



Installations solaires sur les alpages - Une opportunité pour l'agriculture ?

Dr. Beat Reidy, Gestion des herbages et systèmes d'élevage de ruminants

Contenu

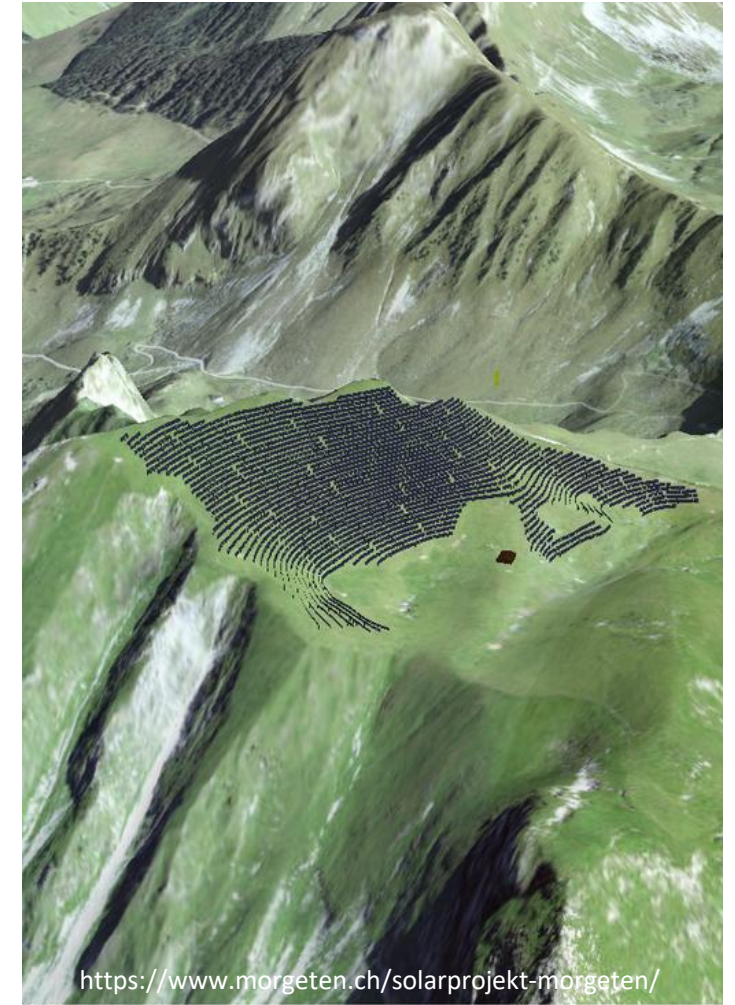
1. Installations solaires alpines en Suisse – État actuel du « Solarexpress »
2. Installations solaires (alpines) – Interactions avec la végétation et l'exploitation agricole
3. Exemple du Mont-Soleil – Installation photovoltaïque en cohabitation avec l'agriculture
4. Conclusions

« Solarexpress » – Adaptation de la loi sur l'énergie en 2022 suite à la guerre en Ukraine

- ▶ Mesures urgentes pour garantir un approvisionnement sûr en électricité pendant l'hiver
- ▶ Construction de grandes installations photovoltaïques pour une production totale maximale de 2 TWh (Consommation totale CH 2023: 56 TWh)
- ▶ Besoins avérés, pas d'obligation de planification
- ▶ Production minimale de 10 GWh avec au moins 500 kWh par kW de puissance pendant la saison hivernale
- ▶ Mise à l'enquête publique de la demande de permis de construire avant le 31 décembre 2025
- ▶ Participation de la Confédération à hauteur de 60 % maximum des coûts d'investissement

Avantages des installations solaires alpines en Suisse

- ▶ Températures plus basses (-0.5° C par 100 m)
 - ▶ Le rendement des cellules photovoltaïques augmente lorsque la température baisse
- ▶ Rayonnement global plus élevé (env. 1 kWh/m^2 par 100 m)
 - ▶ La quantité de rayonnement augmente avec l'altitude (brouillard, nuages, atmosphère)
- ▶ Réflexion (effet albédo)
 - ▶ Le rayonnement est réfléchi par la couche de neige
- ▶ Les installations solaires alpines produisent plus d'énergie que les installations solaires comparables situées en plaine
- ▶ Effets particulièrement prononcés pendant les mois d'hiver
Selon la source, 2 à >4 fois plus d'électricité
- ▶ Rendement des installations photovoltaïques env. 24%;
Photosynthèse env. 5%



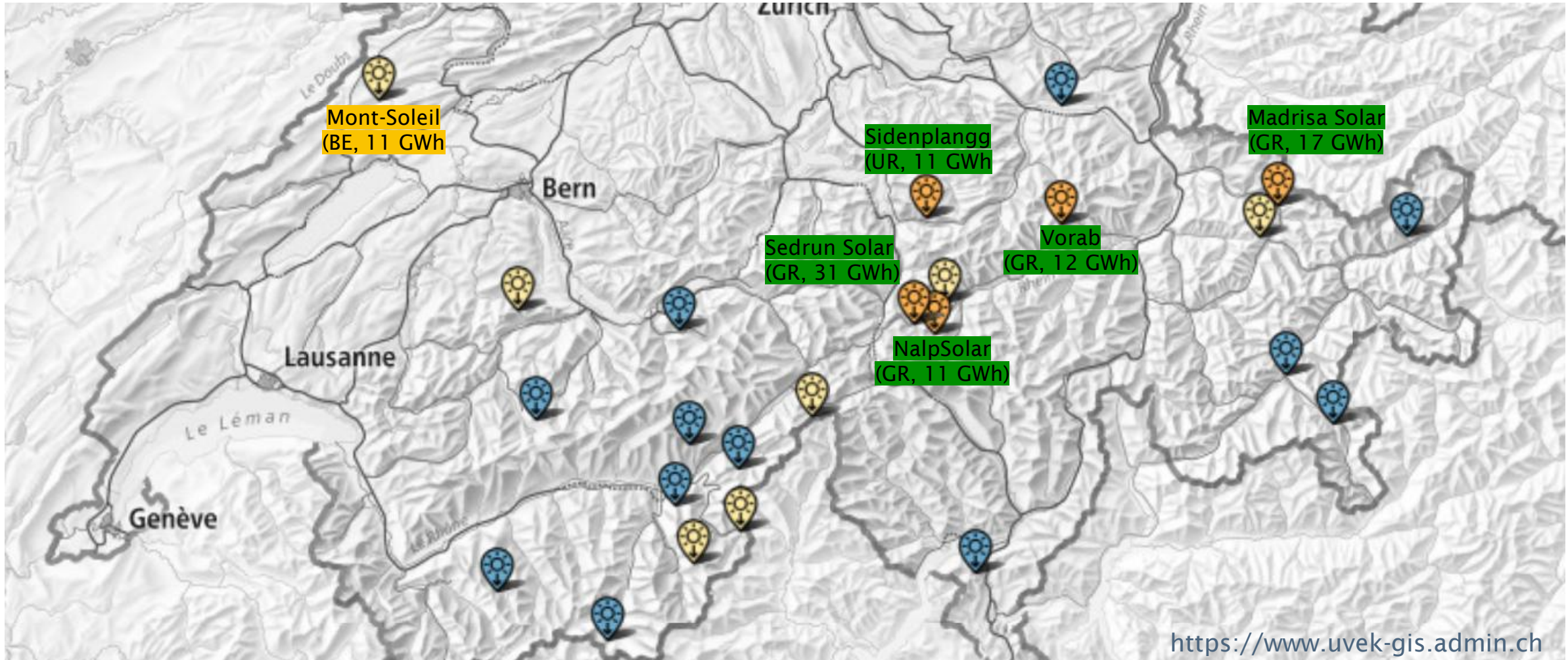
<https://www.morgeten.ch/solarprojekt-morgeten/>

