux membres du panel qui devaient se prononcer à son sujet: « *le plus gros frein pour la pose de panneaux solaires PV est l'investissement que cela représente.* ». Cette phrase est partiellement validée par les personnes interrogées, et peut être complétée par le fait que c'est un frein, mais qui peut être renversé par la rentabilité et par le fait que même une installation à Fr. 10'000.- soit rentable (prix plus bas qu'une voiture). Pour ces mêmes raisons, la majorité du panel partage l'avis qu'un conseil neutre quant aux possibilités de financement d'une installation pourrait aider à atteindre les objectifs plus rapidement. Selon eux, si la demande en solaire PV n'était pas si forte ça serait à l'entreprise qui installe de se charger de la transmission de ces informations.

La question de la durée entre la demande d'une offre et l'installation a été évoquée avec le panel. Celle-ci joue un certain rôle, mais plutôt entre les acteurs en concurrence. Pour les publics cibles, ça serait plutôt l'impossibilité d'obtenir une offre qui constituerait un frein, ce qui est le cas aujourd'hui avec une demande nettement supérieure à l'offre.

Nous avons également sondé nos interlocuteurs afin de savoir si la peur de la pénurie et/ou la peur des augmentations de tarifs de l'électricité avaient été les meilleurs promoteurs du solaire photovoltaïque. Selon eux ce fut effectivement le cas, avec une explosion des demandes, mais ça n'était pas le seul facteur. Ces peurs ont entraîné une augmentation des demandes d'offres, mais au final c'est bien toujours la **rentabilité** qui convainc de les accepter. Les membres du panel soulignent encore le fait que cette phase a été très irrationnelle, avec des effets pervers par exemple pour ce qui concerne les demandes de batteries.

Avant de passer à la thématique suivante, il nous était important de sonder le panel sur les intérêts des différents publics cibles quant à la pose de panneaux solaires PV avec la question suivante : « *Selon vous, aujourd'hui, quels seraient les publics cibles qui auraient le plus à gagner à poser une installation solaire PV sur leur/s toit/s ?* » Les PME ont évidemment été mentionnées en tant que gros consommateurs d'électricité (« *surtout les gros consommateurs qui sont sur le marché libre* »), de même que les ménages, mais ce qui ressort le plus nettement est que « *tous ont à gagner avec le PV* ».

4.2 Autoconsommation et rentabilité

Avec les questions suivantes (Q11, Q11a, Q11b, Q12), il est apparu très vite un **consensus** confirmant les constats du chapitre 2 et de la littérature.

L'autoconsommation est ce qui rend une installation photovoltaïque rentable. Et comme les considérations financières priment sur les autres, cet élément nous paraît central. De plus, il s'avère que cette autoconsommation est l'élément principal, si ce n'est le seul, capable de mettre à l'abri d'une éventuelle chute des tarifs de reprise de l'énergie par les GRD. Quelques phrases qui illustrent ce consensus: « *chaque élément est important s'il permet d'autoconsommer. Il y a même des installations de PV sur des bâtiments qui chauffent au mazout* », « *le trio de l'énergie est mobilité, chaleur et électricité: il faut tout faire en journée avec l'énergie solaire* », « *si le tarif de reprise est élevé alors la réponse est non (réponse à : une faible autoconsommation est un frein), et comme ça va baisser la réponse est oui* », « *l'autoconsommation est la seule chose qui rend l'installation rentable* ».

Pour ce qui est de la question de couvrir entièrement son toit de panneaux pour en diminuer le prix à l'unité les réponses sont partagées. D'un côté plus il y a de panneaux plus le prix du kWh est bas, de l'autre cela représente un risque qui pourrait devenir important lorsque la production estivale sera trop importante pour être consommée. Le maître mot demeure donc l'autoconsommation. Si celle-ci est importante alors il faut un maximum de m² couverts. Aussi, la pose de panneaux solaires PV doit être réfléchi plus globalement, en adaptant les habitudes de consommation (véhicule électrique (à recharger en journée), chauffage de l'eau en journée, recharge des appareils, etc. De même, cette question anodine au premier regard pose la question qui deviendra centrale de la possibilité de mise à disposition / vente de l'énergie à des tiers.

4.3 Le solaire plug & play ou de balcon

Les questions suivantes (Q13, Q14, Q14a) avaient pour objectif de mieux cerner les cas particuliers que sont les résidences secondaires (toits situés en altitude, bâtiments peu utilisés) et les locataires (pas de possibilité d'investir, pas de toit disponible) en lien avec la solution du solaire plug & play qui peut leur être offerte. De ces questions deux constats assez clairs peuvent être effectués. Le premier est que la majorité des personnes interrogées pense que ce type de panneaux, bien que limités en capacité de productions, est **adapté à ce type de public cible**, avec un avantage pour les locataires, les R2 étant trop peu utilisées. Selon certains c'est même la meilleure ou la seule solution. Selon d'autres, pour les locataires le mieux reste d'équiper le bâtiment, ce qui offre un avantage supplémentaire aux bailleurs sur le marché. Le 2^e élément qui ressort est une certaine **méconnaissance du solaire de balcon**, ou des idées à l'emporte-pièce (« *peanuts* », « *pas rentable* », « *peu de connaissances à ce sujet* »). Toutefois, il est important de retenir que ce type de production solaire permet de combler les besoins en journée, par exemple pour les petits appareils, et que l'énergie peut être presque entièrement consommée. D'autre part ce type de production en façade est un avantage, car il permet de produire plus efficacement en hiver grâce à la verticalité, tout en ne produisant pas trop en été pour la même raison. Enfin, il peut être intéressant de comparer le total des surfaces de balcon avec la surface disponible en toiture pour se rendre compte que ce type de solaire peut jouer un rôle. Enfin, comme l'a mentionné une des personnes interrogées, « *l'essayer c'est l'adopter* », surtout qu'il pourra généralement s'accompagner d'une application permettant de visualiser sa production.

4.4 Rôle des communes

Ces questions (Q15 et Q16) avaient pour but de déterminer si le niveau des communes était le plus adapté pour agir dans le domaine du solaire PV. Les réponses ont été unanimes : « *une **proximité** essentielle pour ces questions* ». L'autre pan de la question était de sonder sur ce que les communes peuvent faire concrètement. Sans surprise le mot **subvention** est ressorti à plusieurs reprises de même qu'une certaine attente à ce que les communes investissent sur leurs bâtiments avec ou sans participation des citoyens. Enfin l'autre élément concerne l'**information**, qui paraît importante et efficace au niveau de petites communes qui sont en nombre en Suisse (soirée d'information, participation à des projets tels que celui traité dans ce mémoire). La réponse la plus remarquable à la question de savoir si les communes pouvaient en faire plus est : « *les communes peuvent difficilement en faire moins !* »

L'opportunité d'avoir une personne déléguée à l'énergie a été posée en marge et est considérée comme positive par ceux qui connaissent la fonction. Toutefois, il est important d'appréhender un tel rôle dans sa globalité et pas sous un angle uniquement photovoltaïque, sa raison d'être étant liée à la politique énergétique de la commune.

4.5 Conditions-cadres et divers

Enfin le questionnaire se terminait par des questions plus générales et conclusives (Q17 – Q22) afin d'élargir et affiner le champ. La réalité et l'actualité du **manque de personnel** est confirmée, de même que le constat que l'**excédent d'énergie estivale** sera un enjeu important dans le futur, si l'expansion du solaire PV se poursuit. Quand bien même les **compteurs intelligents** permettront de mieux réguler le réseau, il est patent qu'il n'y a pas de solution aujourd'hui à ce problème. Pour cette même raison, la majorité des membres de notre panel estime qu'il n'est **pas nécessaire de lancer une offensive solaire aujourd'hui** (« *pas utile aujourd'hui* », « *plutôt axer sur les rénovations* », « *il faudrait plutôt légiférer* », « *il faudrait plutôt faire rénover les toits et chauffages* »). Toutefois, l'aspect informatif d'une offensive est perçu comme positif, puisqu'il faut s'attendre à une baisse de la demande dans les années qui viennent. En ce sens le projet de « *Solarize Switzerland* » est salué, et qualifié d'intéressant par l'ensemble du panel. Une labellisation correspondante est unanimement rejetée car non pertinente, en raison du label déjà existant de « Cité de l'énergie²¹ », dont le solaire fait partie. Pour ce qui est des aspects légaux en lien avec l'aménagement du territoire (zones), bien que tous ont été concernés par des impossibilités d'installer des panneaux, ce type de problème n'est pas perçu comme fréquent, en raison notamment du fait que les propriétaires concernés renoncent en amont, étant conscient des limitations des zones. En ce sens, l'importance de la proximité du niveau communal est soulignée.

²¹ <https://www.energiestadt.ch/fr/page-daccueil-2.html>

5 Analyse et discussion

5.1 Freins et biais

Osons l'affirmer d'emblée, selon notre étude et contrairement à ce qui était le cas il y a une dizaine d'années, **les aspects écologiques sont aujourd'hui secondaires** pour les candidats potentiels à l'installation du solaire photovoltaïque. Cet état de fait est confirmé pour tous les types d'objets et de toits. Cela ne signifie toutefois pas que les objectifs à atteindre au niveau fédéral, cantonal ou communal n'y soient plus liés. Il nous semble également que ces aspects, bien que secondaires, ne doivent pas disparaître de notre champ de vision, notamment pour les entreprises. Une première explication est, comme on l'a vu dans la première partie (chapitre 2) de notre contribution, le fait que le solaire photovoltaïque soit devenu un élément central de la **politique énergétique** suisse. Son rôle dans la politique climatique reste évidemment essentiel en tant que principal moyen de sortir du nucléaire.

Notre étude confirme que les principaux freins et motivations pour ce qui concerne le solaire photovoltaïque sont aujourd'hui liés à des **questions financières**. Cela en raison du financement qui n'est pas anodin (frein) ou en raison de sa rentabilité (motivation). Ce premier élément qui ressortait de la revue de littérature (COLASANTE, A., et alii, 2021, CÔTÉ, P., 2018, OFEN – Suisseenergie.ch, 2021, GENOUD, S., et alii., 2019) se vérifie pour tous les publics cibles. Cela va même plus loin, car une installation solaire photovoltaïque est l'unique élément rentable dans un bâtiment de type maison individuelle, constat trop souvent ignoré.

Le rôle des finances, confirmé par notre panel, nous prouve que les principaux biais (inertie, surconfiance, temps présent) expliquant l'irrationalité des individus dans leur comportement en lien avec l'environnement (SINGLER, E., 2015) ne sont pas pertinents lorsqu'il s'agit d'installations solaires. Notre travail confirme également que les leviers de la désirabilité (CARREL, C. et alii, 2023) ne seront pas efficaces pour le photovoltaïque, pas plus qu'ils ne le sont pour les autres questions environnementales. Comme ces auteurs, nous pensons que tenter de convaincre à investir dans le photovoltaïque avec des arguments en lien avec la désirabilité du comportement social serait inefficace, ce qui confirme les premiers résultats de l'expérience *Solarize Switzerland* qui montraient une différence non significative (1.3%) entre le groupe normes sociales et le groupe basique. Comme CARREL, C. et alii (2023), nous pensons toutefois que cela n'enlève rien à l'importance des questions de visibilité pour autrui, bien au contraire, comme nous le verrons plus tard (infra 5.2.2 et 6).

Le frein qui accompagne l'aspect financier et qui explique également le retard en matière de photovoltaïque de la Suisse concerne **l'information**, qui est lacunaire. Comme nous l'avons montré dans le chapitre 2, les informations nécessaires sont quasiment toutes disponibles en ligne, mais pas connues du grand public ni de certaines entreprises. Cela ressort d'une part des chiffres analysés (figures 5 et 6), d'autre part cela se vérifie par notre panel et enfin également par le fait également soulevé par notre panel que la peur du blackout et des augmentations de tarifs de l'électricité des années 2022 et 2023 ont entraîné une prise de conscience sur les avantages du solaire PV. Si l'on se réfère aux systèmes de pensées selon la théorie de Kahneman, la peur a placé la thématique dans le système 1 (fast thinking), alors qu'auparavant elle était dans le système 2 (slow thinking). Cela confirme la nécessité de s'adresser au système rapide tout en tenant compte du système lent (CÔTÉ, P., 2018) également pour notre projet. Ce constat nous montre également la pertinence

des biais de disponibilité mentale et de l'affect pour les nudges verts (SINGLER, E., 2015). Cette heuristique de disponibilité et de l'affect ressort clairement de l'expérience vécue par les personnes que nous avons interrogées qui ont vu affluer un nombre disproportionné de demandes (et en partie irrationnelles) à cette occasion.

