

Programme d'encouragement Energie 2013–2020  
RAPPORT FINAL

Extrait

# Recommandations basées sur les résultats de recherche des SCCER et des Joint Activites

[Lire le rapport complet](#)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Innosuisse – Agence suisse pour  
l'encouragement de l'innovation**

## Auteurs

Prof. émérite, Dr. Hans-Rudolf Schalcher  
Prof. Dr. Alexander Sauer  
Prof. Dr. Norbert Fisch  
Prof. Dr. Andreas Gubner  
Dr. Pieder Jörg

# FEEB&D

## Future Energy Efficient Buildings & Districts

Champ d'action  
**Efficacité énergétique**

### Direction

Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et  
de recherche (Empa)

### Institutions participantes

Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)  
Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse  
(FHNW)  
Université de Genève (UNIGE)

### Direction du SCCER

Prof. Matthias Sulzer, Empa (2017–2020)  
Dr. Peter Richner, Empa (2014–2017)

### Sous-direction du SCCER

Prof. Dr. Ludger Josef Fischer, HSLU (2017–2020)  
Prof. Dr. Martin Patel, UNIGE (2017–2020)  
Prof. Matthias Sulzer, Empa (2014–2017)

### Direction générale

Dr. Stephan Fahlbusch, Empa (2014–2020)



sccer | future energy efficient  
buildings & districts

Le SCCER FEEB&D a pour objectif de réduire de manière substantielle la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> du parc immobilier existant et futur. L'accent a été mis sur les mesures à réaliser dans les bâtiments individuels au niveau du district, de la région et du pays.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER FEEB&D

- ▶ **Adopter des règlements**  
Etablir les bases juridiques et les règlements relatifs à l'utilisation publique et intersectorielle des données énergétiques individuelles, ainsi qu'au partage et au commerce de l'énergie à l'échelle locale.
- ▶ **Favoriser les systèmes décentralisés d'énergie renouvelable**  
Elaborer des plans directeurs au niveau des districts et des municipalités, tenant compte des sources d'énergie renouvelables locales et des infrastructures énergétiques publiques pour l'approvisionnement, le stockage et la distribution.
- ▶ **Restructurer le secteur de l'énergie**  
Promouvoir des modèles d'affaires novateurs pour le partage de l'énergie et des données, la tarification de la flexibilité et l'intégration économiquement attrayante des énergies renouvelables distribuées du secteur privé (électricité et chaleur).

## Auteurs

Prof. Dr. Alexander Sauer  
Prof. émérite, Dr. Hans-Rudolf Schalcher  
Prof. Dr. Norbert Fisch  
Prof. Dr. Andreas Gubner  
Dr. Pieder Jörg

# EIP

## Efficiency of Industrial Processes

Champ d'action  
**Efficacité énergétique**

### Direction

Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)

### Institutions participantes

Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST)  
Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU)  
Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau (Eawag)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa)  
Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW)  
Université de Genève (UNIGE)

### Direction du SCCER

Prof. Dr. Philipp Rudolf von Rohr, ETHZ, (2014–2020)

### Sous-direction du SCCER

Prof. Dr. Marco Mazzotti, ETHZ (2017–2020)  
Prof. Dr. Berend Smit, EPFL (2017)  
Prof. Dr. François Maréchal, EPFL (2014–2017)

### Direction générale

Dr. Gianfranco Guidati, ETHZ (2019–2020)  
Dr. Stephan Fahlbusch, ETHZ (2014–2019)



Le SCCER EIP a mis en relation les institutions de recherche de tous types d'établissements d'enseignement supérieur avec une multitude de partenaires industriels, afin de faire progresser les méthodologies et les innovations technologiques pertinentes pour l'industrie dans le domaine de l'efficacité énergétique et d'améliorer la transparence du potentiel d'efficacité énergétique dans l'ensemble de l'industrie suisse.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER EIP

### ► **Percée sur le plan de l'analyse Pinch (méthode du pincement) dans l'industrie**

Un flux de travail rationalisé pour l'utilisateur lors de l'analyse Pinch, combiné à la simulation des processus et à l'évaluation du cycle de vie, permet d'identifier et d'évaluer le potentiel d'efficacité énergétique et les mesures à prendre dans une multitude d'entreprises suisses, y compris les petites et moyennes entreprises. Il convient de redoubler d'efforts pour réaliser rapidement des progrès décisifs dans l'application de cette approche. Ce nouveau flux de travail aide les ingénieurs en procédés, en assurant la transparence des compromis entre économie, énergie et réduction des émissions de carbone. Les bilans massiques et énergétiques peuvent être effectués avec rapidité et précision sur un large éventail de systèmes. Il s'agit donc d'un complément naturel à une meilleure compréhension des processus, qui permet également de valider les mesures conceptualisées d'efficacité énergétique basées sur l'analyse Pinch des modifications apportées aux systèmes.