24 installations prévues avec une production d'environ 553 GWh/a

12  öffentlich aufgelegt

7  erstinstanzlich bewilligt

5  rechtskräftig bewilligt



<https://www.uvek-gis.admin.ch>

Adaptation de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire

Art. 32c

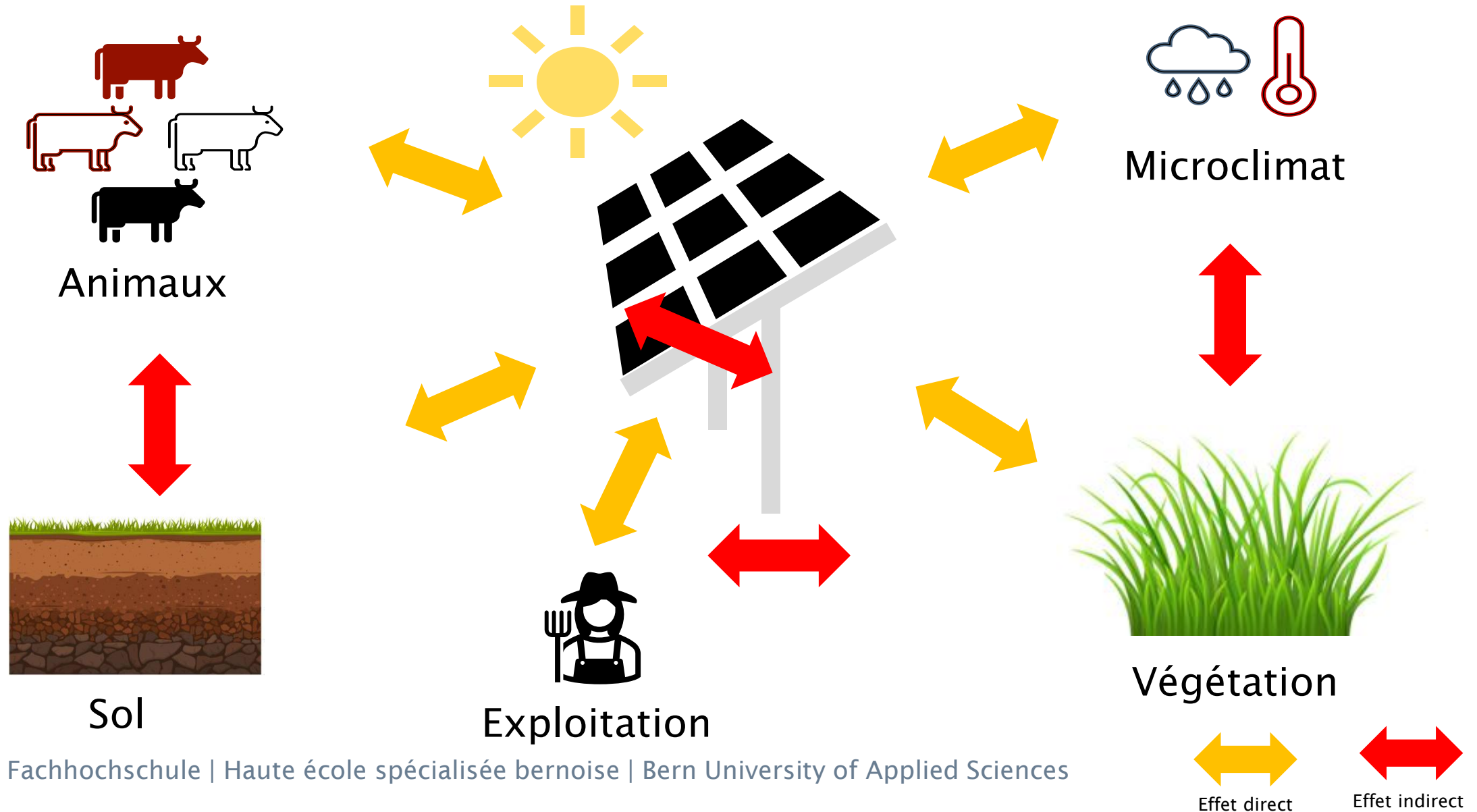
Installations solaires imposées par leur destination
hors de la zone à bâtir

¹ Hors de la zone à bâtir, les installations solaires raccordées au réseau électrique peuvent être imposées par leur destination en particulier si elles:

- a. forment une unité visuelle avec des constructions ou des installations dont l'existence légale à long terme est vraisemblable;
- b. sont mises en place de façon flottante sur un lac de barrage ou un autre plan d'eau artificiel, ou
- c. ont, dans une partie du territoire peu sensible, des conséquences positives pour la production agricole ou sont utiles à des fins de recherche et d'expérimentation.

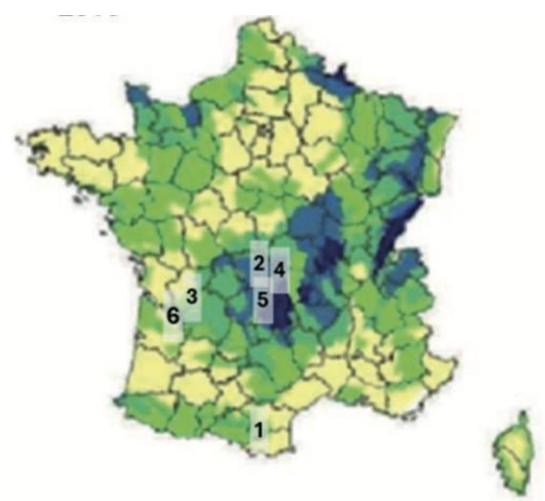
https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/310/de#art_32_c

Installations solaires alpines – Interactions avec la végétation et l'exploitation agricole



Impact des installations photovoltaïques sur les prairies extensives

Picon-Cochard C., Stepec A., Gaulier M., Berezyiat N., Payet S., Colas V., Gérardin T., Combes D. (2025). Réponses contrastées de prairies à faible potentiel de production en conditions agrivoltaïques. Fourrages 262, Pages, 77-89.



