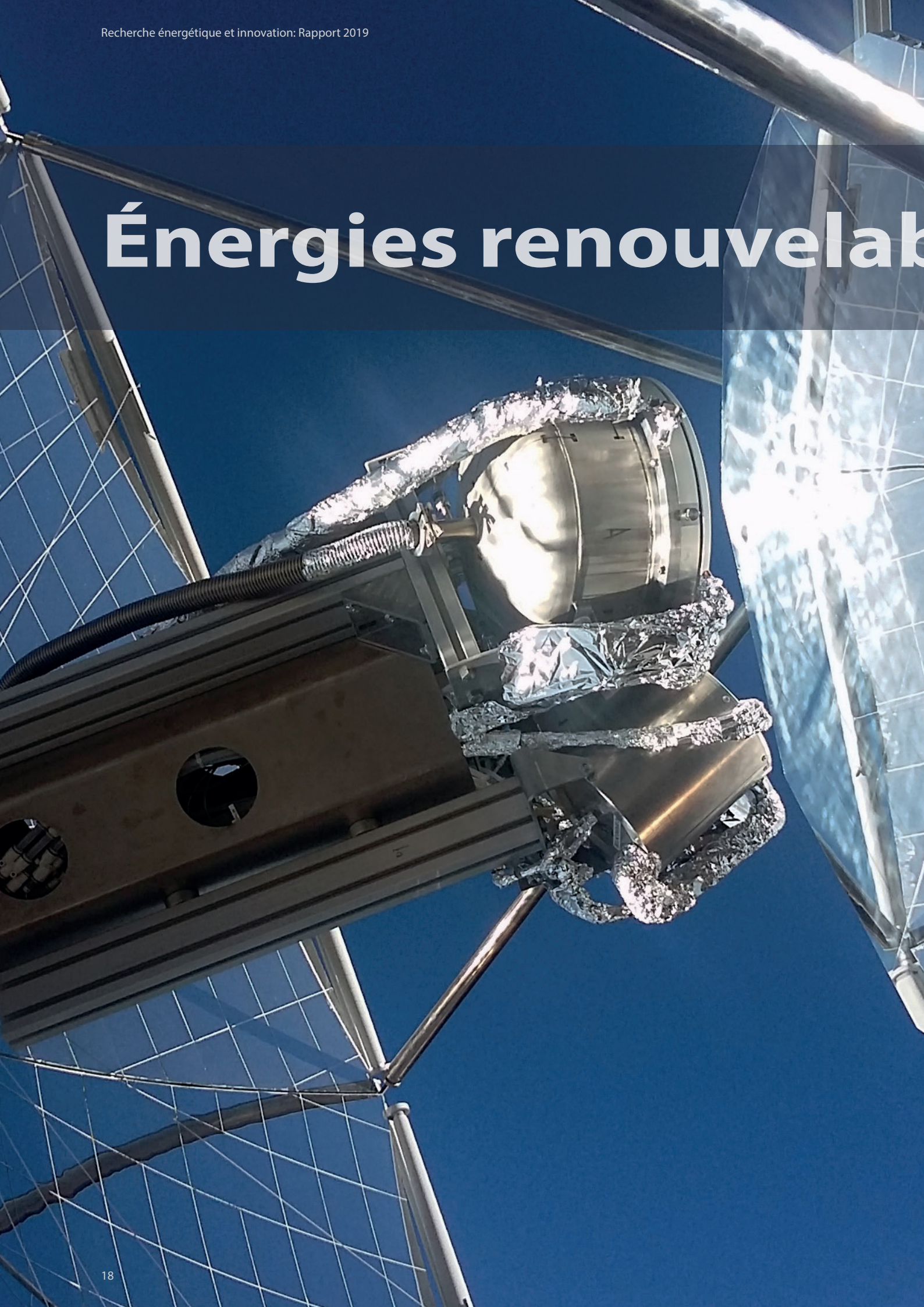


Énergies renouvelables




 les

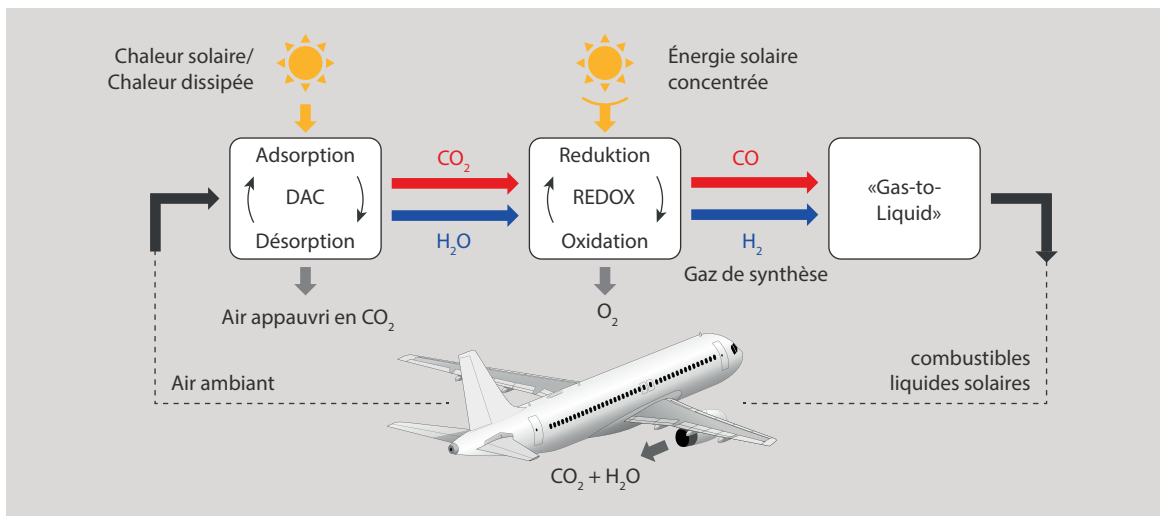
Carburants solaires pour l'aviation

En y incluant le trafic aérien international, le secteur des transports représente environ 40 % des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse. Même si les avions d'aujourd'hui sont au moins 50 % plus efficaces en termes de consommation de carburant qu'il y a 30 ans, ce secteur pose des défis majeurs pour la politique énergétique et climatique en raison de sa croissance rapide. Les acteurs suisses sont des leaders mondiaux dans le développement de combustibles liquides renouvelables à base d'énergie solaire concentrée et sont soutenus dans leur initiatives par l'OFEN. L'industrie de l'aviation montre un grand intérêt à cet égard, comme le soulignent les récentes déclarations d'intention communes avec le groupe Lufthansa.

Des chercheurs de la Chaire des sources d'énergie renouvelables de l'EPF de Zurich (EPFZ, Prof. Steinfeld) ont pu démontrer en 2019 pour la première fois la production d'hydrocarbures liquides – dont sont faits tous les carburants courants – à partir de la lumière solaire concentrée et de l'air ambiant dans des conditions réelles. Dans une mini-raffinerie solaire située sur le toit de l'EPFZ, un réacteur solaire à haute température sépare le dioxyde de carbone (CO_2) et l'eau (H_2O) obtenus directement dans l'air ambiant et produit un gaz de synthèse – un mélange d'hydrogène (H_2) et de monoxyde de carbone (CO). Ce mélange peut être transformé en hydrocarbures liquides tels que le méthanol ou le kérosène en utilisant des procédés «Gas-to-Liquid» éprouvés. La chaîne de processus alimentée par l'énergie solaire (voir la figure de la page suivante) utilise l'ensemble du spectre solaire et permet de produire des combustibles solaires de manière thermodynamiquement favorable.