### ► **Pénétration du marché des pompes à chaleur haute température et des systèmes de recompression de vapeur**

Les pompes à chaleur haute température et les systèmes de recompression de vapeur permettent de réaliser d'importantes économies d'énergie et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'industrie. Jusqu'à présent, la plupart des applications pratiques des pompes à chaleur haute température en Suisse ont été mises en œuvre dans le secteur alimentaire ou pour le chauffage urbain, en utilisant la chaleur résiduelle industrielle, les eaux usées et lacustres comme sources de chaleur. Il existe encore trop d'obstacles à une mise en œuvre généralisée, notamment le coût d'investissement relativement élevé, le petit nombre de fabricants et l'inexpérience. Pour surmonter ces obstacles, il est recommandé de démontrer l'applicabilité et les avantages à long terme de ces nouvelles technologies dans plusieurs scénarios industriels et dans des installations pilotes.

Suite **EIP**

► **Vers un béton neutre sur le plan climatique**

Le béton a le potentiel de réabsorber toutes les émissions produites par la décomposition du carbonate de calcium dans le procédé de cuisson du clinker. Afin d'industrialiser ce processus naturel, une usine pilote de carbonisation du béton de démolition utilisant le CO<sub>2</sub> capturé dans l'air a été construite et son exploitation affiche des résultats très prometteurs : fonctionnement très stable de l'usine, forte absorption de CO<sub>2</sub> et processus de carbonatation géré avec succès par le personnel habituel de la cimenterie. L'étape suivante consiste à transformer les fines de béton en carbonate de calcium et en sable. Ces deux matériaux seront par la suite utilisés dans du béton, ce qui signifie que le mélange de béton englobe tout le CO<sub>2</sub> émis durant la chaîne de valeur manufacturière du ciment et du béton. Résultat : un béton neutre sur le plan climatique. Pour atteindre cet objectif ambitieux, il faudra toutefois que le secteur de la construction déploie des efforts considérables pour améliorer ces procédés et mettre en œuvre le nouveau matériau de construction.

## Auteurs

FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner  
Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt  
Dr.-Ing. Klaus Jorde  
Prof. Dr. Thomas Kohl  
Dr. Gunter Siddiqi

# SoE

## Supply of Electricity

Champ d'action  
**Mise à disposition de courant  
(fourniture d'énergie électrique)**

### Direction

Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)

### Institutions participantes

Haute école spécialisée bernoise (HESB)  
Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST)  
Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU)  
Institut Paul Scherrer (PSI)  
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)  
Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau (Eawag)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Université de la Suisse italienne (USI)  
Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)  
Université de Berne (UniBe)  
Université de Genève (UNIGE)  
Université de Lausanne (UniL)  
Université de Neuchâtel (UniNe)

### Direction du SCCER

Prof. Dr. Domenico Giardini, ETHZ (2014–2020)

### Sous-direction du SCCER

Prof. Dr. François Avellan, EPFL (2014–2020)

### Direction générale

Dr. Ueli Wieland, ETHZ (2014–2017)  
Dr. Gianfranco Guidati, ETHZ (2017–2020)



SWISS COMPETENCE CENTER for ENERGY RESEARCH  
SUPPLY of ELECTRICITY

Le SCCER-SoE s'est consacré à la recherche sur deux technologies – la géothermie profonde et l'hydroélectricité – afin de développer des bases technologiques et méthodologiques, ainsi que de fournir des solutions contribuant de manière optimale à la Stratégie énergétique 2050 dans les années à venir.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER-SoE

- ▶ A court et moyen termes, l'exploitation de l'énergie géothermique devrait se concentrer sur l'extraction ou le stockage saisonnier de la chaleur, car c'est l'option la plus adaptée au marché. Les techniques de stimulation dans les roches étanches en vue d'une utilisation ultérieure comme réservoir de chaleur à haute température doivent encore être développées, notamment en ce qui concerne la prévisibilité et la diminution des effets sismiques indésirables.
- ▶ Le renouvellement, la modernisation, l'extension et l'optimisation des installations hydroélectriques, y compris les nouveaux aménagements dans les zones périglaciaires, sont essentiels pour mettre en œuvre la Stratégie énergétique 2050, tout en réduisant les répercussions sur l'environnement et le changement climatique. Grâce à sa flexibilité et à ses possibilités de stockage à plusieurs échelles, de la minute à la saison, l'hydroélectricité est le fer de lance du système électrique suisse. Le maintien de ce rôle central favorisera l'intégration de la production d'électricité fluctuante issue du rayonnement solaire et de l'énergie éolienne.