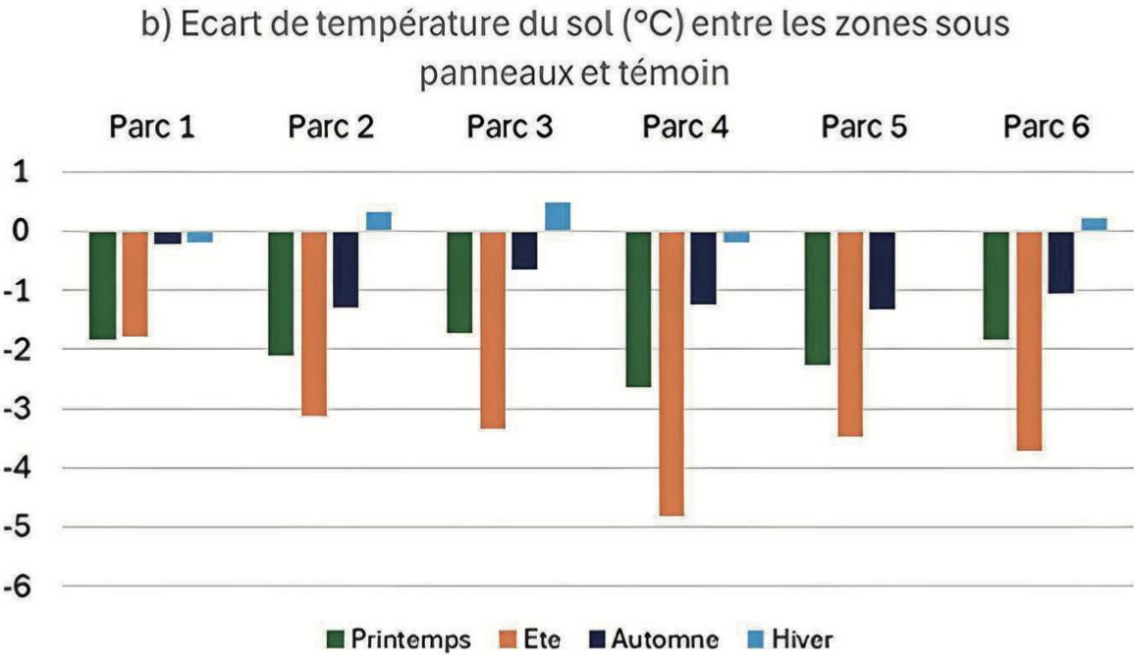
Caractéristiques	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5	Parc 6
Année de mise en service	2010	2020	2021	2018	2014	2017
Surface (ha)	17	7	8	17	13	2.82
Localisation	Aude	Allier	Dordogne	Allier	Cantal	Gironde
Altitude (m)	164	258	190	235	840	30
Point bas des panneaux (m)	0.86	0.8	0.8	0.8	0.7	1.0
Point haut des panneaux (m)	2	2.6	2.8	3.1	2.1	2.66
Inter-rang (m)	2.97	3.31	6.2	4	1.9	4
Inclinaison des panneaux (°)	25	20	25	25	25	-45 à +45
Taux d'occupation au sol* (TOS, %)	51	59	38	47	61	45-57**
Type de panneaux	Fixes					Mobiles, monopieux
Orientation des panneaux	Sud					Est-Ouest

Réduction du rayonnement et de la température du sol

Réduction du rayonnement (PAR)
entre (I) et sous (P) les panneaux

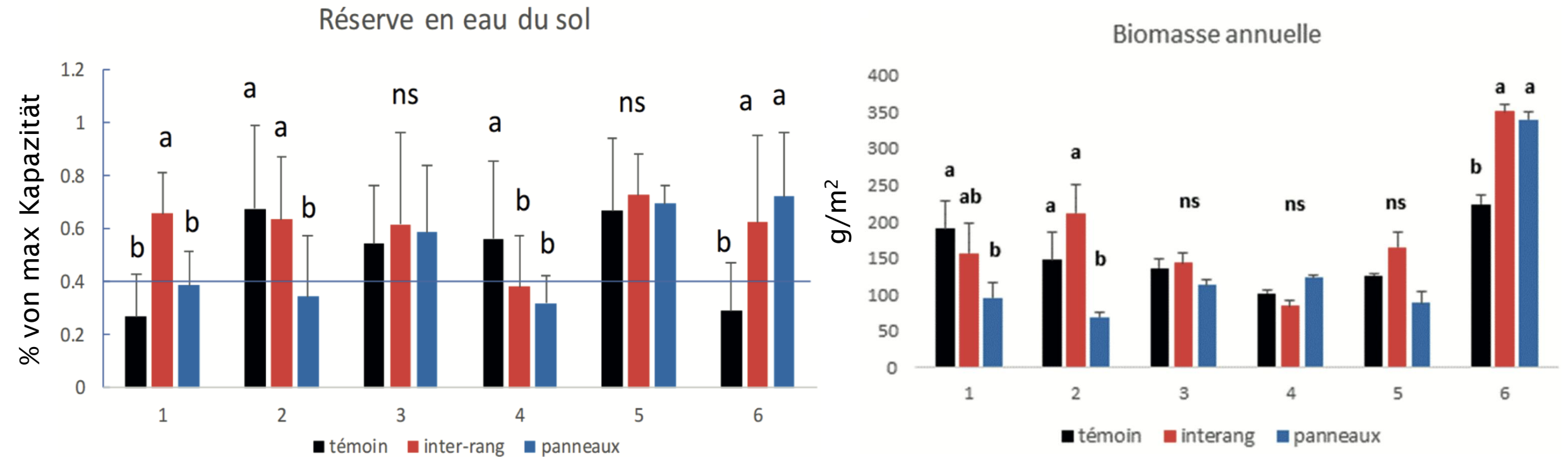
Parcs	% ombrage I	% ombrage P
1	11 ± 4	82 ± 7
2	28 ± 33	93 ± 2
3	6 ± 7	92 ± 1
4	36 ± 10	94 ± 1
5	35 ± 13	93 ± 0.5
6	30 ± 2	75 ± 3