Ces premiers éléments nous permettent de répondre à la question de recherche 2 (*Quels freins ou biais peuvent être identifiés comme principaux obstacles à l'adoption plus large de l'énergie photovoltaïque en Suisse?*) que les freins de type monétaire et le manque d'information expliquent le faible taux de couverture photovoltaïque de la Suisse. Cela nous permet donc de **valider l'utilité du nudging** comme le propose le projet *Solarize Switzerland* en nous référant à SINGLER, E., 2015 en affirmant qu'il est nécessaire de compléter les mesures existantes avec de nouveaux leviers, en leur donnant ce fameux coup de pouce cher à Thaler et Sunstein. Selon notre panel, les freins sont homogènes, ce qui est un élément positif confirmant le bienfondé du nudging (LIST, J., et alii, 2023), avec toutefois un bémol qui ressortira plus loin (infra 5.2).

Ce constat posé il sied maintenant de déterminer si les biais utilisés par *Solarize Switzerland* (aversion à la perte, normes sociales) sont bien adaptés à la situation et/ou s'il est nécessaire de les faire évoluer. Pour évaluer la pertinence d'un nudge, il est essentiel de comprendre le comportement actuel (SINGLER, E., 2015) et se demander pourquoi les individus n'agissent pas déjà de la manière en question (CÔTÉ, P., 2018), ce qui peut se faire grâce à nos interviews. Comme on l'a vu plus haut, ce sont les aspects monétaires qui priment, à la fois comme frein et comme motivation, cela de manière homogène. Cela tend donc à **valider le principe de l'utilisation du biais d'aversion à la perte**, en tant que réponse à la question de la motivation, ce levier étant le plus efficace pour répondre aux questions financières. Toutefois, cette affirmation doit être légèrement minorée dans le sens où bien que les freins et motivations d'ordre financiers soient homogènes, les situations sont hétérogènes quant à leur individualité (âge de la maison, type de chauffage ou de voiture, type de famille, etc.). Malgré cela, l'homogénéité du frein et de la motivation financière nous poussent à affirmer qu'un **nudge travaillant sur le biais des normes sociales sera moins efficace**, car celui-ci ne représente pas le bon levier, même si les personnes interrogées nous confirment que la visibilité des panneaux solaires PV sur les toits joue un rôle. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement, ce dernier méritant d'être utilisé selon nous au niveau du choix du niveau action (infra 5.2.2 et 6).

À ce stade où nous comprenons pourquoi le type de nudge visant l'aversion à la perte est plus efficace que celui des normes sociales dans le projet *Solarize Switzerland* il est temps de se demander pourquoi il n'est pas plus efficace (15.3 % seulement). De plus, le fait que 100% des personnes ayant demandé un entretien ont demandé une offre ne signifie pas que celles-ci ont abouti à la pose de panneaux solaires sur les toitures en question. Selon MERTENS, S., et alii (2022) l'impact potentiel d'une décision peut influencer sur l'efficacité d'une intervention. Or, comme on l'a vu supra, l'aspect financier est un frein, pas uniquement une motivation. Cela peut être à tort, en raison d'une lacune informationnelle (biais), où cela peut être réel en raison des fonds propres nécessaires ou en raison de travaux préalables nécessaires à la pose de panneaux (infrastructure, chauffage, etc.) ou même en raison d'un manque de moyens (fonds propres). Il est donc vraisemblable que les 15.3% qui ont demandé un rendez-vous et une offre étaient plus touchés par l'aversion à la perte au sens de la perte de rentabilité, alors que les cibles de l'expérience pour lesquelles les finances sont un

frein auront été moins touchées par le biais d'aversion à la perte. Cela avait été mentionné dans le cadre d'une interview de manière assez claire (« *ceux qui prennent contact avec nous ont le cash, sinon ça s'arrête avant* »). De ce fait, **la pose de panneaux solaires est une décision dont la ponctualité doit être prise en compte dans un projet de nudging**. De même, la particularité de chaque cas doit être prise en compte. Envoyer un courrier avec un nudge identique à des situations différentes ne sera pas concluant. Le deuxième élément de MERTENS, S., et alii (2022) qui explique cette situation est la décision en tant que telle. Selon nous, un **nudge du type de Solarize Switzerland** n'intervient pas sur la structure de la décision, mais **est plutôt une intervention de type information décisionnelle**. Cela explique son efficacité moindre, car il est vrai que le fait de demander un rendez-vous ou une offre n'est pas le *momentum* de la décision. Celle-ci est prise ultérieurement, au moment d'accepter l'offre, et un nudge doit agir un bon moment pour être efficace (SINGLER, E., 2015), de même qu'il doit s'adresser au bon système de pensée (CÔTÉ, P., 2018) et qu'il devrait viser la faisabilité plutôt que la désirabilité (CARREL, C. et alii, 2023). Cela nous pousse à penser qu'il serait **pertinent de travailler sur la faisabilité** d'un projet solaire, au sens financier, comme nous le verrons plus loin.

5.2 Facteurs déterminants

Dans cette partie nous allons aborder la question des facteurs déterminants pour *Solarize Switzerland* et ainsi répondre à la troisième question de recherche (*Quels sont les facteurs déterminants (obstacles, leviers) qui influencent l'efficacité des nudges pour promouvoir l'adoption de l'énergie solaire photovoltaïque en Suisse dans le cadre du projet Solarize Switzerland ?*). Nous les catégorisons en obstacles et leviers.

5.2.1 Obstacles

L'hétérogénéité

Sous un air de prime abord homogène en raison de la prédominance des aspects financiers et d'affirmations comme celles soulignées supra chapitre 5 (« *tous ont à gagner avec le PV* ») les interviews tendent au contraire à confirmer que chaque type de toit, de bâtiment ou de personne (physique ou morale) comporte des différences importantes. Cette hétérogénéité représente un obstacle certain dans le cadre d'un projet de nudging.

La question de la rentabilité atteinte grâce à l'autoconsommation est selon nous et les personnes interrogées l'élément central dans le domaine du solaire photovoltaïque. Il est ainsi à la fois pour l'objet en tant que tel, mais également au niveau de la politique énergétique suisse (diminution du surplus de production). Cette rentabilité par l'autoconsommation diffère énormément d'une personne à l'autre, ce qui implique que l'effet d'un nudge touchant à l'aversion à la perte sera également différent. Un ménage en villa individuelle construite avant 2000 qui chauffe au mazout et dont les membres sont tous absents en journée aura un taux d'autoconsommation faible et bien différent d'un ménage avec des enfants en bas âge, une voiture électrique et dont une personne travaille un ou plusieurs jours par semaine en home office.

Cette hétérogénéité se retrouve à nouveau lorsque l'on pense aux différents types de toits. Il y a des PME qui se fournissent sur le marché libre, qui ont une surface de toit importante avec un fort taux d'autoconsommation, des PME de type familial avec une

infrastructure peut-être vieillissante, des bâtiments agricoles avec une toiture importante, mais sans autoconsommation et qui peuvent parfois se trouver éloignées de l'accès au réseau ou même reliées au réseau par une interface de faible capacité. Il y a les résidences secondaires qui sont en montagne et très peu utilisées, les locataires qui n'ont que le balcon, et enfin les propriétaires en PPE qui sont tributaires de la copropriété et soumis à de bien complexes procédures.

Cette caractéristique représente donc un obstacle dans le cadre du projet de *Solarize Switzerland* car l'utilisation d'un nudge qui se base sur le biais de l'aversion à la perte sera diversement efficace, selon la rentabilité qui elle dépend du type de bien ou de situation. **L'hétérogénéité est de ce fait un obstacle qui ne pourra être levé que par un ciblage précis.** Ce ciblage visera l'homogénéisation qui rendra le nudging possible. Il conduira également à renoncer à certains éléments, par exemple en lien avec les situations géographiques particulières (ville, région, plaine, montagne, etc.) ou à reporter dans le temps certains projets.

Comme on l'a vu, les bâtiments des PME de type artisanat/industrie qui ont été touchés de plein fouet par la crise énergétique de 2022-2023 ont en partie déjà effectué les investissements nécessaires à garantir leur autonomie énergétique, cela pour des raisons économiques. Comme on le voit en Valais, ce n'est pas là qu'il y a des enjeux aujourd'hui. De plus, des éléments comme les normes ISO en lien avec la durabilité ou le besoin de communiquer au sujet de l'écologie nous font penser qu'ils pourraient sortir du cadre d'un projet comme *Solarize Switzerland* qui devra se concentrer sur des niveaux d'action plus bas, avec des éléments plus simples à actionner. Comme on peut le constater également dans la publication OFEN – Suisseenergie.ch (2021), ce qui se joue au niveau des entreprises est plus dans la gestion de l'énergie. Il nous semble donc, du fait également que les entreprises consommatrices de beaucoup d'énergie s'approvisionnent sur le marché libre, que dans ce milieu il y a une hétérogénéité encore plus importante, que notre projet ne toucherait pas sa cible.

Une faible capacité d'(auto)consommation d'électricité

En matière de solaire, un faible taux d'autoconsommation a pour conséquence une diminution importante de la rentabilité, ce qui peut réduire à néant l'effet d'un nudge se basant sur le biais d'aversion à la perte. En vue d'une probable surproduction estivale et de l'arrivée des compteurs intelligents, il paraît judicieux de ne pas miser sur des tarifs de reprise de l'énergie élevés.

Il s'agit dans ce cas à la fois de certaines maisons individuelles (par exemple une maison inhabitée en journée et le week-end et peu énergivore), des bâtiments agricoles excentrés ou même par exemple les résidences secondaires ou les appartements. **La réponse à cet obstacle est à rechercher dans le ciblage**, comme pour l'hétérogénéité. À cela il faut toutefois ajouter l'ouverture vers d'autres propositions que des nudges utilisant le biais d'aversion à la perte. Nous pensons aussi à l'éventualité de renoncer à cibler certains types de bâtiments. Toutefois, la vision qui nourrit le projet *Solarize Switzerland* étant aussi l'écologie, il serait important de répondre avec des propositions différentes, par exemple un nudge sur le biais d'aversion à la perte avec un projet de contracting ou bien par l'innovation et une proposition de solaire plug & play de durée déterminée, le temps que la situation évolue, par exemple. De même il serait imaginable qu'un nudge d'aversion à la perte puisse aboutir à un conseil et un projet qui se concrétiserait quelques années plus tard,

une fois l'autoconsommation améliorée (acquisition d'une voiture électrique, avec ou sans capacité bidirectionnelle, changement de chauffage, etc.). En ce sens, nous pensons que **le rôle des communes pourrait se révéler essentiel**, de par leur connaissance du tissu local (proximité).