### **Auteurs**

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt  
Dr. Stefan Nowak  
Prof. Dr. Irini Angelidaki  
Dr. Sandra Hermle  
Dr. Arthur Wellinger

# **BIOSWEET**

## Biomass for Swiss Energy Future

Champ d'action  
**Biomasse**

### **Direction**

Institut Paul Scherrer (PSI)

### **Institutions participantes**

Haute école spécialisée bernoise (HESB)  
Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU)  
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW)  
Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)  
Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW)  
Haute école spécialisée de Suisse italienne (SUPSI) (2014–2016)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ) (2014–2016)

### **Direction du SCCER**

Prof. Dr. Oliver Kröcher, PSI (2014–2020)

### **Sous-direction du SCCER**

Prof. Dr. Frédéric Vogel, PSI (2014–2020)

### **Direction générale**

Dr. Simone Nanzer, PSI (2014–2019)  
Sébastien Haye, E4tech (2020)



Près de la moitié de l'énergie renouvelable utilisée dans le monde provient de la biomasse, qui représente donc une option importante pour la fourniture d'énergie verte. Pourtant, des activités de recherche comme le SCCER BIOSWEET s'imposent de toute urgence pour utiliser plus efficacement la biomasse et proposer des solutions améliorées en vue de couvrir les marchés de la chaleur, de l'électricité et du carburant.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER BIOSWEET

- ▶ Les processus de production de biogaz par digestion anaérobie sont technologiquement matures et des concepts innovants ont été développés, laissant envisager une mise en œuvre saine dans les conditions-cadres locales en Suisse. Cette option technologique est donc, en principe, assez au point pour être implémentée, notamment en ce qui concerne l'utilisation des aspects organiques et des flux de déchets pour contribuer à l'atténuation des gaz à effet de serre.
- ▶ Le processus de méthanisation thermochimique a été perfectionné et des progrès substantiels ont été accomplis dans la compréhension de cette voie de conversion difficile allant de la biomasse solide à un substitut du gaz naturel. Ce processus est toutefois complexe sur le plan technologique et cette possibilité coûteuse semble demeurer une option pour un avenir lointain.
- ▶ Il est possible d'accroître l'utilisation des biocarburants solides pour la fourniture de chaleur en faisant le choix de types de biomasse solide moins prometteurs d'un point de vue environnemental (c'est-à-dire avec de très faibles émissions de particules). La généralisation de l'emploi de ces matières organiques solides à faible coût peut et doit donc être davantage encouragée en Suisse.
- ▶ Même si les produits chimiques sont largement en dehors du périmètre de la Stratégie énergétique 2050, il est recommandé de poursuivre les travaux fructueux menés sur la dépolymérisation de la biomasse et sur une combinaison améliorée des procédés de valorisation biologiques et chimiques. Si ces processus de conversion se rapprochent du marché – et, en raison du rapport prix de revient/prix de vente, il est plus probable que ce soit pour alimenter les marchés des matières premières (c'est-à-dire les produits chimiques) – ils devraient contribuer à défossiliser l'industrie chimique. Si cette approche fonctionne, la fourniture de carburants pour le transport sera la prochaine étape. Cette voie de conversion prometteuse doit donc être davantage développée.

## Suite **BIOSWEET**

- ▶ La biomasse représente une option capitale pour atteindre les objectifs ambitieux définis dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050. L'évaluation des avantages et des inconvénients des différentes options d'utilisation de la biomasse comme source d'énergie dans le contexte tendu qui règne parmi les autres consommateurs de biomasse (p. ex. le secteur alimentaire) est, par conséquent, un processus continu qui devra se poursuivre à l'avenir. En fonction de la pénétration sur le marché d'autres sources d'énergie renouvelables dans les années à venir, il pourrait s'avérer nécessaire d'adapter et/ou de redéfinir le rôle de la biomasse en Suisse.