Différence de température entre la
surface de contrôle et sous les
panneaux



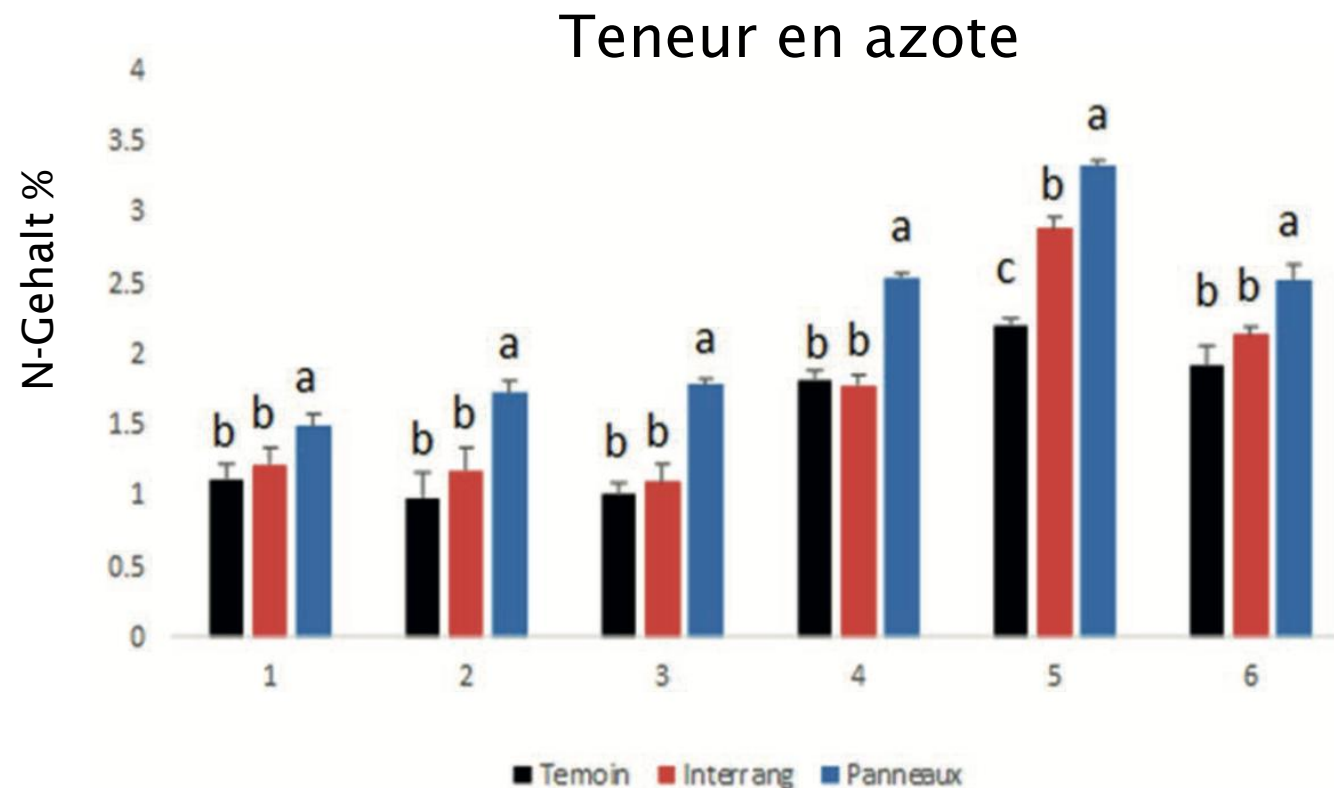
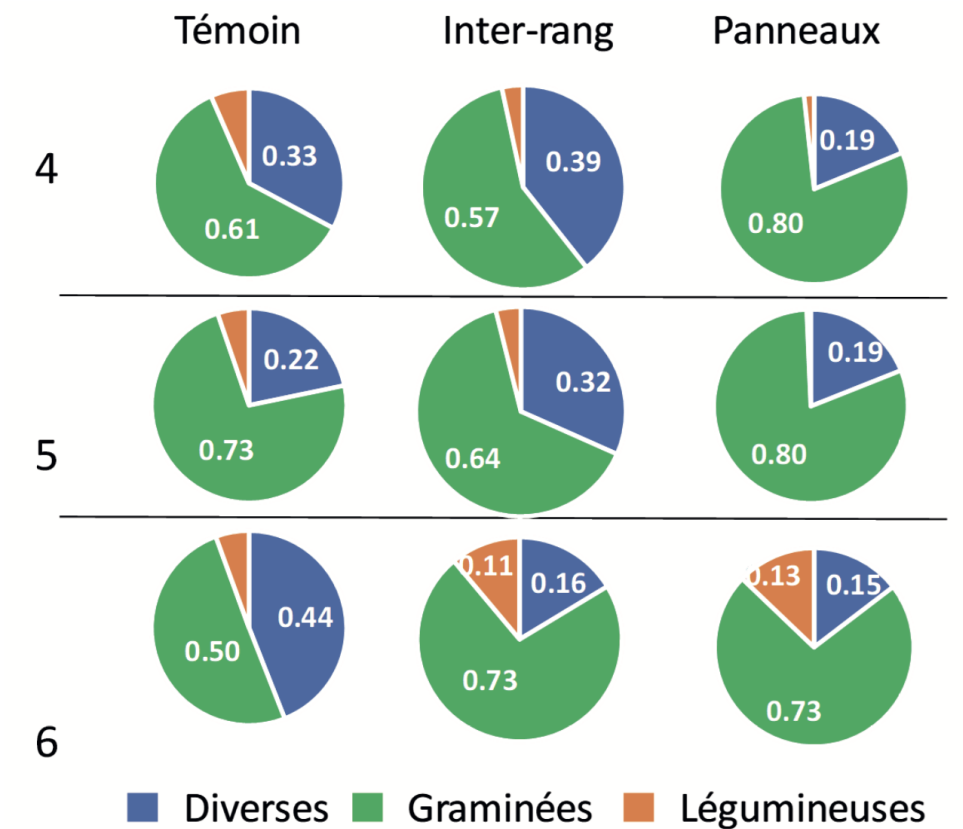
Picon-Cochard et al. 2025

Effets différents sur le régime hydrique du sol et la production de biomasse



Picon-Cochard et al. 2025

Modification de la composition botanique et teneur plus élevée en azote/protéines brutes sous les panneaux



Picon-Cochard et al. 2025

Effets des installations photovoltaïques sur la végétation et l'exploitation agricole

- ▶ Selon les études* menées jusqu'à présent, les installations photovoltaïques peuvent avoir les effets suivants :
 - ▶ Modification des conditions microclimatiques avec une répartition spatiale différente de l'eau, de la température et du rayonnement
 - ▶ Concurrence avec les plantes pour la lumière et réduction de la production
- ▶ Important
 - ▶ Les effets dépendent fortement du site et de l'installation
 - ▶ Des avantages pour la végétation ont également été observés dans les régions arides
 - ▶ L'interaction entre les installations photovoltaïques et les animaux de pâturage n'a jusqu'à présent guère été étudiée

*z.B. Picon-Cochard et al. 2025, Vervloesem et al. 2022, Weselek et al. 2019, Armstrong et al. 2016

Mont-Soleil – Contexte

- ▶ 1'245 m d'altitude dans le Jura bernois
- ▶ Surface totale d'env. 75 ha
- ▶ Propriété de la bourgeoisie de Saint-Imier
- ▶ Sols très peu profonds (généralement < 10-50 cm) sur calcaire (karst)
- ▶ Végétation typique
 - ▶ Pâturages boisés avec communautés d'herbes à crête et de prairies sèches
- ▶ Pâturages d'estivage pour le jeune bétail (98 PN, 175 animaux)
- ▶ Région avec un tourisme d'été/d'hiver « doux »



