

V. Rapport du lot de travail no. 5

Analyse de l'acceptation des technologies innovantes

Membres :

Leonie Wagner, KIT-DFIU

Dr. Daniel Slood, KIT-DFIU

Dr. Kristin Limbach, KIT-DFIU

Dr. Nora Baumgartner, KIT-DFIU

Stephanie Stumpf, KIT-DFIU

Prof. Dr. Wolf Fichtner, KIT-DFIU

V.1. Contexte et objectif

Le projet CO2InnO examine différentes mesures visant à rendre la région du Rhin supérieur neutre en CO₂. Il se concentre en particulier sur la recherche technique relative aux centrales de cogénération à hydrogène dans les bâtiments communaux et sur l'analyse des infrastructures publiques de recharge électrique. Au-delà des analyses techniques et économiques, le projet se veut un laboratoire réel à caractère participatif : les perspectives des différentes parties prenantes sur les technologies doivent ainsi être particulièrement intégrées dans la recherche. Le lot de travail 5 tient compte de cette perspective de manière particulière grâce à une recherche intégrative et complémentaire sur l'acceptation.

L'objectif du lot de travail est, premièrement, d'étudier les facteurs d'acceptation, tels que les moteurs et les obstacles pertinents, à l'aide d'analyses empiriques. Deuxièmement, il s'agit d'en déduire des recommandations d'action susceptibles de favoriser un déploiement efficace des technologies au sein de la population. Les analyses sont comparatives pour l'Allemagne et la France. La recherche menée dans le cadre de ce lot de travail est innovante et intégrative, car elle associe la recherche sur l'acceptation décrite ci-dessus à un processus de co-crédation. Concrètement, les résultats des analyses d'acceptation sont intégrés dans des ateliers de co-crédation. À l'inverse, les connaissances acquises lors des ateliers de co-crédation sont réutilisées dans les analyses empiriques d'acceptation. D'autres discussions d'experts sur les aspects technico-économiques et socio-techniques des technologies étudiées enrichissent les recherches en étant également intégrées dans la recherche sur l'acceptation et les ateliers de co-crédation.

L'étude de l'acceptation sociale des nouvelles technologies est d'une grande importance pour la mise en œuvre réussie de ces technologies. Les études d'acceptation se déroulent souvent à plusieurs niveaux. D'une part, il s'agit d'analyser l'acceptation sociopolitique, qui examine le soutien ou le rejet global d'une (nouvelle) technologie par la société. Les facteurs influençant l'acceptation, tels que les risques, les coûts ou les avantages subjectivement perçus d'une technologie, sont particulièrement importants à cet égard. En revanche, la dimension de l'acceptation locale ne se concentre pas sur l'acceptation d'une technologie en soi, mais sur des projets de mise en œuvre concrets dans le contexte local. À cet égard, il est par exemple pertinent de savoir où des projets technologiques concrets sont mis en œuvre localement, comment la population locale est concernée et comment les coûts de mise en œuvre sont répartis. L'étude de ces dimensions permet d'évaluer le potentiel réaliste de certaines technologies ou de certains projets et d'identifier les obstacles sociaux et les facteurs favorisant l'acceptation. Elle permet également de définir des mesures favorisant l'acceptation. Le lot de travail 5 se concentre sur deux technologies qui se distinguent par leurs caractéristiques en termes d'acceptation sociale par le public : les centrales de cogénération à hydrogène et les bornes de recharge publiques. Les bornes de recharge publiques sont la

plus établie des deux technologies et bénéficient d'une notoriété relativement élevée en raison de leur visibilité. Jusqu'à présent, les bornes de recharge publiques ne jouent pas un rôle important dans la recherche sur l'acceptation (voir par exemple Sun et al., 2016), ce qui pourrait s'expliquer par le fait qu'elles ne font guère l'objet de controverses dans le débat public et qu'elles présentent des risques relativement faibles. Cependant, compte tenu de la pénurie de places de stationnement dans les zones urbaines et de l'extension prévue de l'infrastructure de recharge, il est concevable qu'à l'avenir, les conflits entre les propriétaires de voitures électriques et les propriétaires de véhicules à combustion interne se multiplient, ce qui constitue une lacune dans la recherche en raison du manque d'études sur l'acceptation des projets de construction nécessaires. Seuls Morton et al. (2025) ont étudié l'acceptation des projets d'infrastructure de recharge publique et ont identifié la confiance dans l'industrie, la sensibilisation aux problèmes environnementaux et les interventions visant à renforcer la perception de l'efficacité comme des facteurs pertinents favorisant l'acceptation.