### Auteurs

Dr. Henning Fuhrmann  
FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner  
Prof. Dr. Liisa Haarla  
Prof. émérite, Dr. Edmund Handschin  
Prof. Dr. Dirk Westermann

# FURIES

## Future Swiss Electrical Infrastructure

Champ d'action  
**Réseaux et composants,  
systèmes énergétiques**

### Direction

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

### Institutions participantes

Haute école spécialisée bernoise (HESB)  
Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST)  
Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)  
Université de la Suisse italienne (USI)  
Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW)  
Haute école spécialisée de Suisse italienne (SUPSI)  
Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)  
Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW)

### Direction du SCCER

Prof. Dr. Mario Paolone, EPFL (2014–2020)

### Sous-direction du SCCER

Prof. Dr. Petr Korba, ZHAW (2017–2020)  
Prof. Dr. Jürgen Biela, ETHZ (2014–2017)

### Direction générale

Georgios Sarantakos, EPFL (2014–2020)



Le SCCER-FURIES est le volet scientifique de la Stratégie énergétique 2050 dans le domaine de recherche des «power grids». Sa vision consiste à développer des technologies permettant d'alimenter en électricité les foyers, entreprises et communautés suisses de manière continue et durable, en s'appuyant sur des ressources énergétiques renouvelables, qu'elles soient traditionnelles ou nouvelles.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER-FURIES

- ▶ Le SCCER-FURIES a permis de constituer un vaste réservoir interdisciplinaire et cohérent de chercheurs capables d'élaborer des solutions et des stratégies d'adaptation du réseau électrique, en tant qu'infrastructure centrale de la transition énergétique. Il est important de maintenir ces cercles de recherche grâce à des contacts établis avec les exploitants des réseaux, l'autorité de régulation et le secteur, ainsi qu'avec la communauté européenne et internationale d'experts sur toute la durée de la transition énergétique.
- ▶ L'autorité de régulation est censée permettre la mise en place de mécanismes de marché mettant à profit la répartition locale dans les réseaux de distribution. Associé aux technologies de détection distribuées dédiées à la reconnaissance des réseaux et à l'intégration de l'inertie synthétique des composants électroniques de puissance, ce point est essentiel à la mise en œuvre des énergies renouvelables distribuées. De leur côté, les utilisateurs finaux doivent être inclus dans le développement de ces mécanismes de marché, car leur acceptation d'une gestion de l'énergie respectueuse des réseaux et de la production renouvelable est capitale.
- ▶ Les décideurs politiques suisses devraient réviser les objectifs en matière d'énergies renouvelables pour augmenter la part du photovoltaïque, compte tenu de l'évolution des prix et des résultats des recherches sur les systèmes photovoltaïques. Seule une gestion des systèmes tenant compte des consommateurs en hausse, tels que les véhicules électriques et les pompes à chaleur, permettra d'atteindre une part plus élevée du photovoltaïque dans le paysage énergétique suisse ; la planification et la mise en œuvre doivent être soutenues par des incitations financières.
- ▶ La Suisse a besoin d'un couplage de réseau plus intégré avec les marchés de l'électricité voisins pour améliorer la capacité des échanges transfrontaliers et optimiser la granularité dans l'équilibre du marché afin de réduire les limitations de congestion des réseaux. Des mesures visant à renforcer le réseau de transport suisse contre la perte de quelques éléments de transmission doivent être envisagées dans ce contexte.

## Suite **FURIES**

- ▶ Les solutions électroniques de puissance sont la clé des solutions de demain concernant le stockage, la conversion et la qualité de l'énergie, notamment la nouvelle gestion active des réseaux avec stockage et points d'ouverture progressifs, les disjoncteurs avec temps d'interruption plus courts et les éléments magnétiques à haute fréquence entraînant des pertes réduites et une densité de puissance accrue. Les gestionnaires de réseaux de distribution (GRD) et les fabricants d'équipements propres (OEM) doivent s'employer à développer activement ces technologies.

## Auteurs

Prof. Dr. Eberhard Umbach  
Prof. Dr. Barbara Lenz  
Prof. Dr. Horst Hahn  
Prof. émérite, Dr. Louis Schlapbach  
Dr. Antje Seitz

# HaE

## Heat and Electricity Storage

Champ d'action  
**Stockage**

### Direction

Institut Paul Scherrer (PSI)

### Institutions participantes

Haute école spécialisée bernoise (HESB)  
Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST)  
Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)  
Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa)  
Haute école spécialisée de Suisse italienne (SUPSI)  
Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW)  
(2014–2016)  
Université de Berne (UniBe)  
Université de Fribourg (UniFr)  
Université de Genève (UNIGE)

### Direction du SCCER

Prof. Dr. Thomas Justus Schmidt, PSI (2014–2020)

### Sous-direction du SCCER

Prof. Dr. Andreas Züttel, EPFL (2014–2020)

### Direction générale

Dr. Jörg Roth, PSI (2014–2020)