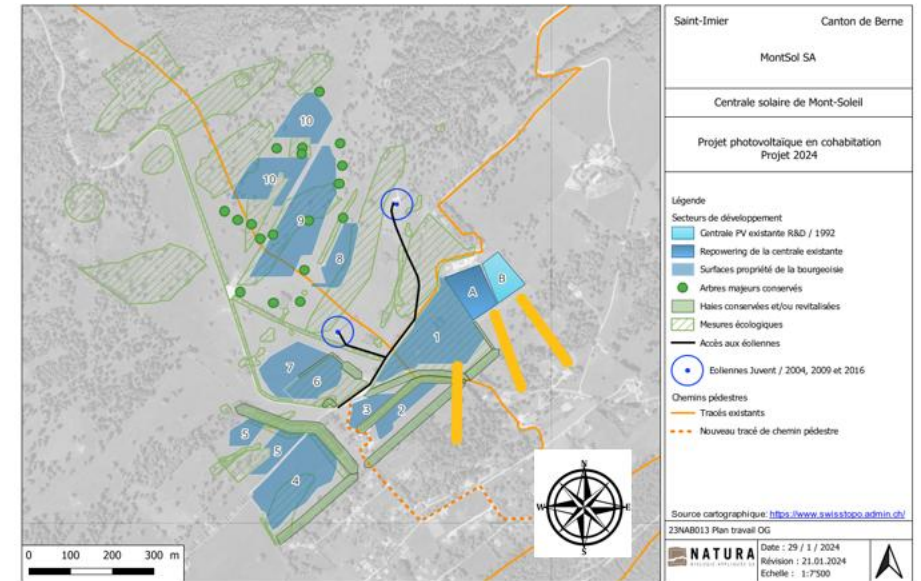
Mont-Soleil – Production d'énergie

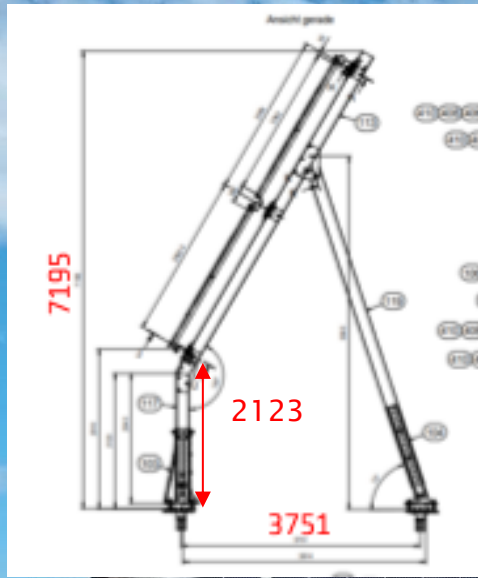
- ▶ Plus grand parc éolien de Suisse (1995)
 - ▶ 16 turbines pour env. 80 MWh
- ▶ Installation photovoltaïque existante (1990) pour env. 550 MWh
- ▶ À des fins de R&D axées sur la production d'énergie
 - ▶ Test de longévité et de rendement de différents modules solaires par la BFH/EPFL
- ▶ Pas d'utilisation agricole, pâturage séparé par des moutons
- ▶ Durée de la procédure d'autorisation : 12 mois



Nouvelle installation photovoltaïque prévue en «cohabitation» avec l'exploitation agricole

- ▶ Utilisation des surfaces
 - ▶ PV/agriculture/nature 15 ha
 - ▶ Compensation nature/écologique 10 ha
 - ▶ Haies, arbres isolés, prairies sèches
- ▶ Production d'énergie
 - ▶ 11 GWh, 5 GWh en hiver
 - ▶ Puissance maximale 8.5 MW
- ▶ Coûts d'investissement
 - ▶ 25 millions de CHF pour l'installation PV
 - ▶ 1 million pour les mesures de compensation écologique et la recherche associée





Installation photovoltaïque en cohabitation avec l'agriculture



Projet d'extension
de la centrale photovoltaïque (PV)
existante de Mont-Soleil

Pourquoi?

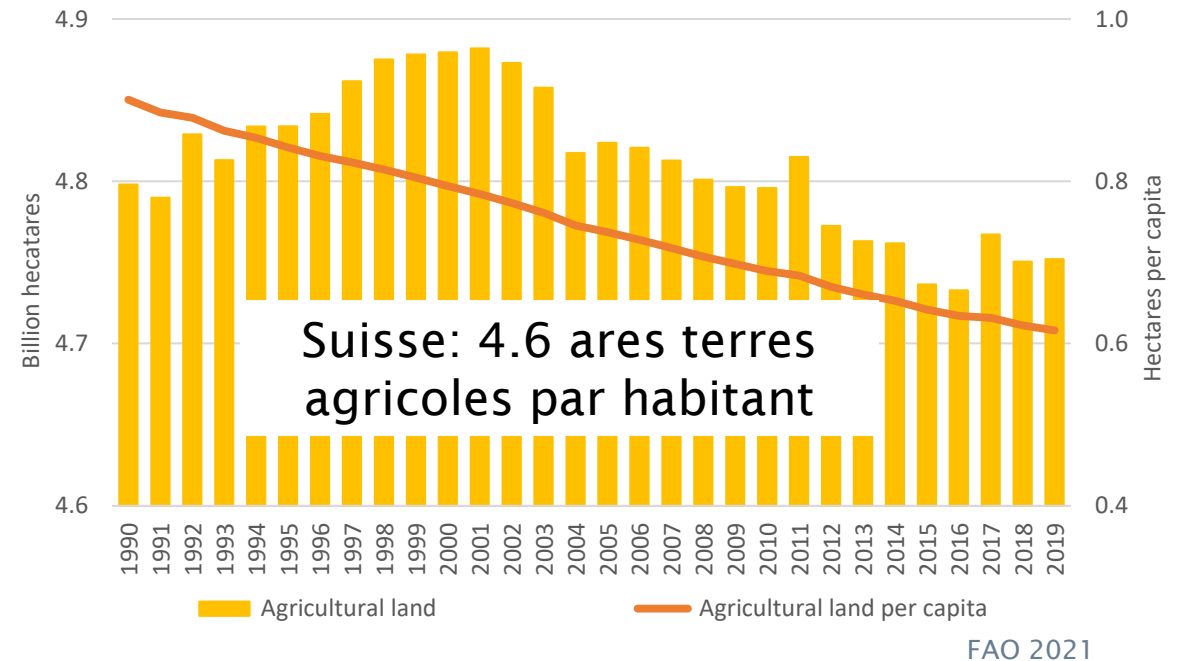
- 1
UN PROJET
NÉCESSAIRE
- 2
UN PROJET EN
COHABITATION
- 3
UN PROJET
RÉGIONAL

PARTENAIRES DU PROJET GLOBAL



Pourquoi seule une « cohabitation » avec l'agriculture est possible

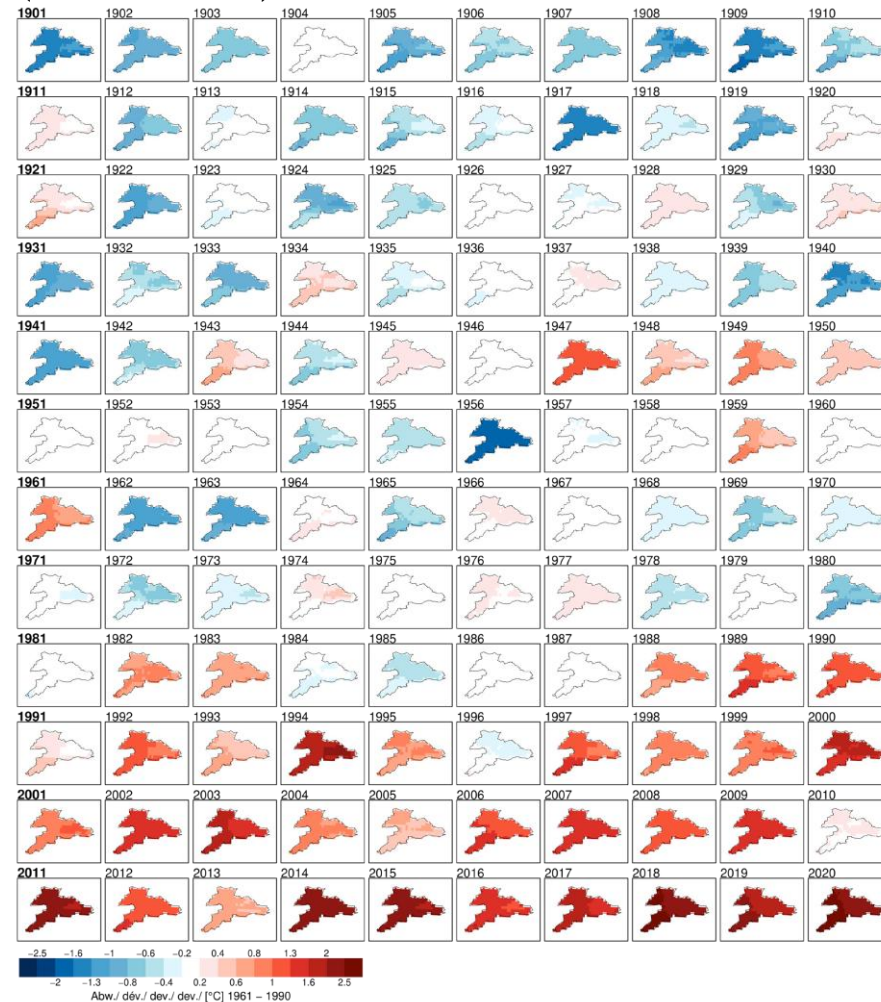
- ▶ Les terres agricoles se raréfient
 - ▶ Croissance démographique
 - ▶ Demande croissante en produits alimentaires d'origine animale
 - ▶ Production plus incertaine en raison du changement climatique
- ➔ **Les installations photovoltaïques sur des surfaces agricoles ne peuvent se faire qu'en « cohabitation »**