La faiblesse des moyens financiers ou le manque de liquidités

Le résultat des interviews n'a pas laissé planer le doute en confirmant ce que la littérature nous laissait penser, à savoir le fait que les aspects financiers représentent ce qui freine et motive le plus à passer au solaire photovoltaïque. Cette caractéristique se retrouve également au centre du problème de la faible autoconsommation, de manière indirecte, comme nous venons de l'observer. De manière bien plus décisive, la question de la capacité d'investissement et/ou du manque de liquidités est un obstacle important à prendre en considération. Ce problème peut survenir dans plusieurs cas de figure. Il y a par exemple le bâtiment ou l'infrastructure qui nécessite d'importants travaux avant d'offrir la possibilité de poser une installation solaire photovoltaïque (toiture à refaire, isolation, chauffage, etc.) ou alors un simple manque de liquidités, cela même s'il est envisageable de procéder à une installation sur une villa pour 10 à 15'000.- (moins cher qu'une voiture). Dans ce type de cas, il s'avère que le public cible se trouve confronté à un problème de **faisabilité**. Pour le premier cas on en revient au ciblage qui permettra de mieux viser par un phasage du projet, mais pas seulement. Il ressort en effet des interviews qu'il y a un manque de connaissances du public au sujet des possibilités qui s'offrent en matière de financement. Parfois le biais d'aversion à la perte est immédiatement contré par le manque de cash et le nudge perd tout son effet. Cela est encore plus criant aujourd'hui que la demande est supérieure à l'offre, car il n'est commercialement pas nécessaire d'agir. Pour contrer cela, un **conseil financier** (neutre) quant aux possibilités existantes (hypothèque, utilisation des avoirs de 2^e pilier, leasing, etc.) accompagnant un nudge pourrait en augmenter l'efficacité.

L'aspect juridique ou politique

L'obstacle juridique a légèrement perdu de sa pertinence notamment depuis que la LAT dispose que l'énergie solaire l'emporte en principe sur les aspects esthétiques (art. 18a al. 4 LAT) et cela se confirme dans le cadre des interviews. Toutefois, en cas d'envoi d'un courrier de type nudging dans une zone qui ne permettrait pas la pose de panneaux solaires PV serait une perte d'efficacité importante, qu'il s'agit d'éviter. De ce fait, il faut à nouveau **cibler correctement en évitant certaines zones**. Cela devra se faire de concert **avec les communes** concernées, pour une efficacité maximale. À cet aspect juridique, nous ajoutons le politique, dans le sens du législateur. Comme nous l'avons vu cette année avec l'adoption de l'acte modificateur unique, la politique publique en question est évolutive et en accélération. Cela représente un obstacle dans le sens où nous devons nous attendre à de nouvelles obligations pour ce qui concerne les toits existants d'une certaine taille. De même, une obligation générale d'installer du solaire photovoltaïque sur tout nouveau bâtiment pourrait finir par émerger sur tout le territoire et complexifier la situation de manière générale, et en particulier en tendant un marché déjà saturé. Afin de répondre à cette éventualité, nous pensons que le ciblage proposé devra également proposer un **phasage dans le temps, par type de public cible** ou même de **renoncer** à certains éléments qui seraient en cours de traitement par le législateur afin d'éviter de perdre de l'énergie sur une situation amenée à évoluer.

La complexité des procédures

Lorsqu'il y a un bâtiment existant de type PPE, il est complexe de se tourner vers le solaire PV sans le faire par un projet avec un GRD. Cela rend le nudging d'autant plus difficile à mettre en place, car il devrait viser une pluralité de personnes. Or, comme on l'a vu plus haut, cela n'est pas efficace. Selon nous ce type de public **ne doit pas être l'objectif principal du projet**, le nudging se devant d'être quelque chose de simple. Il s'agira donc, dans le cadre du ciblage, de décider de la suite à donner en fonction des particularités du lieu en question. Par exemple s'il s'agit d'un village avec des parcelles de type PPE verticales alors un nudging standard peut s'imaginer. En revanche s'il s'agit d'une PPE horizontale, le ciblage devra déterminer la meilleure option en fonction du lieu, entre le renoncement, la proposition de contracting ou de collaboration avec le GRD. Enfin, le **solaire de balcon** pourrait devenir dans ce cas une sorte de nudge intéressant dans une première phase, ce qui donnerait le temps à la communauté de décider.

Le marché

Le dernier obstacle que nous relevons est le marché du solaire au moment d'écrire ces lignes, marché dont la particularité est d'être un marché de pénurie (demande > offre). Cela a pour conséquence qu'il n'est parfois pas possible d'obtenir une offre. Nos rencontres ont d'ailleurs montré que la plupart des personnes interrogées étaient de l'avis qu'une offensive solaire n'était pas nécessaire ni opportune aujourd'hui. De notre côté il nous paraît aussi difficile d'imaginer qu'un nudge puisse être efficace s'il n'est pas possible d'obtenir une offre ou s'il faut de nombreux mois pour en concrétiser une. À cela nous pensons qu'il est essentiel de **préparer une campagne de nudging** en l'adaptant à la situation locale. Un travail étroit devrait se faire en amont **avec les communes** concernées (dans certaines régions elles possèdent tout ou partie des GRD) et également avec les associations d'installateurs de solaire, cela afin d'éviter une situation totalement contre-productive. Idéalement, il serait avantageux de s'assurer au préalable de la faisabilité du projet avec les partenaires techniques locaux, dans le respect des règles de concurrence. Le deuxième levier que nous voyons est la mise sur pied d'une vraie **collaboration** dans un tel projet, allant jusqu'à un accompagnement jusqu'à l'aboutissement du projet, qui se concrétise à la signature d'une offre et pas à son obtention.

5.2.2 Leviers

Le ciblage

Ce type de levier a pour objectif, dans le domaine du nudging, de faire en sorte que le nudge soit adapté et réponde à la situation concrète telle que le suggère SINGLER, E. (2015) : il doit intégrer le contexte décisionnel, les facteurs d'influence et les barrières et pour ce faire il devra commencer par une fine et stricte analyse de la situation et vraisemblablement aussi prendre en considération les particularités locales de type valeur, culture comme le propose MERTENS, S., et alii (2022). Pour ce ciblage l'utilisation d'informations en open source sera nécessaire, mais certainement aussi l'observation directe *in situ*. Il s'agira également d'utiliser des études de type ZIELONKA N. et alii (2023) afin de déterminer si le lieu est propice au projet. Le but du ciblage sera donc d'**homogénéiser la situation** au maximum afin d'augmenter l'efficacité du projet.

L'augmentation de la capacité financière par le conseil

Ce levier a pour objectif est d'ajouter l'élément « faisabilité » au nudge et le rendre efficace, ce qui est préconisé par CARREL, C. et alii (2023). Cela est très important, car le fait d'utiliser le biais d'aversion à la perte travaille sur la désirabilité en rendant l'installation de panneaux PV attractive, financièrement parlant. Mais force est de constater qu'il y a un bon nombre de personnes qui ne se tournent pas vers le solaire simplement du fait qu'elles imaginent ne pas pouvoir se le permettre, raison pour laquelle il est important de leur **faciliter l'accès**. Afin de renforcer cela par le nudging, **l'ajout d'un choix par défaut** pour obtenir un conseil financier neutre et gratuit serait selon nous efficace.

Une forte autoconsommation

Avoir une importante consommation d'électricité est le levier qui permet à un nudge qui utilise le biais d'aversion à la perte de fonctionner parfaitement. Il se suffit presque à lui-même. Ce levier n'est toutefois pas un élément indépendant, il doit donc être catégorisé comme une **partie du ciblage**, en tant que paramètre d'analyse.

Les normes sociales

Même si l'essai de *Solarize Switzerland* effectué à Schaffhouse n'a pas montré une efficacité importante par l'utilisation du biais des normes sociales (supra 1) et que comme CARREL, C. et alii (2023) nous pensons que ce levier ne sera pas le plus efficace, cet aspect n'est pas dénué d'intérêt. Cela est souligné par le même auteur lorsqu'il affirme que la visibilité pour autrui est un facteur d'efficacité pour ce qui concerne l'environnement. Nous pensons également, comme BOENKE, L., et alii (2022), qu'avec une norme descriptive dynamique (supra 3.2.3 : « de plus en plus de ménages se tournent vers le PV comme source d'énergie ») il est probable qu'une partie des individus pourrait faire preuve de préconformité, cela à la condition que la source soit considérée comme neutre. Si l'on suit SINGLER, E. (2015) on peut également se dire que la forte visibilité des panneaux solaires lors de la phase de montage aura un effet sur le voisinage, même si cela n'est pas immédiat. Cela nous pousse à penser qu'il est important de travailler sur une échelle la plus petite et simple possible, cela afin de susciter cet effet d'attrait des normes sociales qui pousse à faire comme les autres. Pour cela le **niveau d'une commune (de petite taille) ou alors d'un quartier** nous paraît le plus adapté. Il permettra grâce au partenariat avec une université (Unil) de garantir la neutralité de la source, ce qui ne serait pas le cas avec un GRD. De plus, un projet de nudging dans un village ou quartier pourrait entraîner des voisins à faire pareil dans une phase ultérieure.

Les normes de qualité et la communication (entreprises)

Pour les entreprises les normes existantes en matière de durabilité peuvent représenter un levier intéressant pour un projet comme *Solarize Switzerland* (OFEN – Suisseenergie.ch, 2021). Une norme de durabilité de type ISO pour en effet représenter un facteur d'efficacité des nudges de par son côté engagement, mais aussi en étant vu comme une **norme sociale** (une entreprise désire formaliser son engagement par l'obtention d'une certification, un type d'outil qui permet de faire partie d'une catégorie déterminée et qui peut s'apparenter une norme sociale). De même,

une entreprise qui installe des panneaux pourra utiliser cela comme un **marqueur de communication**. Cela a par exemple généralement lieu dans les grandes surfaces qui ont installé des panneaux PV sur leur toit et qui diffusent en temps réel la production et la consommation, de manière à ce que cela soit visible pour les clients. Aussi, nous pensons qu'offrir aux entreprises la possibilité de **communiquer** au sujet de leurs projets énergétiques par exemple en communiquant sur leur participation à *Solarize Switzerland* par un marqueur pourrait être un levier intéressant.

Le solaire de balcon

L'existence du solaire plug & play n'est pas d'un levier en tant que tel. Il s'agit plutôt d'un **instrument** qui pourrait être utilisé dans le projet de *Solarize Switzerland* comme un nudge, là où il y a des écueils à l'installation d'une toiture solaire PV. Cette innovation est aujourd'hui peu, voire pas connue en Suisse, contrairement à des pays comme l'Allemagne (Energuides.ch, 2023). Ce type d'installation pourrait être utilisée avantageusement de deux manières. Tout d'abord, comme proposition d'installation **dans des zones particulières** (montagne) ou **pour certains types d'habitations** (R2, bâtiment locatif). La facilité d'installation, le prix abordable et surtout la rapidité d'acquisition permettraient d'en faire un objet de nudge intéressant et rentable. D'autre part, dès lors que les compteurs intelligents auront été installés et que les applications qui accompagnent ce type d'installation permettront de suivre sa production et son autoconsommation, l'objet pourrait **faire office de nudge** et attirer vers le solaire en toiture. Par exemple: une famille qui vit en maison individuelle et qui doit tout d'abord procéder à d'autres travaux, des retraités qui vivent dans une maison avec une toiture âgée ou même peut-être une copropriété (de type PPE ou non) qui désire s'essayer au solaire photovoltaïque avant de se décider pour la toiture, etc.

Les communes

Le dernier levier que nous détaillons est selon toute vraisemblance le plus important, avec le ciblage. Il s'agit des communes qui ont un impact important pour ce projet, pour plusieurs raisons, en particulier car elles représentent l'échelon politique suisse le plus proche des individus et de leur environnement. Cela est valable à la fois pour les personnes physiques et pour les entreprises de type PME qui forment le tissu économique local. Cette proximité s'avère essentielle pour un projet de promotion de la production d'énergie solaire PV sur l'ensemble du territoire. Elle permettra la compréhension précise de la situation locale (SINGLER, E., 2015, MERTENS, S., et alii, 2022) de même que sa probable évolution (ZIELONKA N. et alii, 2023). Il sera ainsi possible d'éviter les **zones peu favorables** au solaire et/ou de déterminer les **secteurs ou quartiers les plus favorables**, en fonction de la législation communale topique. De même, il sera possible de **préciser les publics cibles** les plus intéressants en matière d'autoconsommation. Les communes pourront également jouer un rôle de **conseil**, notamment en cas de présence d'un ou d'une déléguée à l'énergie en charge de la politique énergétique communale. Dans le cadre de cette politique, il sera important pour les communes de **fixer et suivre des objectifs** en matière de % de production solaire en fonction du potentiel de production de la commune (indicateurs). Le rôle de conseil pourra aussi avoir lieu pour ce qui concerne le financement, de manière directe (niveau communal) ou indirecte (par un tiers). De plus, étant donné que de nombreuses communes suisses possèdent tout ou partie des GRD, il sera intéressant de déterminer, dans le cadre d'une politique énergétique, ce qu'il serait possible d'attendre de cette collaboration. Il s'agirait par exemple de

s'assurer d'une certaine **disponibilité du matériel ou des compétences**. Enfin, les petites communes sont essentielles dans le sens où la proximité infracommunale aura pour conséquence une sorte d'effet boule de neige en cas d'**offensive solaire**, comme on l'a vu plus haut. Cela en plus du fait que le **label Cité de l'énergie** est attractif et que faire participer sa population à ce label peut aider à convaincre. Si on ajoute la neutralité d'un partenaire universitaire, nous avons un sérieux gage de qualité qui permettrait très certainement une efficacité accrue.