Swiss Competence Center  
for Energy Research

Pour atteindre les objectifs de protection du climat, le système énergétique à venir doit s'appuyer sur des sources d'énergie renouvelables plutôt que sur des combustibles fossiles. La plupart des énergies renouvelables tirent leur énergie de sources intermittentes telles que le soleil et le vent, qui dépendent de la météo et de la saison. Un tel système énergétique nécessite donc une grande quantité de stockage de chaleur et d'électricité (HaE) à court et long termes.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER HaE

- ▶ Les décideurs politiques devraient créer des incitations en faveur des investissements dans les énergies renouvelables et le stockage, en adoptant des droits et des taxes sur les technologies non durables, et en appliquant une approche de coût intégral. Ils pourraient également subventionner les technologies durables afin d'égaliser les coûts pour des cas d'utilisation comparables – voire faire les deux – afin d'éviter des conditions défavorables. Il en découlerait de nouveaux modèles commerciaux et les décisions d'investissement dans les technologies de stockage seraient alors facilitées.
- ▶ Le cadre juridique doit être adapté pour permettre de nouveaux concepts de systèmes de stockage, d'électricité en gaz ou d'électricité en liquide. Il en va de même pour la législation sur l'aménagement du territoire et la construction, qui doit tenir compte d'immenses installations de stockage souterrain. Elles sont essentielles au stockage saisonnier de la chaleur et à l'entreposage adiabatique de l'air comprimé.
- ▶ La recherche sur les matériaux présente un fort potentiel de rendre la conversion plus efficace et de réduire ainsi les coûts de stockage de l'énergie. Il faut veiller à assurer les opportunités de financement correspondantes.



## Auteurs

Prof. Dr. Barbara Lenz  
Prof. émérite, Dr. Hans-Rudolf Schalcher  
Dr. Philipp Dietrich  
Prof. Dr. Helmut Eichseder  
Dr. Peter de Haan

# Mobility

## Efficient Technologies and Systems for Mobility

Champ d'action  
**Concepts, processus et composants  
efficaces dans les transports**

### Direction

Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)

### Institutions participantes

Haute école spécialisée bernoise (HESB)  
Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST)  
Institut Paul Scherrer (PSI)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa)  
Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW)  
Haute école spécialisée de Suisse italienne (SUPSI)  
Université de St-Gall (HSG) (2017–2020)  
Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW)  
Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU) (2014–2016)

### Direction du SCCER

Prof. Dr. Konstantinos Boulouchos, ETHZ (2014–2020)

### Sous-direction du SCCER

Prof. Dr. Andrea Vezzini, BFH (2014–2020)

### Direction générale

Dr. Gloria Romera Guereca, ETHZ (2014–2020)  
Dr. Michael Bürgi, ETHZ (2014–2016)



Le SCCER Mobility vise à développer des connaissances et des technologies essentielles à la transition du système de transport actuel basé sur les combustibles fossiles vers un système durable, caractérisé par des émissions de CO<sub>2</sub> minimales, une demande d'énergie primaire, ainsi que des émissions de polluants pratiquement nulles.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER Mobility

### ► **Incitations et offres attractives indispensables**

Combiner des incitations financières non contraignantes, de nouvelles politiques et un éventail plus large de solutions de mobilité en tant que services aux infrastructures associées s'avère nécessaire pour réduire la demande de transport en général et favoriser le passage des technologies de propulsion à base de combustibles fossiles à des modes de transport renouvelables et respectueux de l'environnement.

### ► **Flexibilité grâce au couplage sectoriel**

Pour répondre à la demande future de stockage d'électricité et donc accroître la flexibilité du système énergétique, le secteur des transports doit être couplé de manière globale avec d'autres secteurs consommateurs d'électricité, en particulier le secteur du bâtiment.

### ► **Mobilité individuelle et plus encore**

Alors que les constructeurs automobiles semblent avoir opté pour l'électrification systématique de la mobilité individuelle, d'autres domaines clés du transport, comme la distribution locale de marchandises, le transport aérien et le transport maritime à longue distance, doivent encore intensifier leurs efforts de décarbonisation.