Mont-Soleil – Un site unique pour analyser les défis et les opportunités liés à la cohabitation de l'agriculture et de l'exploitation photovoltaïque

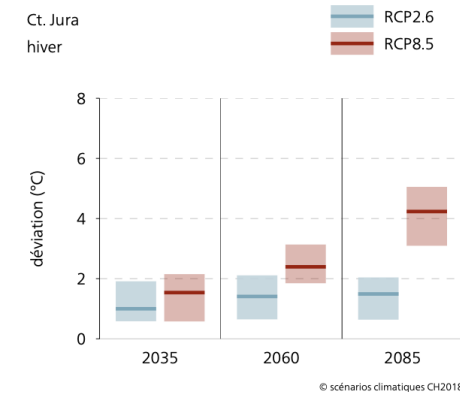
Le changement climatique touche également le Jura

Déviations long terme de la température (1961-1990)



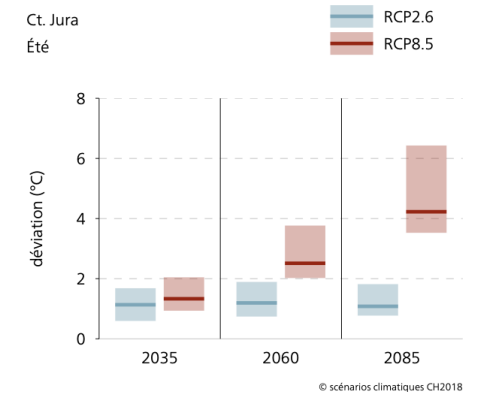
Température hiver

déviations de la période standard 1981-2010



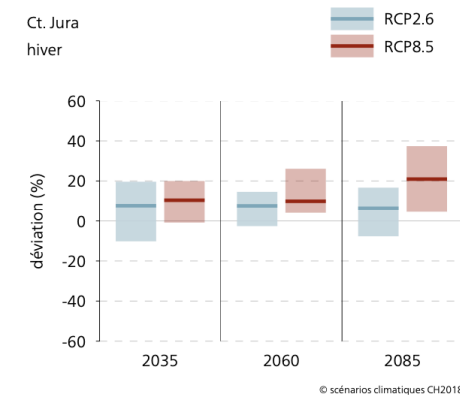
Température été

déviations de la période standard 1981-2010



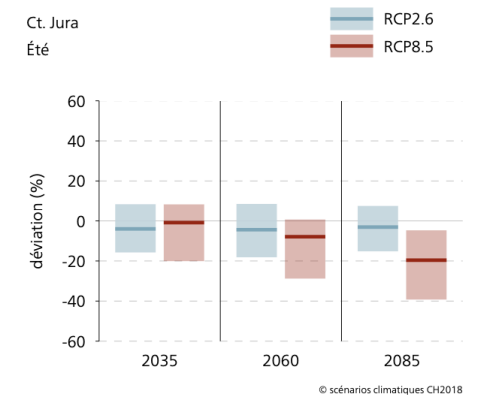
Précipitations hiver

déviations de la période standard 1981-2010

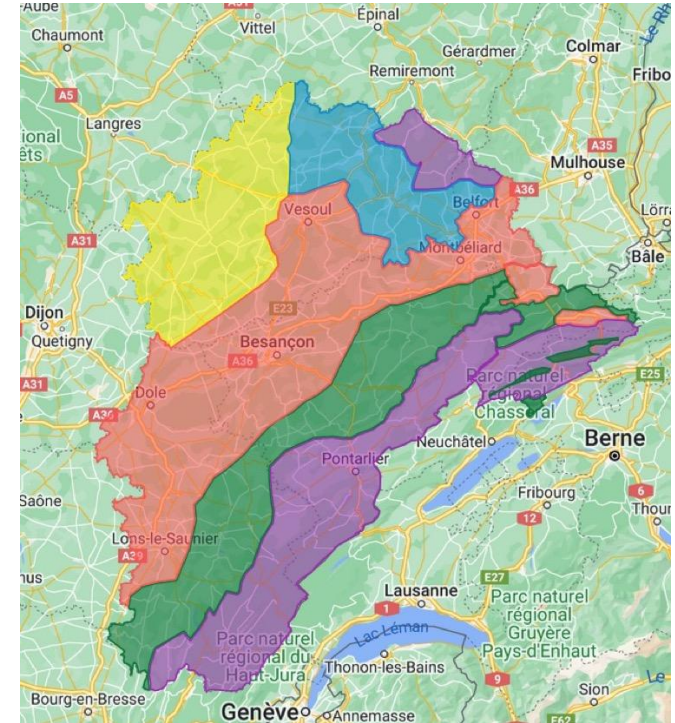
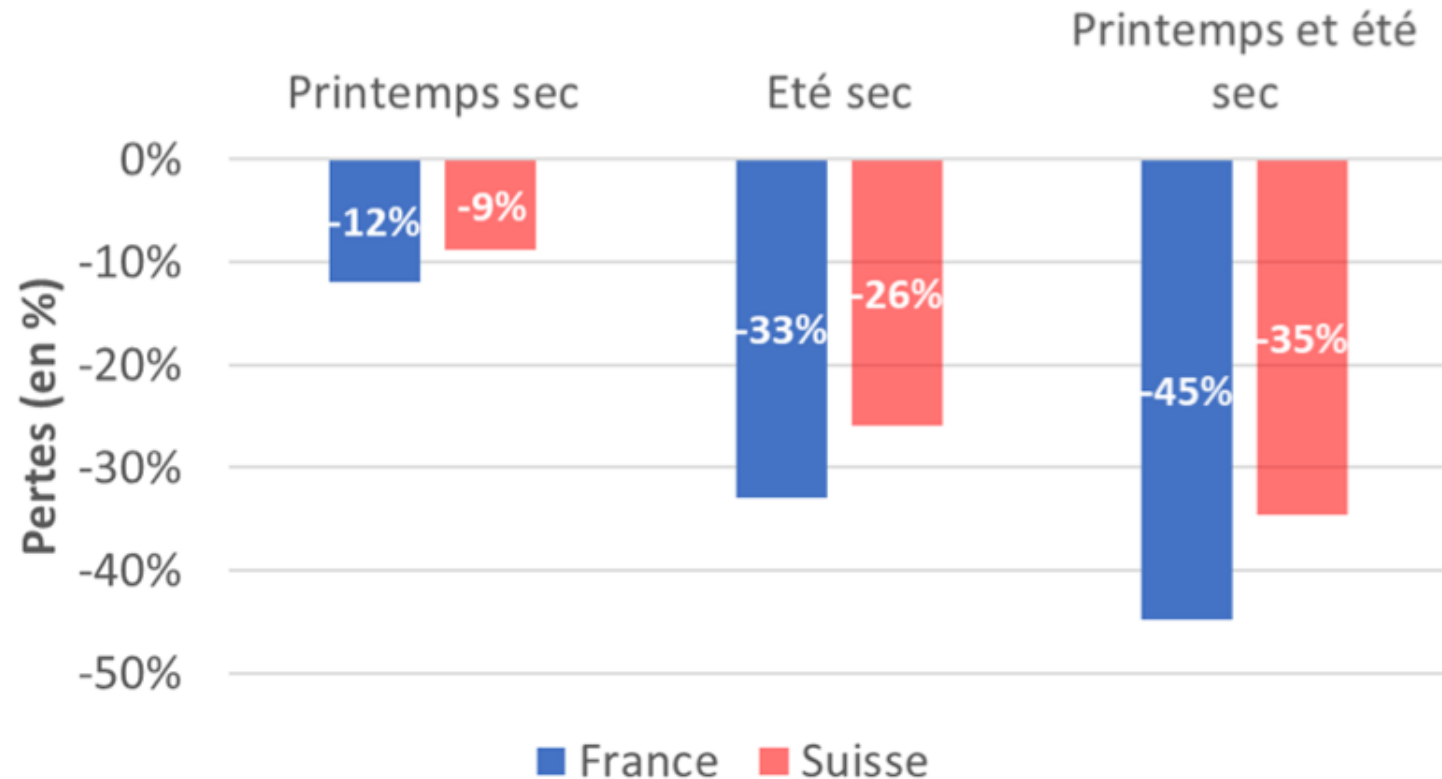