6 Recommandations

L'analyse des freins et biais que nous avons effectuée au chapitre précédent nous a permis de valider l'utilité du nudging pour la promotion du solaire photovoltaïque et également l'utilisation du biais d'aversion à la perte. Suite à cela nous avons identifié les facteurs déterminants (obstacles ou leviers) qui influencent l'efficacité des nudges pour promouvoir l'adoption de l'énergie solaire photovoltaïque en Suisse dans le cadre du projet *Solarize Switzerland*. Il s'agit maintenant de proposer des recommandations qui pourront servir dans le cadre de la poursuite du projet. Pour rappel, l'objectif principal de notre contribution est de faire en sorte que *Solarize Switzerland* augmente réellement le nombre d'installations de production photovoltaïque en Suisse. C'est à travers cette perspective de réalisation ou de concrétisation que nos recommandations se lisent.

Les 3 éléments les plus marquants en lien avec l'efficacité selon notre étude sont les suivants:

- prédominance des **aspects financiers**, à la fois en tant que frein et motivation, ce qui entraîne la nécessité d'augmenter la faisabilité ;
- la place essentielle du **ciblage**, qui doit se faire en fonction de l'autoconsommation (pour la rentabilité, mais aussi pour limiter la surproduction) et de la faisabilité ;
- le rôle central que doivent jouer les **communes**.

6.1 Renoncer

Les recommandations proposées par notre contribution sont liées à ces 3 leçons principales tirées au long des pages qui précèdent. La première recommandation est liée au ciblage et consiste à **oser renoncer**. Il s'agit d'un parti pris assumé. Comme nous l'avons constaté, nous nous trouvons effectivement aujourd'hui dans une situation d'essor du solaire photovoltaïque, dans un marché de pénurie qui suit une phase de montée assez lente qui a duré 10 ans et qui a vu les convaincus se lancer dans l'aventure du solaire. Nous sortons également d'une phase de crise énergétique importante qui a entraîné un changement de paradigme au niveau des gros consommateurs d'énergie qui se fournissent sur le marché libre. De ce fait, comme SINGLER, E., (2015) qui affirme que « *Un nudge ne crée rien, il peut simplement inciter à choisir la meilleure option parmi celles disponibles* », notre première recommandation consiste à renoncer aux options qui ne nous paraissent pas les plus pertinentes pour aboutir sur une augmentation réelle des installations de production de solaire PV.

Nous proposons ainsi de commencer tout projet par un ciblage précis, et de ne surtout pas essayer nudger de mauvaises cibles. Voici ce à quoi nous proposons de renoncer, tout en précisant la raison et les solutions alternatives:

Les grandes toitures sans autoconsommation, de type agricole

Ces toitures sont souvent éloignées des zones habitées et pas toujours prêtes à recevoir une installation solaire PV, ce qui implique que tout projet doit faire l'objet d'une analyse précise de la situation. De plus, sans autoconsommation la rentabilité sera a priori basse et trop dépendante des tarifs de reprise qui devraient baisser dès lors que la production sera trop importante que les compteurs intelligents permettront

d'adapter la production et les prix. Ce type de toit doit plutôt être laissé au marché, et plutôt servir par exemple de toiture à louer dans une relation contractuelle avec un GRD par exemple. La vente sur le marché libre pourrait éventuellement rentabiliser une installation, mais cela dépasse la simplicité d'un projet de nudge. Toutefois, lorsque la situation aura évolué grâce à l'acte modificateur unique et qu'il sera possible de participer à une communauté électrique locale et de vendre directement l'énergie à des tiers il en sera autrement.

Les gros consommateurs qui se fournissent sur le marché libre

Ce type de public cible se fournissant dans un marché de l'électricité libre obéit à des contraintes économiques qui lient son approvisionnement à sa rentabilité. Ce genre d'objet doit être laissé au marché, ceci en plus du fait que les contraintes économiques liées à la crise énergétique de 2022-2023 les auront déjà poussés à une réflexion et au passage au solaire, au vu de son importante rentabilité. Selon nous il faut renoncer au nudge dès lors que l'approvisionnement en énergie influe sur l'activité économique en tant que partie des coûts de production.

Les bâtiments d'habitation de type PPE

En l'état nous pensons qu'un viser les bâtiments de type PPE est trop complexe pour l'utilisation d'un nudge qui se doit être quelque chose de simple. Un nudge doit viser une personne physique (ou morale) pour être efficace. Viser une communauté est un facteur de diminution de l'efficacité que nous proposons d'éviter. De plus, un nudge du type des lettres de *Solarize Switzerland* ne frappant pas au moment de la décision, son effet sur ce type de bien nous paraît trop faible.

Les bâtiments qui pourraient être prochainement contraints par une loi

Comme on le voit dans l'actualité, la situation évolue très vite et il est probable que de nouvelles obligations soient décidées dans un avenir plus ou moins proche. Cette évolution probable, couplée avec la situation actuelle du marché, nous fait penser qu'il n'est pas opportun de nudger ce type d'objets. Nous pensons en particulier aux toitures d'une surface importante (> 300 m²) et aux toitures de bien non individuels (conformément aux travaux en lien avec l'acte modificateur unique de 2023 ou de l'initiative en cours de récolte de signature des Vert-e-s). En revanche, il nous paraît peu probable que les individus soient touchés par ce type d'obligation, vu l'importance de la liberté individuelle en Suisse.

Les zones et objets à (très) faible potentiel

Ce type de zone qui est en tant que telle un frein doit être éliminé d'emblée, de même que les biens pour lesquels la plus-value d'une installation solaire n'est pas réelle. Nous pensons par exemple aux villages ou quartiers d'altitude avec une majorité de résidences secondaires et tout lieu non habité à l'année. Il s'agit également des zones protégées. De même les objets de type R2 doivent faire l'objet d'un traitement différencié et ne sauraient faire partie d'un projet à large échelle. La situation des zones de montagne doit être traitée à part, en fonction de typicités locales. Dans tous les cas, vu l'importance de l'autoconsommation pour la rentabilité et pour le système énergétique suisse, les zones habitées de plaine devront être privilégiées. Ajoutons que, comme pour les bâtiments agricoles, la situation pourrait évoluer le jour où il sera

possible et simple de consommer dans sa résidence principale ou de vendre directement l'énergie produite sur son chalet.

Les entreprises d'une certaine taille

Nous proposons également de renoncer aux entreprises d'une certaine taille dans ce projet, en raison des normes de certification existantes, comme on l'a vu plus haut. Il nous paraît en effet difficile de nous immiscer dans la stratégie d'approvisionnement des entreprises dans avec le type nudge de *Solarize Switzerland*. Comme on peut le constater dans OFEN – Suisseenergie.ch (2021), ce sont d'autre type de nudge qu'il faut utiliser dans l'économie.

6.2 Choisir

Cette recommandation d'oser renoncer nous amène à la suivante qui est celle de choisir et nous proposons de **choisir le niveau communal** comme acteur principal du projet. Nous recommandons de travailler sur une petite échelle en priorité, raison pour laquelle nous pensons aux plus de 2000 communes qui composent la Suisse. Cela a l'avantage d'activer indirectement un levier supplémentaire avec la visibilité pour autrui, ce qui renforce le projet. Au sein des entités communales, la nécessité de réduire l'échelle en visant des zones ou quartiers devra faire l'objet d'une appréciation qui dépendra des spécificités locales. Seuls les secteurs propices à une efficacité seront choisis. Outre cet aspect, nous proposons les étapes de travail suivantes au dans le lien avec les communes, en amont d'une campagne de nudging.

Étapes préliminaires (non exhaustif)

1. choix de la commune
2. définition des objectifs (indicateur : puissance installée en pourcentage de la puissance potentielle), en fonction de la politique énergétique de la commune (Cité de l'énergie, etc.), prise en compte de probabilités selon ZIELONKA N. et alii (2023)
3. mise en place / vérification des conditions-cadres (législation, disponibilité des ressources (GRD, installateurs), éventuelle signature d'un accord de principe, personne de contact / délégué à l'énergie)
4. ciblage des zones / quartiers (critères : zone à bâtir, plaine / montagne, zone de R2, zone protégée, zone agricole, etc.)
5. ciblage négatif des bâtiments (exclusions selon supra « oser renoncer »)
6. ciblage positif des bâtiments (villas post 2000, PAC, véhicule électrique, borne de recharge, piscine, jacuzzi, activités en journée, type de famille)
7. mise à jour des objectifs et des conditions-cadres
8. phasage du projet : ciblage du court terme / moyen terme
9. mise en place d'une campagne communale

À cela il sera important d'ajouter de manière systématique un **choix par défaut** d'obtenir un rendez-vous pour un conseil neutre pour aider à financer le projet. Enfin, ce travail au niveau des communes conduira à une **séance d'information** à l'attention de toutes les personnes qui auront montré leur intérêt lors de campagne de nudging, ceci afin d'ajouter une émulation et un effet normes sociales. L'ajout d'un témoignage pourrait apporter un plus comme on l'a vu plus haut.

6.3 Innover

La troisième recommandation que nous proposons est d'innover et vise à **favoriser l'essor du solaire de balcon** en Suisse. Comme on peut le constater à la lecture de notre étude, ce type de production d'énergie solaire PV a été totalement mise de côté dans notre pays. Force est de constater qu'on n'en parle jamais dans les journaux, sa production étant considérée comme quantité négligeable. On a tendance à oublier les locataires lorsque l'on parle de solaire, certainement car ces derniers en tant qu'individus sont moins intéressants pour les installateurs et pour les GRD. C'est omettre que 61% des ménages suisses sont des locataires, avec des pics à 80% et plus dans les cantons les plus urbains et un taux d'environ 40% dans les cantons que le sont moins (OFS 2023c). Certes, les toits des bâtiments locatifs peuvent accueillir des installations solaires PV, mais, en particulier dans les cantons urbains, l'utilisation de nudge avec des gérances ou de grands propriétaires sera moins efficace, car sans lien direct avec l'individu et donc avec une architecture du choix difficile à toucher. De plus, force est également de constater, et cela même si le site toitsolaire.ch comporte un volet complet au sujet du solaire de façade (supra 2.3) ce type de production n'est pas encore vraiment promue, malgré le fait que ce type de production comporte l'avantage d'être plus efficace en hiver qu'en été, ce qui contribue également à diminuer les pics de surproduction.