### **Auteurs**

Prof. Dr. Philippe Thalmann  
Prof. Dr. Isabelle Stadelmann-Steffen  
Dr. Sarah Darby  
Dr. Nicole Mathys  
Prof. Dr. Hans-Gerd Servatius

# **CREST**

## Competence Center for Research in Energy, Society and Transition

Champ d'action  
**Economie, environnement,  
droit, comportements**

### **Direction**

Université de Bâle (UNIBAS)

### **Institutions participantes**

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ)  
Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)  
Université de Genève (UNIGE)  
Université de Lucerne (UniLu)  
Université de Neuchâtel (UniNe)  
Université de St-Gall (HSG)  
Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW)

### **Direction du SCCER**

Prof. Dr. Frank Krysiak, UNIBAS (2014–2020)

### **Sous-direction du SCCER**

Prof. Dr. Claudio Cometta, ZHAW (2018–2020)  
Prof. Dr. Bettina Furrer, ZHAW (2014–2018)

### **Direction générale**

Andrea Ottolini-Voellmy, UNIBAS (2014–2020)

Comprendre à quelles fins et de quelle manière la population suisse consomme de l'énergie est un prérequis à la planification et au pilotage de la transition énergétique. Cette transition exige également un niveau d'investissement qui tend à dépasser ce que le marché seul peut fournir dans les conditions-cadres actuelles, ce qui va nécessiter une amélioration tant du côté de la demande que de l'offre.

## Recommandations

basées sur les résultats des recherches du SCCER CREST

- ▶ Les politiques de transition doivent agir à la fois sur l'innovation, en favorisant les alternatives à faible émission de carbone, et sur la réduction, en mettant la pression sur les technologies et les modèles commerciaux existants, mais indésirables. Des politiques distinctes sont nécessaires pour les différentes phases de la transition et pour les divers secteurs. Ces politiques doivent être échelonnées et renforcées en fonction de l'évolution des technologies, afin de susciter une large acceptation.
- ▶ Les initiatives, instruments et campagnes visant à réduire la consommation d'énergie devraient reposer sur des recherches continues au sujet de la nature et de l'ampleur de la demande des multiples activités et sous-groupes. En effet, ils doivent être adaptés à la grande variété des consommateurs et accorder une plus grande attention aux «cas particuliers», notamment aux personnes et aux pratiques susceptibles de contribuer le plus à la transition énergétique. Il convient donc qu'ils combinent des incitations financières avec des mesures non monétaires, comme la mise en valeur, l'amélioration de la culture énergétique, ou l'égalité et les considérations de genre.
- ▶ Il existe également une grande diversité d'acteurs du côté de l'offre du système énergétique, qui doivent être incités par diverses mesures à mettre en œuvre des innovations techniques et non techniques permettant de renforcer les liens entre chaleur, mobilité et électricité. La politique énergétique et les structures de gouvernance à tous les niveaux doivent permettre à ces acteurs de tester des idées, des modèles commerciaux et de nouveaux modes de collaboration, tout en soutenant la diffusion de nouveaux concepts et produits couronnés de succès dans toute la Suisse.
- ▶ Affichant des besoins différents des start-up des autres secteurs, celles du secteur de l'énergie nécessitent un soutien spécifique. Les entreprises établies en dehors du secteur traditionnel de l'énergie pourraient d'ailleurs apporter une contribution plus significative.

## Suite **CREST**

- ▶ Il est nécessaire d'identifier des modèles de marché susceptibles de rendre les investissements dans les énergies renouvelables rentables aux prix du marché, de rentabiliser également les investissements dans les capacités de secours et les extensions de réseaux, ainsi que de proposer des incitations suffisantes à produire de l'électricité lorsque sa valeur est la plus élevée. Les technologies d'électrification flexible peuvent bénéficier de la tarification du carbone et des mesures visant à réduire les restrictions ; sur ce dernier point, l'atteinte des objectifs dépend des incitations concernant les services liés à la flexibilité et des nouveaux modèles commerciaux permettant d'économiser sur les coûts d'expansion des réseaux.

## Auteurs

FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner  
Prof. Dr. Philippe Thalmann

## Joint Activity

# Scenarios and Modelling (JASM)

### SCCER participants

FEED&D / EIP / SoE / BIOSWEET /  
FURIES / HaE Storage /  
Mobility / CREST

### Contact

Dr. Gianfranco Guidati  
ETHZ (2017–2020)

Le secteur industriel, les milieux scientifiques et l'administration publique expriment une forte demande au sujet de scénarios solides et faisant autorité sur le thème du développement du système énergétique suisse au cours des prochaines décennies. Pour répondre à cette demande, JASM a combiné les capacités de modélisation des huit SCCER dans le but d'élaborer ce genre de scénarios.

## Recommandations

### ► Nécessité du captage du carbone et d'émissions négatives

Pour parvenir une valeur égale à zéro émission nette en 2050, il est impératif de capter et de stocker au moins 9 Mt de CO<sub>2</sub> par an. Il est à noter que ces émissions comprennent les rejets inévitables issus de l'incinération des déchets et des cimenteries. Le potentiel de stockage de CO<sub>2</sub> sur le territoire national risquant d'être insuffisant, la Suisse devra travailler en partenariat avec des sites de stockage étrangers.