Précipitations été

déviations de la période standard 1981-2010



Prévisions concernant les effets du changement climatique sur les rendements des prairies dans le Jura



Projet Interreg « Systèmes de Production Agricole Durables »

Effets sur la productivité

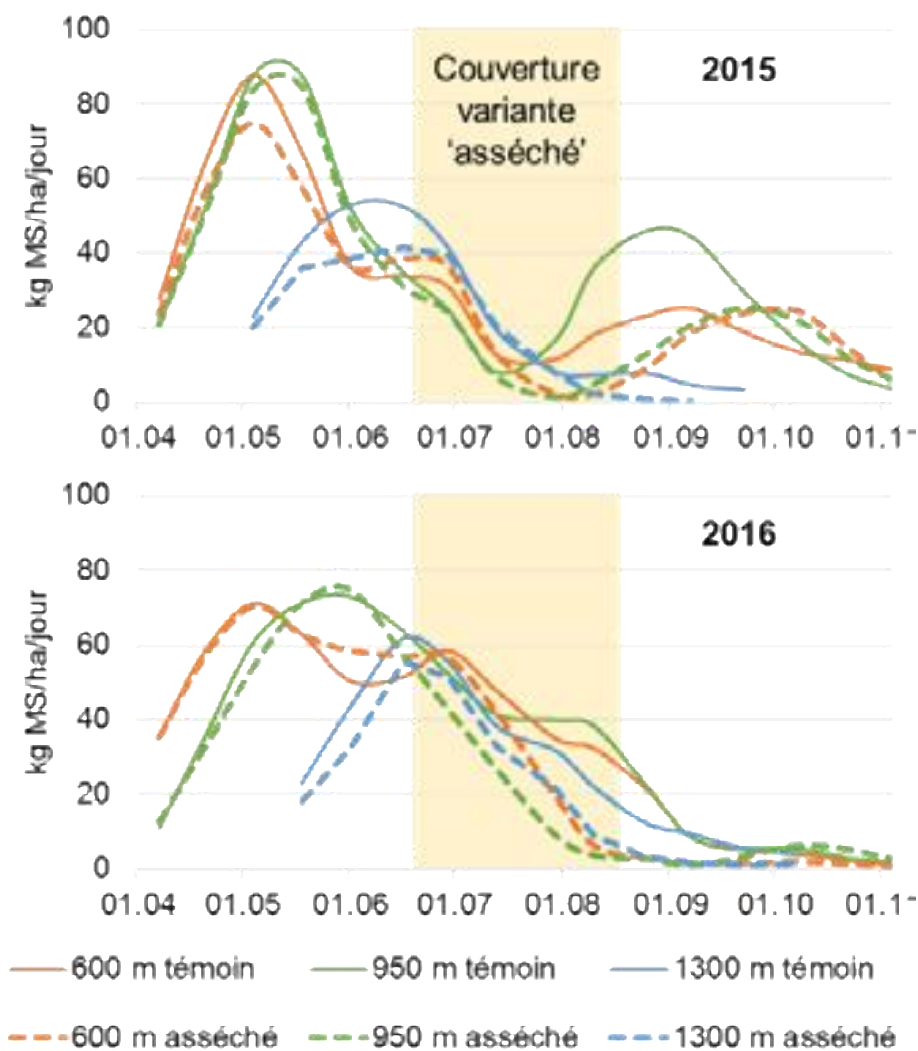


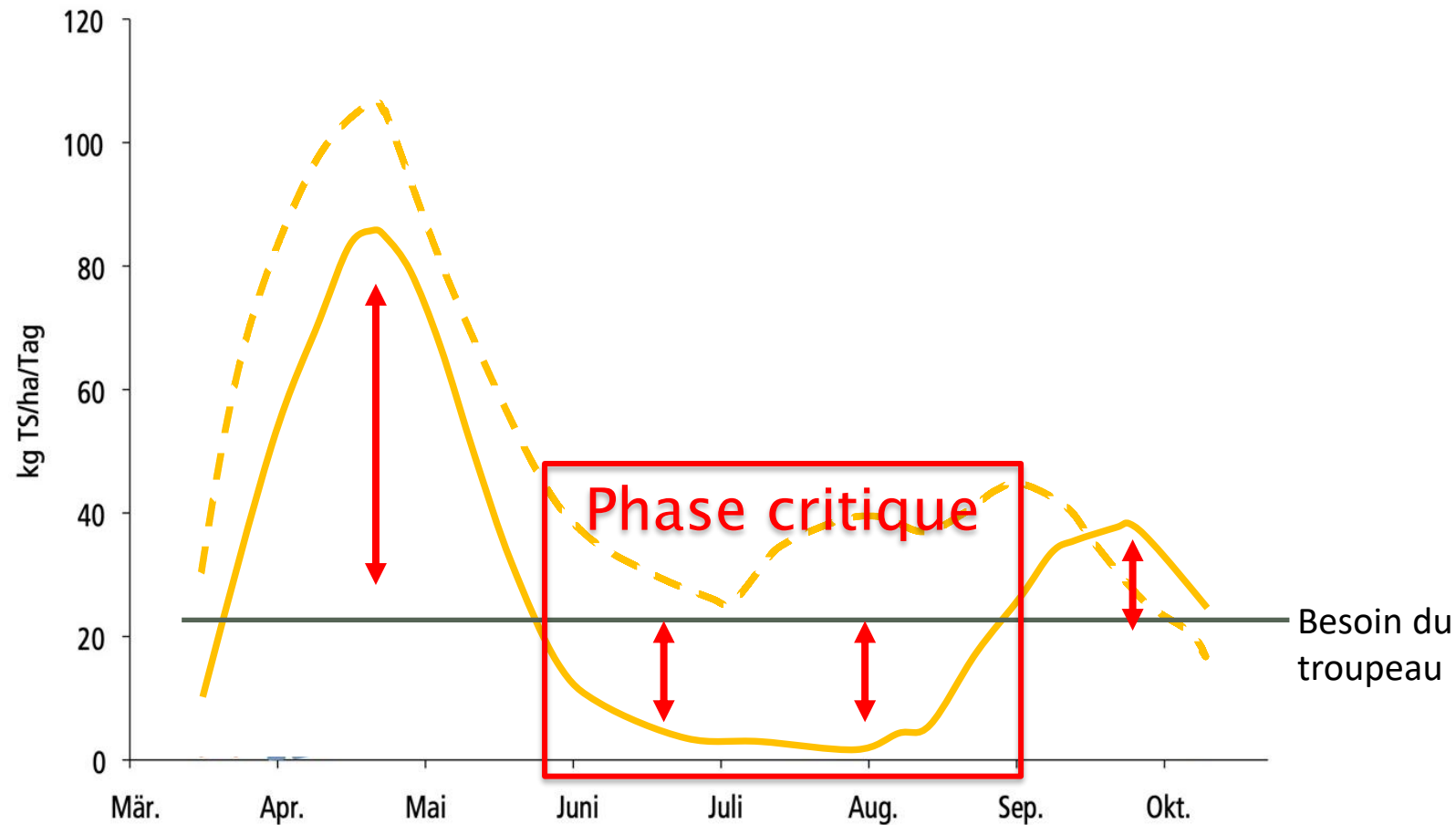
Tableau 2. Rendement annuel (kg MS/ha/année) des trois pâturages selon les deux variantes (témoin) et (asséché)