La technologie de récupération directe du CO_2 et de l' H_2O de l'air ambiant est basée sur une adsorption et une désorption cyclique à commande thermique où un sorbant fonctionnalisé par une amine est appliqué. Le gaz de synthèse est ensuite produit dans une unité redox solaire, qui clive thermochimiquement le CO_2 et l' H_2O par un processus de cycle de réduction-oxydation (redox) en utilisant le cérium comme matériau redox. Dans une première étape (solaire), le cérium oxydé est réduit thermiquement avec de l'énergie solaire concentrée, ce qui libère de l'oxygène. Dans une deuxième étape (non solaire), l'oxyde de cérium réduit réagit avec le CO_2 et l' H_2O pour produire le gaz de synthèse. Le cérium est ensuite réoxydé et est disponible pour d'autres cycles. Dans le système de mini-raffinerie solaire de l'EPFZ, l'absorption de l'énergie solaire (récepteur) et la réaction thermochimique ont lieu au sein du même réacteur. Deux réacteurs solaires identiques sont utilisés en parallèle pour effec-

Mini-raffinerie solaire pour la production de combustibles solaires à partir d'air et d'énergie solaire sur le toit de l'EPFZ (source: EPFZ).



En 2019, l'EPFZ a pu démontrer pour la première fois la production de combustibles liquides solaires à base d'eau et de dioxyde de carbone extraits de l'air et utilisant l'énergie solaire concentrée. La technologie développée à l'EPFZ a été démontrée à la fois dans une mini-raffinerie directement sur le toit de l'EPFZ et à plus grande échelle sur une tour solaire à Madrid dans le cadre d'un projet de l'UE. Les carburants liquides renouvelables sont particulièrement importants pour le trafic aérien, où il existe peu ou pas d'alternatives techniques (graphique selon EPFZ-PREC).

tuer les deux réactions – la réduction solaire et l'oxydation non solaire – en alternance.

Deux spin-offs de l'EPFZ ont émergé du groupe de recherche d'Aldo Steinfeld: Climeworks et Synhelion. Ces dernières années, Climeworks a développé avec succès un produit pour capturer le CO₂ de l'air comme décrit ci-dessus. Synhelion travaille à la mise sur le marché de la technologie pour la production de combustibles solaires. Pour mettre en œuvre ce processus, l'approche de Synhelion consiste à séparer l'absorption de l'énergie solaire, le stockage de

la chaleur à haute température et la réaction thermochimique afin d'optimiser le rendement global. Dans un absorbeur solaire haute température nouvellement développé, le principe de «l'effet de serre» est exploité: le volume de gaz dans une cavité absorbe la réflexion thermique de la plaque noire chauffée par le rayonnement solaire concentré et est ainsi fortement chauffé. Le gaz (vapeur ou CO₂ par exemple) sert de caloporteur et, couplé à une unité de stockage thermique, fournit en continu l'énergie thermique nécessaire à la décomposition thermochimique du CO₂ et du H₂O dans un réacteur non solaire.

Après que ce nouveau concept d'absorbeur a été étudié intensivement de manière théorique avec des chercheurs de la Haute école spécialisée la Suisse italienne (SUPSI), un premier réacteur pilote à l'échelle de 200 kW a été testé avec succès en 2019 sur le simulateur solaire de 300 kW du Centre allemand pour l'aéronautique et l'astronautique (DLR). En utilisant la vapeur comme gaz absorbant, des températures supérieures à 1550 °C sont atteintes.



Nouveau concept d'absorbeur solaire de Synhelion avec transfert de rayonnement vers le gaz caloporteur (graphique d'après Synhelion). Un réacteur pilote de 200 kW (source: Synhelion) a été testé avec succès en 2019 sur le simulateur solaire de 300 kW du Centre allemand pour l'aéronautique et l'astronautique (DLR) (à droite, source: DLR/M. Hauschild) et des températures supérieures à 1550 °C sont atteintes.