Les coûts encourus et, en particulier, la manière dont ils sont répartis entre les différentes parties prenantes (par exemple, les utilisateurs, les exploitants, les collectivités publiques) constituent un facteur pertinent pour l'acceptation sociale. Les travaux empiriques réalisés jusqu'à présent montrent que les utilisateurs de voitures électriques sont peu disposés à payer pour les infrastructures publiques de recharge (Globisch et al., 2019). Ce lot de travaux examine donc, entre autres, dans quelle mesure l'acceptation publique des nouveaux points de recharge publics dépend de la répartition des coûts entre les différents utilisateurs ou du financement par le budget public.

Les centrales de cogénération à hydrogène représentent une technologie plus récente que les points de recharge électriques publics, qui est encore largement méconnue du grand public. En conséquence, leur acceptation est également relativement peu étudiée. Dans la région du Rhin supérieur, il n'existe à ce jour que peu de projets pilotes permettant d'analyser l'acceptation réelle, ce qui rend nécessaire le recours à l'analyse de l'acceptation hypothétique pour les études à grande échelle. Des conclusions possibles sur le potentiel d'acceptation peuvent également être tirées à partir de technologies hydrogènes comparables. Schönauer et Glanz (2022), par exemple, ont étudié l'acceptation sociopolitique et locale des infrastructures hydrogène et ont constaté un potentiel d'acceptation généralement élevé. Huijts et al. (2014) étudient également les facteurs qui influencent l'acceptation publique des stations-service hydrogène aux Pays-Bas. Dans le cas des centrales de cogénération à hydrogène, outre l'acceptation générale, la question de la participation à la mise en œuvre des projets joue également un rôle décisif. Ce lot de travail aborde donc à la fois la question de l'acceptation sociale et ses facteurs d'influence. En outre, les différentes parties prenantes nécessaires à la mise en œuvre sont analysées de manière plus approfondie et l'implication du public dans les projets locaux de cogénération à hydrogène est examinée. On peut également supposer que

l'acceptation des technologies de l'hydrogène (par exemple par rapport à l'infrastructure de recharge électrique) dépend de facteurs d'influence complexes. Ainsi, outre les questions de financement ou de répartition des coûts, les risques perçus comme fondamentaux liés à l'hydrogène en tant que source d'énergie, tels que les préoccupations en matière de sécurité, la disponibilité de la production régionale ou nationale et la dépendance vis-à-vis des importations, peuvent également jouer un rôle. Étant donné que ces facteurs peuvent également avoir un impact en aval sur l'acceptation publique d'applications concrètes telles que les centrales de cogénération à hydrogène, ils sont également abordés dans ce lot de travail.

Les études menées dans le cadre de ce lot de travail utilisent un large éventail de méthodes afin d'aborder les questions d'acceptation et de participation publique sous le plus grand nombre de perspectives possible. Ces méthodes vont de l'analyse de la littérature et de l'étude de projets pilotes existants comme exemples de bonnes pratiques (y compris des entretiens qualitatifs avec des experts) à des enquêtes quantitatives auprès d'experts et à de grandes enquêtes représentatives auprès du grand public. Ces méthodes sont expliquées plus en détail dans la section suivante.

V.2. Méthodes et matériel

V.2.1. Revue de la littérature et identification d'exemples de bonnes pratiques

Dans un premier temps, une recherche documentaire a permis de rassembler les résultats théoriques existants sur l'acceptation des énergies innovantes. Une revue de la littérature a été réalisée afin de rassembler les connaissances existantes sur les procédures, les méthodes, les théories et les aspects favorisant ou réduisant l'acceptation. Les études ont été identifiées à l'aide d'une recherche systématique dans un moteur de recherche scientifique. Les aspects pertinents pour la classification des études, tels que les auteurs, l'année de publication, la discipline de recherche, l'objectif et les questions, les théories, la conception, la collecte et l'analyse des données et les technologies considérées, ont été compilés dans un tableau. En outre, les résultats des études concernant l'acceptation, la légitimité, l'équité, la résistance, la confiance, *l'attachement au lieu* (liens émotionnels ou psychologiques à un lieu particulier), les obstacles, les opportunités et les recommandations politiques ont été résumés et les meilleures pratiques mentionnées ont été compilées.

Ces résultats ont été complétés par un aperçu des exemples actuels de bonnes pratiques des technologies étudiées dans le cadre de CO2InnO en Allemagne et en France. De la littérature grise et des supports de communication publique (par exemple, des sites Internet) ont également été utilisés afin d'obtenir une image complète des bonnes pratiques.