### ► Promotion de l'hydrogène

Pour atteindre zéro émission nette en 2050, une contribution annuelle nette de 10 à 2 TWh d'hydrogène par an est nécessaire, principalement destinée à l'électrification indirecte de la mobilité, notamment pour le transport de marchandises, la cogénération et la chaleur industrielle. Cet hydrogène sera produit en combinant l'électrolyse, le reformage du gaz et la gazéification de la biomasse.

## Auteurs

Prof. Dr. Isabelle Stadelmann-Steffen  
FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner

## Joint Activity

# Integrated development processes for hydropower and deep geothermal projects: regulatory, political and participatory perspectives (IDEA-HDG)

### SCCER participants

CREST / SoE

### Contact

Prof. Dr. iur. Sebastian Heselhaus  
UniLu (2017–2020)

L'hydroélectricité et la géothermie profonde ont un rôle crucial à jouer dans la transition énergétique suisse en raison de leurs niveaux de production contrôlables et de leur fort potentiel. Toutefois, ces projets se heurtent souvent à des difficultés lors des phases de planification et d'autorisation du fait de la complexité des procédures d'autorisation et des objections des communautés locales, des ONG ou du grand public.

## Recommandations

- ▶ Lorsqu'elles développent des projets de géothermie profonde, les entreprises doivent accorder davantage d'attention à leur cadre. En effet, ce processus de développement devrait leur permettre de s'intégrer dans un contexte social local. Autrement dit, elles doivent s'ancrer dans les discours existants sur les souhaits de la communauté, ses plans de développement et son orientation politique.
- ▶ Etant donné que le débat politique sur la géothermie profonde n'en est qu'à ses débuts, il convient de faire preuve d'une grande prudence dans l'orientation du discours des citoyens (et des partis) sur cette question. Le fait que la connaissance subjective et la connaissance objective effective ne sont pas toujours en accord doit être pris en compte lors de la conception de stratégies de communication et d'engagement autour de projets de géothermie profonde. D'autres instruments sont nécessaires pour encourager les personnes qui sont particulièrement mal informées à s'intéresser au sujet.
- ▶ Une coordination plus étroite entre les offices fédéraux (et d'autres acteurs) faciliterait le travail des cantons. Les acteurs administratifs et économiques sont particulièrement importants dans le cadre des projets en hydroélectricité.

## Auteurs

Dr. Henning Fuhrmann  
Prof. émérite, Dr. Hans-Rudolf Schalcher  
Prof. Dr. Alexander Sauer

## Joint Activity

# Socio-economic and technical planning of multi-energy systems (RED)

### SCCER participants

FFEEB&D / FURIES / CREST

### Contact

Prof. Dr. François Maréchal  
EPFL (2017–2020)

JA RED a exploré le couplage du réseau électrique avec les systèmes de chaleur et de gaz, ainsi qu'étudié les aspects socio-économiques des systèmes multi-énergies et des solutions de réseaux intelligents développés par le SCCER-FURIES avec ses installations de démonstration Romande Energie et Arbon.

## Recommandations

- ▶ **Redéfinir le rôle et les responsabilités des autorités locales, cantonales et fédérales dans la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050**  
Les autorités peuvent jouer un rôle de catalyseur dans la mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 en améliorant les conditions d'implémentation des solutions de réseaux multi-énergies par le biais de plans énergétiques, de mesures de soutien et de révisions de la loi sur l'énergie.
- ▶ **Développer un marché décentralisé de la production et de la flexibilité**  
Une production décentralisée et un marché lié à la flexibilité pourraient largement contribuer à la Stratégie énergétique 2050. Les concepts décentralisés nécessitent de la flexibilité, mais faute d'un marché dédié, l'incertitude des investisseurs restera un obstacle à la mise en œuvre.
- ▶ **Créer une base de données à des fins de planification énergétique**  
Il existe d'énormes volumes de données qui pourraient servir à une planification énergétique précise et qui ne sont pas soumis à des problèmes de confidentialité. Toutefois, une grande partie de ces données ne sont accessibles qu'à des experts. Il est donc nécessaire de créer une base de données centrale, accessible au public, afin de collecter des données à des fins de planification énergétique.



## Auteurs

Dr. Stefan Nowak  
Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt

## Joint Activity

# Coherent Energy Demonstrator Assessment (CEDA)

### SCCER participants

FEEB&D / HaE Storage /  
Mobility / BIOSWEET

### Contact

Dr. Gil Georges  
ETHZ (2017–2020)

Au cours de leurs travaux, les SCCER ont mis en place un grand nombre de plateformes et de systèmes de démonstration. L'activité commune CEDA a été lancée pour créer une plateforme d'échange de données et de communication dans le but de tisser des références croisées entre les différents projets.