Concrètement, la recommandation consiste à **élaborer une campagne de nudging visant le solaire Plug & Play à l'attention des locataires**, également pour les propriétaires de **résidences secondaires** et **aussi pour les villas**. Pour les locataires, nous proposons de procéder à une expérience avec 2 variantes différentes. Toutes deux avec un nudge s'adressant directement à chaque locataire d'un ou de plusieurs bâtiments d'un secteur déterminé, en s'étant assuré auparavant de l'accord du propriétaire (exclure les bâtiments en PPE). Une première variante devrait se faire dans un lieu très urbain de type grande ville et l'autre dans un village de plaine. L'objectif étant de comparer les taux d'efficacité des nudges en fonction du caractère plus ou moins urbain de la situation. En parallèle nous proposons d'en faire de même avec les R2, en effectuant un test dans une station de montagne. Enfin nous proposons d'effectuer un même essai avec des propriétaires de maisons individuelles à sélectionner en fonction de leur faible autoconsommation. Nous pensons par exemple aux maisons qui ont été construites avant 2000 et dont le 80% se chauffe à l'énergie fossile. Cela pourrait nous donner des indications intéressantes et permettre aussi à ce type de bien de bénéficier du solaire PV en marge de leurs éventuels travaux d'amélioration énergétique. De plus, grâce à l'arrivée prochaine des compteurs intelligents, l'installation de solaire plug & play permettra à tout un chacun de suivre sa production et consommation d'énergie et sera quasiment un nudge (retour d'information) qui amènera les propriétaires de ces villas à mieux considérer le potentiel solaire à intégrer dans leurs futures rénovations. Il en est de même pour les propriétaires de résidences secondaires qui n'auraient peut-être pas de solaire sur le toit ou le balcon de leur résidence principale. Le contenu exact du/des nudges est à affiner en procédant à une analyse qui n'est pas l'objet de la présente contribution.

Avant de conclure, rappelons que les recommandations qui précèdent devront faire l'objet d'expérimentations grandeur réelle afin d'en vérifier leur pertinence en matière d'efficacité, comme l'exigent THALER R. & SUNSTEIN C. (2022) : tester, tester, tester !

7 Conclusion

Nous voici arrivés à la conclusion de notre étude qui avait pour objectif principal d'élaborer des recommandations afin que l'utilisation des nudges dans le cadre de *Solarize Switzerland* aboutisse à une augmentation réelle du nombre d'installations de production photovoltaïque en Suisse.

Pour en arriver là, nous avons tout d'abord répondu à la première question de recherche qui consistait à connaître l'impact des politiques publiques (climat et énergie) sur la production d'énergie solaire jusqu'à ce jour. Cette partie nous a permis de vérifier et documenter la nécessité d'augmenter la part du photovoltaïque dans la production d'énergie en Suisse pour avoir une chance d'atteindre les objectifs fixés à l'horizon 2050, ce qui représente une augmentation de plus de 30 TWh. La nécessité de compléter l'arsenal des mesures de la politique publique a également été validée, puisque nous avons montré que les informations en ligne et les mesures de soutien n'ont pas eu d'effets importants sur la situation qui a augmenté légèrement et de manière linéaire depuis 2010, à l'exclusion de la récente crise énergétique. À ce stade la nécessité d'un coup de pouce était donnée.

Cet état de fait posé nous nous sommes attelés à déterminer les freins ou biais pouvant être identifiés comme principaux obstacles à une adoption plus large de l'énergie photovoltaïque en Suisse. Pour ce faire nous avons tout d'abord procédé à une partie théorique qui nous a permis d'élaborer un questionnaire qui a été utilisé ensuite pour des interviews semi-directifs avec les 6 personnes d'un panel de spécialistes valaisans. Le choix des personnes a été fait en fonction de leur lien avec la pratique du solaire photovoltaïque ce qui nous a permis d'obtenir des informations de première main sur la réalité d'aujourd'hui.

Notre analyse a révélé que, dans le contexte actuel, les considérations écologiques sont devenues secondaires. Les principaux freins et motivations liés à l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sont d'ordre financier. Cette tendance est en partie attribuable à un manque d'information ou à des erreurs d'appréciation. Cela a confirmé la nécessité de compléter les mesures existantes avec de nouveaux leviers, et donc l'utilité d'un nudge visant le biais d'aversion à la perte. Autre fait saillant de notre recherche, la nécessité d'améliorer la faisabilité financière, ce qui n'était pas prévu par *Solarize Switzerland*.

Suite à ces constats, nous avons recherché les facteurs déterminants (obstacles, ou leviers) qui influencent l'efficacité des nudges pour promouvoir l'adoption de l'énergie solaire photovoltaïque. Nous avons déterminé les principaux obstacles suivants : l'hétérogénéité des situations, une trop faible (auto)consommation d'électricité, la faiblesse des moyens financiers (ou le manque de liquidités), des obstacles juridiques ou politiques, la complexité de certaines procédures et le marché de pénurie. Du côté des leviers nous avons listé le ciblage, l'autoconsommation, les conseils financiers, les normes sociales (visibilité pour autrui), les normes de qualité ou la communication pour les entreprises, le solaire de balcon et enfin le rôle important que peuvent jouer les communes.

Grâce à cela nous avons procédé à l'élaboration de recommandations en nous basant sur les 3 éléments les plus marquants en lien avec l'efficacité qui sont : la

prédominance des aspects financiers, à la fois en tant que frein et motivation, ce qui entraîne la nécessité d'augmenter la faisabilité, la place essentielle du ciblage, qui doit se faire en fonction de l'autoconsommation (pour la rentabilité, mais aussi pour limiter la surproduction) et de la faisabilité et le rôle central que doivent jouer les communes.

Nous avons pris le parti de proposer les 3 recommandations suivantes :

- Pour garantir ou augmenter l'efficacité des nudges dans le cadre du projet *Solarize Switzerland*, nous pensons qu'il faut tout d'abord **renoncer à plusieurs cibles potentielles prévues initialement** (grandes toitures sans autoconsommation de type agricole, les gros consommateurs qui se fournissent sur le marché libre, les bâtiments d'habitation de type PPE, les bâtiments qui pourraient être prochainement contraints par une loi, les zones et objets à (très) faible potentiel et les entreprises). La raison de cette proposition peut-être inattendue est la nécessité de cibler sur les objets qui font sens et éviter tout ce qui n'est pas utile.
- La deuxième recommandation est de **choisir le niveau communal** comme principal lieu d'action, en proposant une liste d'étapes à suivre avant de lancer le projet de nudging. Nous proposons en outre d'ajouter un choix par défaut qui consistera à demander un conseil financier neutre.
- La troisième recommandation est celle d'**innover en proposant de favoriser l'essor du solaire de balcon** pour les locataires, les résidences secondaires et pour les villas dans certains cas particuliers.

Enfin, la dernière recommandation qui n'en est pas une pour qui connaît les nudges est celle de procéder à des expériences afin de valider ou non nos propositions de renoncer – choisir – innover.

7.1 Perspectives et défis à venir

Avant de mettre un point final à cette étude, nous tenons à signaler que notre travail ne traite pas directement du problème du surplus de production d'énergie qui sera engendré en Suisse en raison de la production solaire photovoltaïque, principalement en été. Selon nous, cet élément représente aujourd'hui un risque qui pourrait avoir des conséquences très fâcheuses sur les tarifs de reprise, voir un risque de coupe pure et simple de la production à certaines heures de la journée. La réalisation de ce risque aurait une incidence importante, voire dramatique, sur la rentabilité des installations solaires PV et le projet *Solarize Switzerland* ne peut pas ne pas le prendre en considération, puisqu'il se base sur le biais d'aversion à la perte. Cela n'est pas non plus traité dans notre contribution, mais nous savons que la frontière est ténue entre un nudge et une manipulation néfaste. Les nudges soulèvent en effet des questions éthiques dans la littérature, le principe d'un nudge reposant sur le fait que le changement de comportement doit être bénéfique pour l'individu visé. Nos recommandations prennent ainsi tout leur sens. Il sera essentiel, et ceci est notre recommandation conclusive, de trouver un juste milieu et de ne pas chercher à couvrir la Suisse de panneaux solaires photovoltaïques sans une planification précise. Le faire sans solution pour utiliser l'immense surplus de production serait en quelque sorte un effet boomerang dans le sens où les panneaux représentent aussi un problème écologique de par leur production et l'évidente utilisation de ressources. Dilapider des ressources en couvrant des toits pour produire dans le vide serait contraire aux principes qui sous-tendent au projet : diminuer les émissions de carbone dans le sens d'un mode de vie durable.

Aussi, il est important de rappeler que l'énergie solaire n'est pas un tout, mais une partie de la politique énergétique suisse et que c'est dans cette optique que le projet devra être poursuivi. Cela nous pousse à souligner à nouveau l'importance de travailler sur une petite échelle, à savoir au niveau des communes. Les questions de communautés de production communales devraient être intégrées dans les objectifs de *solarize Switzerland*, en tant que solution possible au risque de surproduction.

8 Liste des abréviations

art	article
al	alinéa
alii	autres, d'autres (latin)
AVIS	association valaisanne des installateurs solaires
C	centigrade
DETEC	département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
env	environ
EPFZ	école polytechnique fédérale de Zurich
ex	exemple
GES	gaz à effet de serre
GIEC	groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GRD	gestionnaire de réseau de distribution
GRU	rétribution unique pour les grandes installations photovoltaïques
GWh	gigawattheure
HES-SO	haute école spécialisée de suisse occidentale
ibid	ibidem (latin), au même endroit
IEA	International Energy Agency
ISO	International Organization for Standardization
kW	kiloWatt
kWc	kiloWatt-crête
kWp	kiloWatt-peak
LAT	loi sur l'aménagement du territoire
LCI	loi fédérale sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique
LEne	loi sur l'énergie
MW	MegaWatt
no	numéro
OFEN	office fédéral de l'énergie
OFEV	office fédéral de l'environnement
OFS	office federal de la statistique
p	page
PAC	pompe à chaleur
PDF	portable document format (format de document portable)
PPE	propriété par étage
PRISMA	preferred reporting items for systematic reviews an meta-analyses
PRU	rétribution unique pour les petites installations photovoltaïques
PV	photovoltaïque
PVSP	photovoltaic power systems programme
R2	résidence secondaire
RCP	regroupement dans le cadre de la consommation propre
rév	révision
RPC	rétribution à prix coûtant
RS	recueil systématique
RU	rétribution unique
SA	société anonyme
SWOT	strengths weaknesses opportunities threats
TWh	terawattheure
Unil	université de Lausanne
vol	volume

9 Liste des figures

Figure 1: Exemple de l'aptitude d'un toit pour produire de l'énergie PV selon les informations en open data (www.toitsolaire.ch)	12
Figure 2: Exemple de choix de couverture d'un toit pour produire de l'énergie PV selon les informations en open data (www.toitsolaire.ch)	12
Figure 3: Exemple d'estimation des coûts et de la rentabilité d'une installation PV (www.suisseenergie.ch)	13
Figure 4: Exemple de données clés d'une installation PV (www.suisseenergie.ch).....	13
Figure 5: Évolution des ventes annuelles de puissances en MW au cours des dernières années selon la statistique 2022 (OFEN 13.07.2023)	14
Figure 6: Production annuelle d'électricité photovoltaïque (en GWh) de l'année précédente et l'année de référence selon la statistique 2022 (OFEN 13.07.2023).....	14
Figure 7: fiche technique de l'énergie solaire pour les locataires (OFEN – Suisseenergie.ch, 2020)	15
Figure 8: les classifications des nudges verts (CARREL, C. et alii, 2023)	22

10 Liste des tables

Tableau 1: Évaluation des installations PV mises en place au cours de l'année de référence (installations raccordées au réseau uniquement), par emplacement (OFEN, 13.07.2023)	10
Tableau 2: Évaluation des installations PV mises en place au cours de l'année de référence (installations raccordées au réseau uniquement), par classe de puissance (OFEN, 13.07.2023)	11
Tableau 3: les quatre instruments des gouvernements pour changer les comportements (TUMMERS L., 2019).....	17

11 Bibliographie

ARIELY, D., *Predictably irrational*. HarperCollins Publishers, 2008.

Assemblée fédérale suisse (23.12.2011) RS 641.71 - *Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO2*. En ligne : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2012/855/fr>, consulté le 2 octobre 2023.

Assemblée fédérale suisse (29.09.2023) Objet du conseil fédéral 21.047 - *Approvisionnement en électricité sûr reposant sur des énergies renouvelables*. En ligne : <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20210047>, consulté le 5 octobre 2023.

Assemblée fédérale suisse (30.09.2016) RS 730.0 - *Loi fédérale sur l'énergie*. En ligne : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/762/fr>, consulté le 2 octobre 2023.