Intégration de l'état actuel de la science dans le processus participatif

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour alimenter le processus participatif. Au sein du projet, les résultats des premières mesures ont été présentés lors de tables rondes avec les partenaires du projet, et ont été consignés dans des procès-verbaux.

V.2.2. Le processus de co-crédation a été organiséd en collaboration avec d'autres partenaires du projet. L'échange des résultats avec des participants externes a été réalisd au moyen d'enquêtes et d'ateliers.

L'enquête menée auprs d'experts lors du sommet europden sur l'hydrogène à Strasbourg a remplacd le premier atelier de coproduction. Le sommet sur l'hydrogène a permis d'atteindre un échantillon d'experts plus large et plus international que cela n'aurait été possible avec un atelier classique. Alors que la plupart des études portant sur les opinions d'experts portent sur de petits échantillons (par exemple, dans le cadre d'entretiens individuels ou de groupes de discussion) (par exemple Barth et al., 2016 ; Hasankhani et al., 2024), cet événement a permis de recueillir suffisamment de réponses pour étudier quantitativement les distributions et les corrélations. Cette collecte d'informations sur l'acceptation parmi les experts est décrite dans la section « Études d'acceptation basées sur des questionnaires ».

Les ateliers ont été organisés afin de communiquer les résultats des mesures du projet achevées aux personnes intéressées du grand public et aux parties prenantes, et d'intégrer leurs points de vue dans les mesures ultérieures. Les ateliers comprenaient des contributions des partenaires du projet pour informer sur les technologies et les possibilités d'application, ainsi que des discussions animées et un questionnaire préalable et postérieur sur le niveau de connaissances. Les comptes rendus des discussions et l'évaluation du niveau de connaissances ont été intégrés dans le guide.

V.2.3.

Entretiens guidés

Les personnes interrogées identifiées dans l'aperçu des exemples de bonnes pratiques ont été sollicitées pour participer à des entretiens dans le cadre d'une enquête auprs d'experts. En raison du nombre déjà limité de projets éligibles et du faible écho rencontré, il s'est avéré difficile de trouver des personnes disposées à participer à des entretiens et, au final, seuls trois entretiens ont pu être réalisés. C'est pourquoi les conclusions tirées de ces entretiens ont été intégrées à celles issues d'autres méthodes.

Une méthode semi-structurée a été choisie pour mener les entretiens, les questions et les éventuelles demandes de précisions étant définies à l'avance dans un guide spécialement élaboré à cet effet et pouvant être répondues librement. Lors de la préparation du guide, les conclusions déjà tirées d'actions antérieures ont été prises en compte pour le choix du contenu des questions, ainsi que les recommandations méthodologiques issues d'études empiriques.

Note d'orientation

Une note d'orientation est un document d'information succinct qui fournit des recommandations politiques sur la base de travaux scientifiques, par exemple empiriques.

Pour le lot de travail 5, une note d'orientation sur les centrales de cogénération à hydrogène au niveau des quartiers a été rédigée sur la base des résultats des quatre premières mesures.

V.2.4.

À cette fin, les conclusions tirées de la recherche documentaire, des tables rondes et des entretiens ont été mises en relation avec les exemples de bonnes pratiques identifiés. L'objectif était de rassembler des conclusions pertinentes pour la recherche sur l'acceptation de cette technologie qui n'est pas encore établie.

Outre une description sommaire des meilleures pratiques en matière de mise en œuvre technique, la note d'orientation s'est particulièrement concentrée sur le rôle des différents acteurs nécessaires à la mise en œuvre réussie des centrales de cogénération à hydrogène. L'université de Kehl y a ajouté des informations sur les dispositions légales applicables et les procédures de participation. Les informations regroupées ont également été compilées sous forme abrégée dans un dépliant qui a servi de résultat de la mesure 5.2. En outre, les informations présentées dans la note d'orientation, associées aux résultats des études d'acceptation basées sur des questionnaires, constituent la base du guide qui est le résultat de la mesure 5.8.

V.2.5.

Études d'acceptation basées sur des questionnaires

Dans le cadre de ce lot de travail, deux études d'acceptation basées sur des questionnaires ont été utilisées comme méthode d'enquête quantitative. Grâce à des formats de réponse à plusieurs niveaux, des valeurs numériques peuvent être attribuées aux réponses enregistrées, ce qui permet de quantifier, par exemple, le degré d'approbation. Sur l'ensemble de l'échantillon, la distribution permet de tirer des conclusions sur l'opinion générale. Dans le contexte des énergies renouvelables, cela permet par exemple de saisir la moyenne et la dispersion des opinions sur les technologies, les projets de construction, les stratégies d'importation, etc.