## Recommandations

L'activité commune CEDA a démontré l'importance et la nécessité d'un échange interdisciplinaire d'idées entre les communautés chargées de l'expérimentation et de la modélisation. Un tel exercice exige des efforts de part et d'autre, et les ressources requises pour combler le fossé entre les différentes mentalités ne sont pas nécessairement disponibles.

Les recommandations sont les suivantes :

- ▶ Les modélisateurs devraient utiliser le concept d'archétype de l'activité CEDA comme modèle pour structurer et rationaliser le débat, ainsi qu'étendre la base de données existante ;
- ▶ Les chercheurs en sciences expérimentales devraient alimenter la base de données CEDA avec leurs données afin d'améliorer continuellement cette précieuse base de données ;
- ▶ La base de données CEDA devrait continuer à être développée et mise à jour ;
- ▶ Les entreprises et les organisations gouvernementales devraient utiliser les études de cas s'appuyant sur la base de données comme un outil de simulation plausible pour explorer de nouveaux cas d'affaires soutenant la transition énergétique.

## Auteurs

Prof. Dr. Eberhard Umbach  
Prof. Dr. Philippe Thalmann

## Joint Activity

# White Paper on the Perspectives of Power-to-Product (P2X) Technology in Switzerland

### SCCER participants

FURIES / HaE Storage / CREST /  
Mobility / BIOSWEET

### Contact

Dr. Tom Kober  
PSI (2017–2020)

Le terme «Power-to-X» (P2X) fait référence aux technologies servant à convertir l'électricité (verte) en gaz, liquides ou chaleur, qu'il est alors possible de stocker à long terme et d'utiliser comme matière première pour de nombreux types d'utilisation énergétique ou pour la production de produits chimiques. Le «X» désigne souvent l'hydrogène, les gaz synthétiques (comme le méthane) ou les carburants synthétiques (p.ex. le diesel, l'essence et le kérosène).

## Recommandations

### ► Renforcer la vision systémique

La flexibilité du système énergétique suisse doit s'adapter aux exigences liées à l'intermittence des sources renouvelables, ce qui signifie que le stockage à long terme (saisonnier) de l'électricité jouera un rôle plus important qu'aujourd'hui. Il est également nécessaire de préparer et de prendre des décisions sur les futurs concepts de transport et de chauffage.

### ► Poursuivre le développement de la technologie

Plusieurs procédés doivent parvenir à maturité (meilleure efficacité, plus grande stabilité et coût plus faible) avant de pouvoir être mis en œuvre dans le système énergétique. Cet objectif nécessitera des travaux de recherche et développement en temps opportun.

### ► Adapter le marché et le cadre juridique

L'adoption d'une plus grande flexibilité et l'introduction de nouvelles technologies, comme P2X, sur le marché réclament des changements significatifs du cadre juridique avant que ces technologies puissent devenir compétitives. Une vision à long terme contribuera à ce développement, mais elle implique des actions immédiates.

## Auteurs

Prof. Dr. Barbara Lenz  
Dr. Stefan Nowak

## Joint Activity

# The evolution of mobility: A socio-economic analysis (Mobility)

### SCCER participants

CREST / Mobility

### Contact

Prof. Dr. René Schumann  
HESO-SO (2017–2020)

Au cœur de l'activité commune Mobility, l'analyse scientifique détaillée et la projection du comportement des individus et des ménages se focalisaient sur le développement et l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux services liés à la consommation d'énergie dans le secteur des transports.

## Recommandations

- ▶ **Considérer le comportement comme un facteur déterminant et se concentrer sur les types de comportement efficaces dans les études et interventions futures**

Le comportement des individus et des ménages en matière de mobilité est une variable pertinente, qui doit être prise en considération comme un élément actif pour atteindre les objectifs du secteur de la mobilité concernant les émissions et l'énergie. L'activité commune Mobility a démontré que le comportement en matière de mobilité est influençable. Sur la base des résultats obtenus jusqu'à présent, une analyse approfondie est maintenant nécessaire pour déterminer comment les types de comportement pertinents peuvent réellement être induits.

- ▶ **Utiliser le portefeuille complet des options de gouvernance pour le secteur de la mobilité**

Des travaux supplémentaires devraient permettre de déterminer quelle combinaison d'interventions risque d'avoir les effets les plus prometteurs. Cela vaut notamment en ce qui concerne la combinaison d'interventions locales et nationales.