Association des producteurs d'énergie indépendants (2021), *Installations photovoltaïques en Suisse, Installations réalisées et comparaison avec le potentiel solaire des bâtiments*. En ligne : <https://www.vese.ch/fr/pvpower/>, consulté le 2 octobre 2023.

BENSON, B., *Cognitive bias cheat sheet*. Better Humans, 2022. En ligne: <https://betterhumans.pub/cognitive-bias-cheat-sheet-55a472476b18>

BOENKE, L., et alii, *Who can nudge for sustainable development? How nudge source renders dynamic norms (in-)effective in eliciting sustainable behavior*, Journal of Cleaner Production, vol. 368, 2022, p. 133246, DOI: [10.1016/j.jclepro.2022.133246](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133246).

CARREL, C. et alii, *Facteurs d'efficacité des nudges verts pour des comportements plus écoresponsables – Revue systématique et pistes de recherche*, Recherche et Applications en Marketing (French Edition), vol. 38, n° 3, 2023, p. 35-79, DOI: [10.1177/07673701231166863](https://doi.org/10.1177/07673701231166863).

COLASANTE, A., et alii, *Nudging for the increased adoption of solar energy? Evidence from a survey in Italy* », Energy Research & Social Science, vol. 74, 2021, p. 101978, DOI: [10.1016/j.erss.2021.101978](https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101978).

Conseil fédéral suisse (12.12.2015) RS 0.814.012 - *Accord de Paris du 12 décembre 2015 (Accord sur le climat)*. En ligne : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/619/fr>, consulté le 2 octobre 2023.

Conseil fédéral suisse (16.12.2022), *Stratégie énergétique 2050, Rapport quinquennal dans le cadre du monitoring*, Berne. Téléchargeable : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/monitoring-strategie-energetique-2050.html>, consulté le 2 octobre 2023.

Conseil fédéral suisse (17.03.2023), *Le Conseil fédéral met en vigueur des modifications d'ordonnances pour la promotion de l'énergie solaire*, Berne. En ligne : <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/detec/medias/communiques-de-presse.msg-id-93760.html>, consulté le 2 octobre 2023.

Conseil fédéral suisse (27.01.2021), *Stratégie climatique à long terme de la Suisse*, Berne. En ligne : <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/65875.pdf>, consulté le 2 octobre 2023.

Conseil fédéral suisse (28.08.2019), *Le Conseil fédéral vise la neutralité climatique en Suisse d'ici à 2050*, Berne. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/actualites->

[et-medias/communiqués-de-presse/mm-test.msg-id-76206.html](https://www.consoglobe.com/10-biais-cognitifs-qui-trompent-le-plus-souvent-cg), consulté le 2 octobre 2023.

Consoglobe (2014), Les 10 biais cognitifs qui nous trompent le plus souvent, <https://www.consoglobe.com/10-biais-cognitifs-qui-trompent-le-plus-souvent-cg>, consulté le 5 octobre 2023.

Contrôle fédéral des finances (2023), *Audit de l'impact des subventions allouées aux grandes installations photovoltaïques - Office fédéral de l'énergie, L'essentiel en bref*, Berne. Téléchargeable : <https://www.efk.admin.ch/fr/publications/securite-et-environnement/energie-et-communication/impact-des-subventions-allouees-aux-grandes-installations-photovoltaiques-office-federal-de-lenergie.html>, consulté le 2 octobre 2023.

CÔTÉ, P., *La contribution de l'économie comportementale aux questions environnementales : en quête d'un nouveau paradigme*. Maîtrise en environnement. Université de Sherbrooke, 2018. Téléchargeable : https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/12348/Cote_Patricia_MEnv_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y, consulté le 5 octobre 2023.

DETEC (13.06.2021), *Votation sur la loi sur le CO2*. En ligne : <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/detec/votations/loi-sur-le-co2.html>, consulté le 2 octobre 2023.

DETEC (2017), *Stratégie énergétique 2050*. En ligne : <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/energie/strategie-energetique-2050.html>, consulté le 2 octobre 2023.

Energuides.ch (2023), *Installations solaires plug & play*. En ligne : https://energuides.ch/index.php?art=solaire_pv_plug_and_play, consulté le 2 octobre 2023.

FRIEDMAN H., *Cognitive Biases that Interfere with Critical Thinking and Scientific Reasoning: A Course Module*, *SSRN Electronic Journal*, 2017, DOI: [10.2139/ssrn.2958800](https://doi.org/10.2139/ssrn.2958800) (version révisée le 23 juillet 2023).

GENOUD, S., et alii., *Rapport « Étude comportementale, projet GROUP-IT »*, *Enquête de satisfaction liée au projet visant la pose de panneaux photovoltaïques en Suisse Romande grâce à un appel d'offres groupé*, SuisseEnergie, OFEN, Berne, 2019. En ligne : <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/9706>, consulté le 2 octobre 2023.

GIEC (2018), *Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* [Publié sous la direction de V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor et T. Waterfield]. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 32 p. Téléchargeable : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf, consulté le 2 octobre 2023.

Group-it (2023), *Devenez acteur de la transition énergétique*. En ligne : <https://www.group-it.ch/>.

HEIKE, T., *The cognitive bias codex. Teach Thought*, 2019. En ligne: <https://www.teachthought.com/critical-thinking/cognitive-biases/>

IEA PVSP (2023), Snapshot of Global PV Markets 2023, téléchargeable : <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2023/>, consulté le 2 octobre 2023.

LIST, J., et alii, *Judging Nudging: Understanding the Welfare Effects of Nudges Versus Taxes*, Cambridge, MA : National Bureau of Economic Research, 2023, p. w31152, DOI: [10.3386/w31152](https://doi.org/10.3386/w31152).

MERTENS, S., et alii, *The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioral domains*, Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 119, n° 1, 2022, p. e2107346118, DOI: [10.1073/pnas.2107346118](https://doi.org/10.1073/pnas.2107346118).

OFEN – Suisseenergie.ch (2020), *Le programme d'encouragement de la Confédération dans le domaine de l'énergie : Courant solaire pour les locataires*, en ligne : <https://www.suisseenergie.ch/batiment/courant-solaire-locataires/>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN – Suisseenergie.ch (2021), *L'apport des sciences du comportement dans la politique énergétique*, en ligne : <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/10613>, consulté le 19 octobre 2023.

OFEN (13.07.2023), *Statistiques de l'énergie solaire, Année de référence 2022*, Berne. Téléchargeable : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistiques-sectorielles.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (18.01.2018), *Stratégie énergétique 2050 : Chronologie*. Téléchargeable : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (19.02.2016), Le site www.toitsolaire.ch indique le potentiel des toits des bâtiments en matière d'énergie solaire, Berne. En ligne : <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-60709.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2020a), *Mesures dans le domaine des réseaux électriques*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050/premier-paquet-de-mesures/mesures-dans-le-domaine-des-reseaux-electriques.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2020b), *Mesures visant à accroître l'efficacité énergétique*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050/premier-paquet-de-mesures/mesures-visant-accroitre-efficacite-energetique.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2020c), *Mesures visant à développer les énergies renouvelables*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050/premier-paquet-de-mesures/mesures-visant-developper-les-energies-renouvelables.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2020d), *Modifications de la loi sur l'énergie nucléaire*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politik/energiestrategie-2050/erstes->

[massnahmenpaket/aenderungen-im-kernenergiegesetz.html](#), consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2021), *Stratégie énergétique 2050*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050.html/>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2023a), *Energie solaire*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/energies-renouvelables/energie-solaire.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEN (2023b), *Perspectives énergétiques 2050+*. En ligne : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html/>, consulté le 2 octobre 2023.

OFEV (18.06.2023), *Loi sur le climat et l'innovation: votation populaire le 18 juin 2023*. En ligne : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/dossiers/loi-climat.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFS (2023a), *Domaine énergétique, Système de chauffage et source d'énergie*. En ligne : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement/batiments/domaine-energetique.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFS (2023b), *Logements*. En ligne : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement/logements.html>, consulté le 2 octobre 2023.

OFS (2023c), *Logements de locataires*. En ligne : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement/logements/logements-locataires.html>, consulté le 25 novembre 2023.

SINGLER, E., et alii, *Nudge marketing: les sciences comportementales pour un marketing gagnant-gagnant*, Montreuil : Pearson, 2019.

SINGLER, E., *Green nudge: réussir à changer les comportements pour sauver la planète*, Montreuil : Pearson, 2015.

THALER R., SUNSTEIN C., *Nudge, édition ultime*, Paris : Vuibert, 2022.

TUMMERS L., *Public Policy and Behavior Change*, Public Administration Review, vol. 79, n° 6, 2019, p. 925-930, DOI: [10.1111/puar.13109](https://doi.org/10.1111/puar.13109).

TVERSKY, A., KAHNEMAN, D., *Judgment under Uncertainty: Heuristics and biases*. Science, 185, No. 4157, 1124- 1131, 1974.

Université de Lausanne (2023), *Des nudges pour l'adoption des énergies renouvelables*. En ligne : <https://wp.unil.ch/solarize/fr/>, consulté le 2 octobre 2023.

ZIELONKA N. et alii, *Probabilistic projections of granular energy technology diffusion at subnational level*, PNAS Nexus, vol. 2, n° 10, 2023, p. pgad321, DOI: [10.1093/pnasnexus/pgad321](https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad321).

ZUFFEREY, A., *Livre blanc, Le solaire photovoltaïque en Valais*, Sion, OIKEN SA, 2021. En ligne : [https://oiken.ch/wp-content/uploads/2022/04/OIKEN Livre Blanc Solaire RVB final 20220419.pdf](https://oiken.ch/wp-content/uploads/2022/04/OIKEN_Livre_Blanc_Solaire_RVB_final_20220419.pdf), consulté le 2 octobre 2023.

12 Annexes

12.1 Liste des constats du chapitre 2

P1	La Suisse est devant une phase d' électrification accrue (augmentation de la mobilité électrique, remplacement des chauffages fossiles). Ces changements impliquent une augmentation importante des besoins en énergie PV .
P2	Au vu de la proportion de PAC dans les bâtiments , ceux construits après 2000 sont plus propices pour l'utilisation d'énergie solaire PV.
P3	L'existence d' obstacles structurels (rapports de propriété, loueurs et locataires, procédures, solvabilité) doit être prise en compte par la mise en place de solutions mixtes combinant des approches adaptées aux groupes cibles.
P4	La loi climat favorise les changements de chauffage et l' isolation des bâtiments.
P5	La RU et la consommation propre ne suffisent pas à atteindre les objectifs fixés pour ce qui concerne la production d'énergie renouvelable, il faut impérativement accélérer .
P6 et P14	Les petites installations (60% de la puissance produite) sont celles qui demandent le plus la RU, même si l' effet d'aubaine est estimé à 50% pour elles, car c'est la propre consommation qui donne sa rentabilité à une installation. Cet effet d'aubaine s'explique aussi par le fait que les particuliers qui ont déjà une installation l'ont fait principalement pour des raisons écologiques . L'augmentation de production en 2022 de plus de 1 TWh est importante, mais épuise le bassin des convaincus .
P7 et P9	La principale incitation à la pose de panneaux PV est donc la possibilité d' autoconsommer gratuitement l'énergie produite . Il faut augmenter l'autoconsommation au maximum pour augmenter la rentabilité (recharge de voiture électrique, utilisation de pompe à chaleur, batterie, etc.).
P8	Les entraves à l'utilisation de RCP en font une meilleure solution pour les nouvelles constructions.
P10	80% des installations n'utilisent pas l'entier du toit malgré le potentiel d'économie lié au coût marginal des panneaux ajoutés.
P11	Une augmentation des tarifs de reprise pourrait corriger le problème de sous-utilisation de la surface de toit disponible, avec un coup de pouce des communes ou des distributeurs.
P12	La RU pourrait être remplacée par une rétribution liée à la puissance totale pour encourager à couvrir l'entier des toits et en subventionnant plus les installations avec une petite part d'autoconsommation .
P13	Les installations d'une certaine taille sans autoconsommation peuvent bénéficier d'une RU jusqu'à 60% (p. ex : entrepôts, bâtiments agricoles).
P15	Le besoin à combler correspond à 30 TWh selon les perspectives 2050+. La puissance moyenne des installations est la plus élevée pour les bâtiments de l'industrie – artisanat , mais dans l'ensemble, ce sont les ménages (bâtiments de vie) qui pèsent le plus en puissance installée.
P16 et P17	Les informations en ligne de www.toitsolaire.ch sont très complètes et permettent réellement de décider de passer à la production d'énergie PV, et cela pour tous les types de bâtiments . Il est possible de connaître à la fois l' investissement à faire, mais aussi l' économie potentielle et la rentabilité du projet. Mais ces informations ne suffisent pas, la mise en ligne du site n'a pas eu d'effets sur la situation . Un coup de pouce peut donc faire la différence.
P18	Au niveau communal , les données disponibles en ligne permettent de fixer des objectifs et de suivre l'impact des mesures prises.
P19	Pour les locataires il y a la possibilité d'installer une production solaire plug & play sur son balcon, de manière simple et sans autorisation particulière autre que celle du propriétaire, de même que de participer à un RCP .