En outre, ce type de collecte de données permet d'étudier la relation entre différents concepts et peut ainsi confirmer les résultats de recherches existantes ou produire de nouveaux résultats. Les études quantitatives sur l'acceptation constituent ainsi un complément important aux études qualitatives et à l'analyse des exemples de bonnes pratiques décrits ci-dessus. Elles ont une portée plus large, ce qui permet de tirer des conclusions plus générales sur les facteurs d'acceptation. En particulier, ces études permettent également une comparaison directe entre l'Allemagne et la France, ce qui est essentiel pour formuler des recommandations d'action pour la région du Rhin supérieur.

Pour ce lot de travail, des questionnaires sur l'acceptation des technologies concernées ont été utilisés dans le cadre de deux mesures. Dans le cadre du processus de co-création, une

enquête auprès d'experts a été menée auprès des participants au sommet sur l'hydrogène. Cet échantillonnage se concentre sur le point de vue des personnes responsables de la mise en œuvre technique et politique des technologies de l'hydrogène afin de pouvoir analyser le potentiel perçu de l'hydrogène pour la transition énergétique du point de vue des experts. Les évaluations de $n = 43$ personnes originaires d'Allemagne, de France et de Suisse, travaillant principalement dans la politique, l'administration ou l'industrie, ont été recueillies. Concrètement, ces personnes ont été interrogées sur le potentiel de l'hydrogène dans différents domaines d'application et en tant que source d'énergie dans les ménages privés et les communes, sur les voies de transport et les formes de production. Les résultats ont été évalués graphiquement et séparément par pays.

Pour les mesures 5.5 et 5.6, une étude représentative de la population a été menée en Allemagne et en France. Dans cette étude, un questionnaire en ligne a permis de recenser les facteurs susceptibles d'influencer l'acceptation locale des structures énergétiques décentralisées. À cette fin, un protocole expérimental a été conçu, dans lequel les participants ont reçu un court texte sur l'infrastructure des bornes de recharge électriques et un court texte sur la centrale de cogénération à hydrogène, mentionnant l'une des deux formes de financement possibles. Alors que le scénario général décrivait toujours la mise en place d'une infrastructure énergétique dans le quartier résidentiel, les textes destinés à un groupe précisait que celle-ci devait être financée par les utilisateurs des bornes de recharge ou d'un bâtiment communal, tandis que ceux destinés à l'autre groupe indiquaient que les infrastructures énergétiques devaient être financées par les impôts communaux.

L'acceptation et les concepts qui, selon la littérature spécialisée, y sont liés ont ensuite été évalués. Cela permet de comparer les convictions et les attitudes pertinentes entre les deux technologies et les deux formes de financement. Les concepts utilisés ont été tirés de la littérature spécialisée ou adaptés au contexte des centrales de cogénération à hydrogène ou des bornes de recharge.

La représentativité de la population a été garantie par un échantillon suffisamment large avec un quota de caractéristiques représentatives. À cette fin, la répartition des caractéristiques suivantes : sexe, âge, niveau d'éducation et revenu dans la population allemande et française a été déterminée et sélectionnée de la même manière dans l'enquête. Compte tenu de la faible prévalence des propriétaires de voitures électriques en Allemagne et en France, la proportion de propriétaires de voitures électriques a été suréchantillonnée afin de permettre une comparaison de l'acceptation entre les personnes qui possèdent une voiture électrique et celles qui n'en possèdent pas.

Après nettoyage de l'ensemble de données, il restait $n = 1603$ personnes. La répartition de l'échantillon est présentée dans la figure 1. Les résultats ont été évalués graphiquement et séparément pour chaque pays.