altitude	année	témoin	asséché	
600 m	2015	6991	6254	
	2016	7839	6866	
	moyenne	7415	6560	-12%
950 m	2015	7735	6148	
	2016	7424	5688	
	moyenne	7580	5918	-22%
1300 m	2015	3509	2713	
	2016	4119	3012	
	moyenne	3814	2863	-25%

Figure 22. Croissance journalière de l'herbe (kg MS/ha/jour) des trois pâturages selon les deux variantes (témoin) et (asséché)



Influence de la sécheresse sur la croissance de l'herbe des pâturages du Jura



Rendement TS 02/04: 106 dt/ha
Rendement TS 03: 62 dt/ha

Mosimann et al 2012



Les effets du changement climatique sur les pâturages d'estivage

- ▶ Les périodes de sécheresse estivale vont continuer à s'intensifier
- ▶ Le Jura sera plus touché que les Alpes
- ▶ Conséquence principale et défi pour le pastoralisme
 - ▶ Pénurie de fourrage due à la baisse des rendements et à la diminution de la qualité pendant les mois d'été
- ▶ Les pâturages/prairies exploités de manière intensive sont plus sensibles à la sécheresse



Centrale photovoltaïque de Mont-Soleil – une réponse aux effets du changement climatique dans le Jura ?

Suivi scientifique PV Mont-Soleil - Etudes prévues

Bétail

Comportement animal

- Comportement au pâturage
- Comportement au repos
- Déjections
- Champ magnétique
- Dommages à l'installation

Méthodologie

Suivi par GPS, observation du comportement et du bien-être animal (blessures, avortements, fertilité)

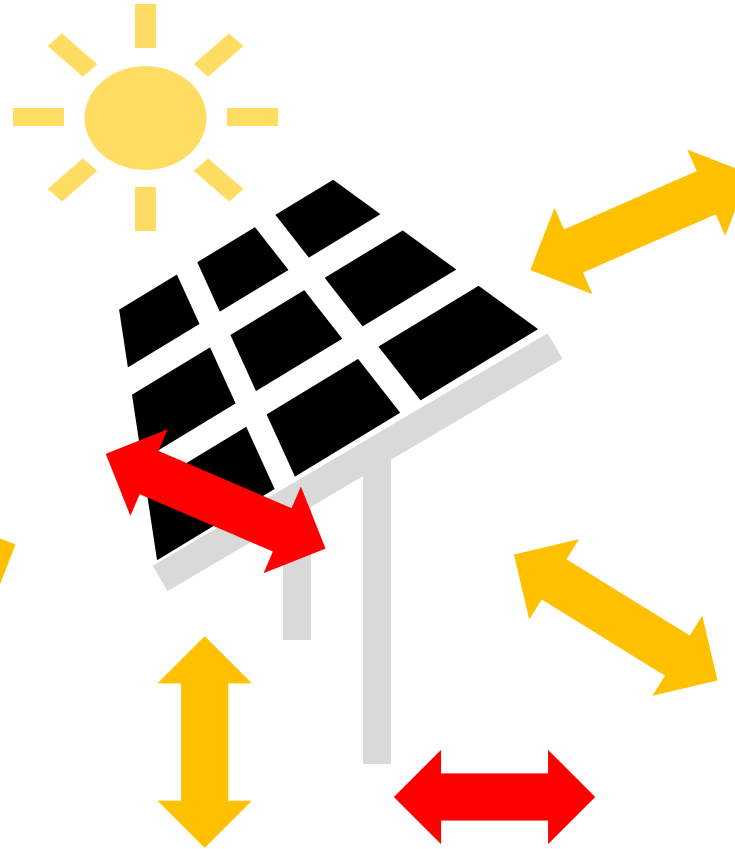
Sol

Paramètres du sol

- Humidité du sol
- Teneur en éléments nutritifs
- Compactage
- Erosion

Méthodologie

Cartographie, humidité du sol, analyses de sol



Microclimat

- Mesure en continu de la température, du rayonnement, humidité, précipitations sur les installations PV et surfaces de référence

Méthodologie

Micro-météorologie (stations météo)

Composition des espèces

Composition botanique et biomasse

- Evolution de la croissance
- Rendement et qualité
- Composition des espèces
- Biodiversité floristique et faunistique

Méthodologie

Courbes de croissance, analyses de nutriments, composition des espèces

Exploitation

Economie

- Surface de pâturage disponible
- Modification de la gestion des pâturages

Méthodologie

Calcul des coûts



Effets directs



Effets indirects

Surveillance du comportement au pâturage et au repos à l'aide de traceurs GPS



Relevés micro-météorologiques



Détermination des courbes de croissance de l'herbe



Évolution de la biomasse et de la qualité fourragère



Suivi scientifique - Effets à long terme

2025/26

2027

2028

2029

2030

2031

Travaux préparatoires et essais préliminaires

- Mise en place de la technique de mesure
- Élaboration de références

Analyses détaillées sur plusieurs années

- Analyses pluriannuelles avec répétitions
- Évaluations détaillées des influences, des interactions et de l'impact économique des installations PV sur la cohabitation avec l'agriculture dans le cas du Mont-Soleil

Travail master
Monika
Freiburghaus

Thèse de doctorat en
collaboration avec ETH

Conclusions

- ▶ La concurrence pour les terres agricoles va continuer à s'intensifier
- ▶ Le changement climatique aura un impact sur la productivité des prairies en Suisse
- ▶ Les régions aux sols peu profonds et à faible capacité de stockage d'eau seront plus touchées par les effets du changement climatique
- ▶ Les installations photovoltaïques sur les alpages font concurrence à l'exploitation agricole, mais une « coexistence » judicieuse pourrait également offrir des opportunités
- ▶ Afin de développer des concepts d'utilisation fonctionnels, il est toutefois nécessaire de mener des travaux de recherche et de développement (comme l'exige l'OPV) en tenant compte des besoins des deux types d'utilisation.

Merci pour votre attention