12.2 Questionnaires d'interviews (avec résultats)

Toutes les questions sont reportées dans cette annexe. Les remarques et phrases clés intéressantes sont reproduites après chaque question et attribuées au numéro d'interview (i1, i2, i3, i4, i5 ou i6).

Freins et motivations							
Q1	De manière générale, pourquoi est-ce qu'il n'y a pas plus d'installations solaires aujourd'hui, étant donné que le solaire PV ne comporte pas de désavantages?						
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	coûts (prix, investissement)						
2	complexité des procédures						
3	manque de connaissances ou d'informations						
4	peur du changement						
5	le marché n'était pas prêt	x	x	x	x	x	x
6	autre						
7	pas de réponse						

i6: l'évolution du coût des installations a énormément baissé en 10 ans

Q2	Selon votre expérience, quels sont les freins les plus importants à l'installation de panneaux PV pour les ménages avec maison individuelle ?						
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	coûts (prix, investissement)	x	x	x	x		
2	complexité des procédures					x	
3	manque de connaissances ou d'informations						x
4	peur du changement						
5	infrastructures (type de chauffage ou de toit)						
6	autre						
7	pas de réponse						

i1: en 2 les infrastructures

i2: le prix et le fait que ça n'est pas obligatoire

i4: le cash, mais souvent lié à un manque d'informations

i6: manque de connaissances et complexité

Q2a	Et les motivations ?						
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	rentabilité	x	x	x	x	x	x
2	écologie						
3	peur de la pénurie						
4	peur d'une hausse de prix						
5	autre						
6	pas de réponse						

i1: il y a eu un effet déclencheur politique

i4: au début c'était pour participer à l'effort collectif

i6: avant c'était l'écologie

Q3		Les bâtiments de type artisanat/industrie (PME) sont à la fois de grande taille en m2 et en puissance installée et de grands autoconsommateurs, des clients parfaits pour du PV. Quels sont les freins pour eux, selon votre expérience ?					
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	coûts (prix, investissement)	x					
2	complexité des procédures					x	
3	manque de connaissances ou d'informations				x		
4	peur du changement						
5	infrastructures (chauffage, toiture)		x				
6	autre			x			x
7	pas de réponse						

i1: la priorisation des investissements joue un rôle important pour les entreprises

i1: Le contracting peut être intéressant, de ce fait

i2: la toiture doit tenir plus de 30 ans

i3: pas de frein aujourd'hui

i4: les PME ont d'autres soucis aujourd'hui

i6: les infrastructures ne sont pas toujours adaptées / manque de connaissances

Q3a		Et les motivations ?					
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	rentabilité	x	x	x	x	x	
2	écologie						
3	peur de la pénurie						
4	peur d'une hausse de prix						
5	autre						x
6	pas de réponse						

i1: pour l'autoconsommation et aussi le contracting

i2: la durabilité en lien avec la norme ISO

i4: il serait possible de vendre dans le marché libre à l'extérieur du canton par exemple

i5: écologie pour la communication, l'image

i6: image et rentabilité

Q3b		Quelle est la demande pour ce type de toiture ?					
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	faible	x			x		
2	moyenne		x				
3	forte			x			
4	pas de réponse					n	n
Q3c		Des explications (autres que freins et motivations) ?					
	Question ouverte	x	x	n	n	n	n

i1 et i2: la plupart de ces toits sont déjà couverts

Q4		Les bâtiments agricoles sont de même type, l'autoconsommation en moins. Quels sont les freins pour eux, selon votre expérience ?					
		i1	i2	i3	i4	i5	i6
1	coûts (prix, investissement)	x	x	x		x	
2	complexité des procédures						
3	manque de connaissances ou d'informations				x		
4	peur du changement						
5	infrastructures (type de chauffage ou de toit)						
6	autre						x
7	pas de réponse						

i1: la prise de risque financier dû à la baisse probable des tarifs de reprise

i2: pas vraiment rentable aujourd'hui

i4: pas tous au courant de ce qui est possible

i1: pas assez rentable

i6: attention au raccordement au réseau et à la rentabilité

Q4a	Et les motivations ?						
1	rentabilité	x	x		x		
2	écologie					x	x
3	peur de la pénurie						
4	peur d'une hausse de prix						
5	autre						x
6	pas de réponse			x			

i1: mais c'est une erreur de penser que ça peut être rentable

i2: avant avec la RPC ça pouvait être rentable, mais pas aujourd'hui avec la RU

i4: marché libre si grande surface

i5: pas rentable, donc peut-être pour l'écologie?

i6: si vu dans les journaux agricoles, cf Fribourg. Importance des GRD

Q4b	Quelle est la demande pour ce type de toiture ?						
1	faible	x	x	x			
2	moyenne				x		
3	forte						
4	pas de réponse					n	n

i2: ça deviendra intéressant si l'électricité peut être vendue directement à des tiers

Q4c	La mise à disposition de ce type de toit à des GRD serait-elle la meilleure solution ?						
1	oui	x	x				x
2	non						
3	pas de réponse			n	n	n	

i1: plutôt en contracting qu'en location

i2: contracting possible, mais peu de gains

Q5	Selon votre expérience, quelles sont les raisons qui freinent un propriétaire de R2 de poser des panneaux PV ?						
1	coûts (prix, investissement)	x	x			x	
2	complexité des procédures						
3	manque de connaissances ou d'informations						
4	peur du changement						
5	infrastructures (type de chauffage ou de toit)				x		
6	autre			x			x
7	pas de réponse						

i1: faible autoconsommation, donc pas rentable / seul avantage possible: fiscal / Risque avec la neige

i2: c'est trop cher, encore plus en altitude et cela pour peu de consommation / Ça pourrait évoluer si on peut utiliser son énergie dans sa R1

i3: la neige

i4: vétusté des bâtiments et des toitures

i5: personne n'y vit, à quoi bon investir?

i6: les propriétaires qui me contactent cherchent une confirmation qu'il ne faut pas le faire

Q5a	Et les motivations ?					
1	rentabilité					
2	écologie	x				
3	peur de la pénurie					
4	peur d'une hausse de prix					
5	autre		x	x		x
6	pas de réponse				x	

i1: plutôt par idéal / avec un possible avantage fiscal

i2: en cas de rénovation pour augmenter la valeur du bien

i3: ça dépend des moyens financiers

i4: difficile à motiver

i5: plus-value en cas de revente? Location?

i6: en offgrid ça peut être intéressant

Q5b	Quel serait son intérêt à le faire (autres que freins et motivations), selon vous ?					
	Question ouverte	n	n	o	n	n

i3: investissement

Q6	Est-ce que la durée d'attente entre l'offre et la pose de panneaux est un frein ?					
1	oui	x			x	x
2	non		x	x		
3	pas de réponse					

i2: c'est un facteur entre concurrents, pas dans l'absolu

i6: oui, mais minime / La frustration est plutôt lorsqu'un propriétaire n'arrive pas à recevoir une offre

Q6a	Est-ce qu'il y a un cadre temporel idéal ?					
1	oui	x	x		x	
2	non					x
3	pas de réponse			x		x

i1: offre en 1 mois, pose en 6 mois

i2: 3 mois

i4: le plus rapide est le mieux

i6: le plus important est de recevoir une offre

Q7	Pensez-vous que la peur de la pénurie d'énergie et/ou le risque d'envolée des prix de l'énergie ont été les meilleurs promoteurs pour la production d'énergie PV ces dernières années ?					
1	oui	x	x		x	x
2	non			x		
3	pas de réponse					

i1: surtout, c'est rentable aujourd'hui

i3: un facteur parmi d'autres

i6: oui, mais l'effet fut pervers, car plus de rationalité (batteries, etc.)

Q7a	Si oui, lequel a le plus de poids, la peur ou le prix ou les deux ?					
1	peur de blackout	x			x	
2	peur de l'augmentation des prix		x			
3	les deux					x
4	pas de réponse			n		n

i1: peur déclenche la demande d'une offre, la rentabilité fait accepter l'offre

i4: tout était irrationnel durant quelques mois (ex.: demande de batteries)

Q8	Pensez-vous que le fait que l'installation de panneaux se remarque (voisinage) influence leur succès?						
1	oui	x	x	x	x	x	x
2	non						
3	pas de réponse						

i4: intéressant de constater que le côté esthétique intéresse, alors qu'on ne voit pas son toit.

i6: oui, effet de grappe (idem pour minergie par exemple)

Q9	Selon vous, aujourd'hui, quels seraient les publics cibles qui auraient le plus à gagner à poser une installation solaire PV sur leur/s toit/s ?						
1	ménages						
2	PPE						
3	locataires						
4	PME		x		x		
5	agriculture						
6	communes						
7	R2						
8	autre	x		x			x
9	pas de réponse					n	

i1: toutes celles qui consomment beaucoup d'électricité, et selon le chauffage

i2: surtout les gros consommateurs qui sont sur le marché libre, ensuite les ménages. Aussi l'agrivoltaïsme

i3: tous ont à gagner avec le PV

i6: tous, mais plus le toit est grand plus le prix du kWh diminue

Q10	Que pensez-vous de cette affirmation: « le plus gros frein pour la pose de panneaux solaires PV est l'investissement que cela représente ».						
1	entièrement d'accord	x	x		x		
2	partiellement d'accord			x		x	
3	pas d'accord						x
4	pas de réponse						

i3: ceux qui prennent contact avec nous ont le cash, sinon ça s'arrête avant

i4: le cash de base oui

i5: pas le plus gros

i6: non, car pour 10'000 on peut déjà avoir qqc

Q10a	En particulier pour ce qui concerne les villas, pensez-vous qu'un conseil neutre concernant le financement pourrait augmenter le nombre d'offres acceptées (par exemple : explication des possibilités de financement : utilisation des avoirs de 2 ^e pilier, de libre-passage, possibilité de crédit rénovation, etc.)						
1	oui		x		x	x	x
2	non	x					
3	pas de réponse			n			

i1: non, car c'est rentable

i2: l'installateur devrait le faire

i6: à l'installateur de le faire, mais pas le temps

Autoconsommation et rentabilité							
Q11	Selon la littérature l' autoconsommation est l'élément qui rend rentable une installation PV. Est-ce que vous constatez cela dans votre pratique ?						
1	oui	x	x	x	x		x
2	non						
3	pas de réponse					n	

Q11a	Quels éléments sont les plus importants pour l'installation de solaire PV, sous l'angle de l'autoconsommation ?						
1	voitures électriques						
2	PAC						
3	forte présence (travail, divers) en journée						
4	autre	x		x	x		x
5	pas de réponse		n			n	

i1: dépend de plusieurs facteurs (voiture oui, ensuite ça dépend si la personne travaille à la maison) ça se combine

i3: chaque élément est important s'il permet d'autoconsommer. Il y a même des installations de PV sur des bâtiments qui chauffent au mazout.

i4: changer de chauffage ou avoir une voiture électrique, mais ça coûte

i6: le trio de l'énergie est mobilité, chaleur et électricité: il faut tout faire en journée

Q11b	Constatez-vous a contrario qu'une faible possibilité d'autoconsommation représente un frein ?						
1	oui	x	x		x		
2	non						
3	pas de réponse			x		n	n

i1: si le tarif de reprise est élevé la réponse est non, et comme ça va baisser la réponse est oui

i3: l'autoconsommation est la seule chose qui rend l'installation rentable

Q12	Il est constaté que la plupart des toits (80%) avec panneaux PV ne sont pas entièrement couverts. Qu'en pensez-vous et voyez-vous des moyens de corriger cela, si vous le jugez nécessaire ?						
	Question ouverte	x	x	x	x	n	x

i1: c'est l'autoconsommation qui est le plus important

i2: aujourd'hui on installe sur tout le toit ou presque. Il faudrait subventionner si on veut plus

i1: c'est l'autoconsommation qui est le plus important i2: aujourd'hui on installe sur tout le toit ou presque. Il faudrait subventionner si on veut plus. I3: on ne pousse pas, car on craint le futur. I4: il faut poser un maximum en pensant que c'est pour 30 ans

I3: on ne pousse pas, car on craint le futur. I4: il faut poser un maximum en pensant que c'est pour 30 ans

I4: il faut poser un maximum en pensant que c'est pour 30 ans

i6: il faut réfléchir, car en été ça sera un problème

Le solaire plug & play ou de balcon							
Q13	Résidences secondaires : Le plug & play serait-il plus adapté pour ce type de bien ?						
1	oui	x	x		x		x
2	non			x			
3	pas de réponse					n	

i1: attention au risque s'il y en a trop

i2: il faut un compteur i3: pas rentable

i4: seul défaut le prix i6: très bien, car en vertical c'est mieux l'hiver que l'été. En Allemagne déjà 300'000! Ici pas connu!

Q14	Il semble que les locataires sont les laissés pour compte du solaire. Leur intérêt réside dans l'économie potentielle en cas de flambée des tarifs de l'électricité. De même, le RCP ne peut a priori se concevoir que dans le cadre d'une rénovation du toit et/ou du chauffage. Ils dépendent donc du propriétaire. Est-ce un constat que vous faites également ?							
1	oui	x	x		x			
2	non			x				
3	pas de réponse					n	n	

i2: les propriétaires peuvent rendre le bail plus attractif avec le PV

i3: peanuts, mais pourquoi pas

i4: l'essayer c'est l'adopter!

Q14a	Est-ce qu'il y a un réel avantage pour un locataire à installer du plug & play ?							
1	oui	x			x	x	x	
2	non			x				
3	pas de réponse		x					

i1: oui, mais le mieux est quand-même un bâtiment équipé. Sinon pour les locataires la possibilité d'investir dans des coopératives d'énergie par exemple

i2: peu de connaissances à ce sujet

i4: ça couvre la consommation des appareils en journée

i5: oui, mais pas spécialiste, ne connaît pas bien cela

Rôle des communes								
Q15	Pensez-vous que les communes municipales représentent le niveau le plus intéressant en matière d'action pour augmenter le solaire PV ? (fixer un objectif et suivre les actions afin d'atteindre une plus grande proportion de PV)							
1	oui	x	x	x	x	x	x	
2	non							
3	pas de réponse							

i1: le mieux serait qu'elles montrent l'exemple en en installant

i2, i3: surtout avec des subventions, si ça devient moins rentable

i4: elles doivent être exemplaires, et installer avec des entreprises locales plutôt que faire marcher leur GRD!

i5: surtout le pôle énergétique et pour les rénovations

i6: proximité essentielle pour ces questions

Q16	Est-ce que les communes pourraient en faire plus à leur niveau? (par exemple : gratuité de la décision, conseil gratuit, offensive solaire communale, délégué à l'énergie, etc. (micro-incidentation et récompenses, engagement)							
1	oui	x		x	x	x	x	
2	non		x					
3	pas de réponse							

i1: il faut que ça devienne rentable, égal comment

i2: elles font beaucoup via les GRD qui leur appartiennent + cité de l'énergie, etc.

i3: ça commence (pose des communes) i4: séances d'info, coopératives, etc. même poser des panneaux et vendre leur énergie au village (communauté électrique)

i6: les communes peuvent difficilement en faire moins! (obstacles administratifs, zones, subventions, conseil, etc.)

Conditions-cadres

Q17 On lit dans la presse qu'il y a suffisamment de matériel pour le solaire PV, les deux problèmes étant la **main d'œuvre** et la **capacité du/des réseau/x**. On lit aussi que ces problèmes seront réglés en 2027 (mesures de formation et technologie smart). Est-ce votre constat ?

1	oui	x	x	x	x			x
2	non							
3	pas de réponse						n	

i1: les compteurs intelligents permettront de mieux réguler le réseau en adaptant les tarifs

i2: surtout la main d'œuvre qui manque

i4: les GRD doivent investir dans leur réseau

i6: on fonce dans le mur, il y aura trop d'énergie en été! Il faut mieux anticiper

Q18 Avez-vous déjà été empêché d'agir en raison d'une **législation** particulière (zone protégée, vieille ville, etc.) ?

1	oui	x	x	x				
2	non							
3	pas de réponse					n	n	n

Q18a Est-ce fréquent ?

1	oui	x						
2	non		x	x				
3	pas de réponse					n	n	n

i2: assez peu, car les endroits plus vieux ne sont pas idéals en matière de toit, et parce que les gens savent qu'ils sont dans une zone inadaptée

Q19 Que pensez-vous de l'utilité d'une **labellisation** à créer dans le cadre d'une offensive solaire (par exemple : « *Solarize Switzerland* ») ? (Les communes seraient labellisées en fonction du nombre de participants locaux à l'offensive qui seraient eux-mêmes aussi labellisés).

	Question ouverte	x	x	n	n	x	x	
--	------------------	---	---	---	---	---	---	--

i1, i2: pas utile aujourd'hui i5: il y a déjà beaucoup de choses, il faut plutôt des conseils à 360 degrés

i6: ça fait partie de cité de l'énergie. Il faudrait plutôt labelliser les installateurs!

Q20 Pensez-vous qu'il serait possible de lancer une sorte d'offensive solaire à un niveau à déterminer (par exemple, commune ou quartier) ?

1	oui							x
2	non	x	x				x	
3	pas de réponse			x	n			

i1: pas utile aujourd'hui i5: plutôt axer sur les rénovations

i2: il faudrait plutôt légiférer ou attendre l'obligatoire. Plutôt faire rénover les toits et chauffages.

i3: les gens veulent uniquement de la rentabilité

i6: oui, car il y aura un creux de la demande, l'essentiel est une bonne information.

Q21 Avez-vous des choses à ajouter ?

	Question ouverte	n	n	n	n	n	n	o
--	------------------	---	---	---	---	---	---	---

i6: ce projet de nudge est bien, car ça informe correctement et c'est cela l'essentiel.

Q22 Lorsque vous avez pris connaissance de ce projet de nudges de l'Unil, qu'en avez-vous pensé ?

	Question ouverte	x	x	x	x	x	x	
--	------------------	---	---	---	---	---	---	--

i1: sympa, mais pas nécessaire aujourd'hui à cause de la demande

i2: aversion à la perte c'est une bonne idée, car les aspects écologiques ne touchent pas dans ce domaine

i3: intéressant, demande à lire le mémoire

i4: des nudges pour mieux consommer l'énergie seraient mieux. Pousser la société pour que les jeunes se forment pour le solaire plutôt que l'uni ou ingénieurs.

i5: intéressant

12.3 Tableau des facteurs déterminants

Obstacles		Leviers	
Facteurs	Description de l'effet sur le projet	Facteurs	Description de l'effet sur le projet
Hétérogénéité des maisons, quant aux caractéristiques de ses habitants (villas)	Diminution de l'efficacité d'un nudge qui ne vise pas juste	Ciblage • Catégoriser	Augmentation de la pertinence et de l'efficacité du biais utilisé (aversion à la perte)
Hétérogénéité des cas (PME, agriculture, maisons, locataires, R2, etc.)	Idem	Ciblage • Catégoriser • Renoncer	Idem
Autoconsommation faible	diminution de la rentabilité -> biais d'aversion à la perte pas pertinent	Ciblage • Renoncer aux bâtiments à très faible autoconsommation (proposition de contracting pour grands toits) • Conseiller s'il est possible d'améliorer • Proposer des solutions de type plug & play	Idem
		Tout bâtiment à forte autoconsommation rend la pose de panneaux PV rentable : ciblage	idem
Finances (investissement, cash)	<ul style="list-style-type: none"> • Empêche la pose de PV si l'infrastructure est à refaire (toiture) • Manque de cash : offre refusée -> biais d'aversion à la perte pas pertinent en cas de manque d'argent	Conseil neutre ➔ faisabilité	Augmente le taux de réalisation
<i>Baisse attendue des tarifs de reprise de l'énergie produite (en particulier en été)</i>	<i>Diminution de la rentabilité -> biais d'aversion à la perte moins pertinent</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter l'autoconsommation • Utilisation de batteries • Vente de l'énergie à des tiers 	<i>Augmentation l'efficacité du nudge</i>
<i>Surplus d'énergie estivale</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>
Demande > offre (parfois impossibilité d'obtenir une offre)	Effet du nudge réduit à néant	Préparer le projet en amont <ul style="list-style-type: none"> • Collaborer avec les associations de métier / communes • Accompagner jusqu'à l'obtention d'une offre 	Permet de retrouver l'efficacité perdue en raison du marché
Juridique / politique (zones pas adaptées au PV)	Le nudge devient sans effet	Ciblage des zones <ul style="list-style-type: none"> • Travailler au niveau des communes / quartiers • renoncer 	Augmentation l'efficacité du nudge
		Maisons (Effet de grappe) : susciter de l'intérêt dans un village ou un quartier -> lead au niveau d'une commune	Biais des normes sociales, de confirmation et de disponibilité

Obstacles		Leviers	
Facteurs	Description de l'effet sur le projet	Facteurs	Description de l'effet sur le projet
		Communes (proximité, objectifs, communauté, délégué, conseils) : fixation d'objectif, émulation, cité de l'énergie. Garantit la proximité	Permet d'augmenter l'efficacité des nudges par la proximité en levant les écueils liés aux autorisations, zones, etc.
		Le plug & play permet d'accéder au solaire aux R2 (montagne) et aux locataires (ville)	Permet de donner accès au solaire, avec suivi de la consommation en évitant la surproduction. Devient un nudge en tant que tel.
		Le plug & play comme premier contact avec le solaire : fait envie grâce à l'app -> phasage possible	idem
Complexité (PPE) si l'installation pas effectuée lors de la construction.	Impossibilité de nudger un élément comportant plusieurs parties, baisse de l'efficacité du potentiel nudge	Ciblage <ul style="list-style-type: none"> • renoncer • proposition de contracting ou laisser la place aux GRD • proposer des solutions de type plug & play 	Permet de participer malgré tout, permet une meilleure stratégie
		PME : Normes ISO, communication des actions vertes - > labellisation de la démarche	Augmentation de l'efficacité du nudge

13 Engagements de l'auteur du mémoire

Je déclare par la présente que j'ai réalisé ce travail de manière autonome et que je n'ai utilisé aucun autre moyen que ceux indiqués dans le texte. Tous les passages inspirés ou cités d'autres auteur-es sont dûment mentionnés comme tels. Je suis conscient que de fausses déclarations peuvent conduire l'IDHEAP à me retirer le diplôme MPA.

Ce travail reflète mes opinions et n'engage que moi-même, non pas les membres du jury qui m'ont accompagné dans cette recherche.

En tant qu'auteur, j'ai la possibilité de disposer de mon texte selon mon gré. La diffusion du texte avec le logo de l'IDHEAP ne peut se faire qu'avec l'accord spécifique du jury.

Par ailleurs, j'accepte que mon mémoire soit consulté par les participant-e-s de l'IDHEAP, de même que par des personnes externes, qui seraient intéressé-e-s par le sujet que j'ai développé, sous réserve d'une déclaration spécifique de confidentialité.

Saillon, le 4 décembre 2023

Signature :

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long vertical stroke at the end.