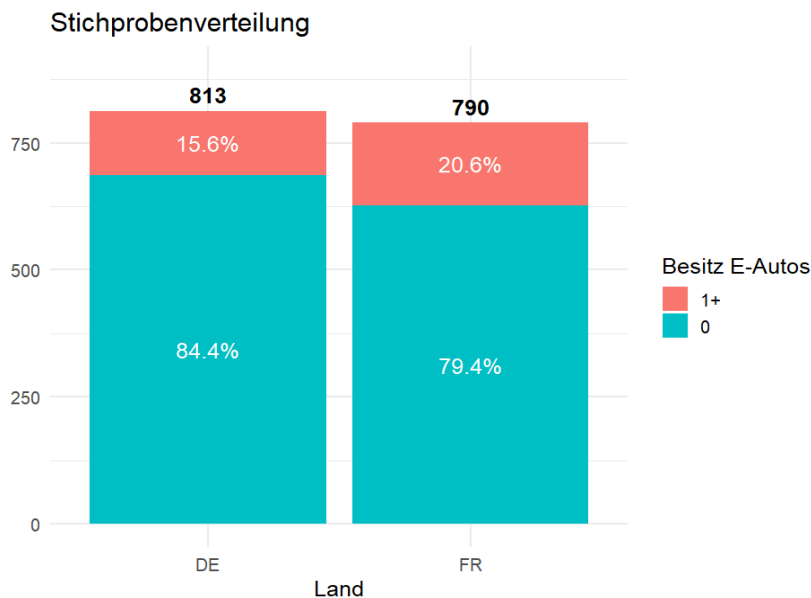


Figure V-1: répartition de l'échantillon de l'enquête d'acceptation représentative de la population par pays et par possession d'une voiture électrique

V.3. Résultats

Projets pilotes de technologies énergétiques décentralisées

V.3.1.

Dans l'analyse documentaire, des études de cas, des revues et des études empiriques sur l'hydrogène et les bornes de recharge électriques ont été identifiées comme des résultats de recherche pertinents. Le nombre d'études pertinentes sur les bornes de recharge électriques était toutefois inférieur à celui des études sur les centrales de cogénération à hydrogène. Cela s'explique peut-être par le fait que ce sont principalement les voitures électriques et leurs caractéristiques (telles que l'autonomie ou la durée de recharge) qui font l'objet du débat public, mais qu'il y a moins d'éléments indiquant que les bornes de recharge elles-mêmes sont considérées comme particulièrement controversées.

Les facteurs influençant l'acceptation de l'hydrogène par les publics cités sont, par exemple, les connaissances, les coûts perçus, les avantages et les risques. Les variables sociodémographiques, le niveau de connaissances, les valeurs, la confiance dans les entreprises et les gouvernements, la perception des avantages (par exemple pour l'environnement, la communauté), les risques, les coûts et l'équité (distributive, procédurale) ainsi que les facteurs locaux (par exemple la distance, l'attachement au lieu) ont été identifiés comme des obstacles et des opportunités. Ces variables ont eu une influence directe sur l'acceptation et se sont également influencées mutuellement. La connaissance de la technologie et la perception des effets sur l'environnement et le climat se sont notamment révélées être des facteurs d'influence centraux. En ce qui concerne l'acceptabilité des bornes de recharge, les avantages perçus et la confiance dans l'industrie ont été identifiés comme

des facteurs d'influence, mais le nombre limité d'études dans ce domaine ne permet pas de tirer des conclusions comparatives sur l'importance de certains facteurs.

Pour les exemples de bonnes pratiques, des projets liés à l'hydrogène ont été identifiés au niveau des quartiers, dont dix en Allemagne et deux en France. Alors que les projets français étaient plutôt à vocation industrielle, les projets allemands ont été conçus pour approvisionner de nouveaux quartiers en énergie durable ou pour réapprovisionner des quartiers existants. Tous les projets visaient la décarbonisation ou la neutralité climatique de l'approvisionnement énergétique, les initiateurs étant des instituts de recherche, des communes et des entreprises. Les besoins énergétiques variaient considérablement en fonction du contexte et de la zone d'approvisionnement visée.

La première mesure a donné lieu à la rédaction d'un rapport présentant les résultats de la recherche documentaire et les exemples de bonnes pratiques. Un aperçu des exemples de bonnes pratiques est présenté dans le Tableau V-1.

Tableau V-1: aperçu des projets pilotes de centrales de cogénération à hydrogène en Allemagne

Nom	Durée	Type de quartier
H2 Hanse	n.a.	Appartements existants
Centrale énergétique de Vonovia OpenDistrictHub	13 ans	Logements existants
Quartier Brucklyn	Depuis 2019	Nouvelle construction
Pioneer Park Hanau	Depuis 2015	Nouvelle construction
Green Hydrogen Esslingen	Depuis 2011	Rénovation, nouvelle construction
Quartier urbain 2050 - Relever les défis ensemble	Depuis 2011	Rénovation, nouvelle construction
QUARREE100	Depuis 2016	Logements existants et nouvelles constructions
ENaQ Quartier énergétique	Depuis 2011	Rénovation et nouvelle construction
Quartier Hugos	Depuis 2021	Nouvelle construction
H2 Revier	Rejeté	Nouvelle construction
HYFLEXPOWER	Quatre ans	Transformation
Moulin environnement	Depuis 2022	Transformation

Des entretiens guidés ont été menés avec trois personnes ayant mis en œuvre des exemples de bonnes pratiques. Ces entretiens ont porté sur la raison d'être des projets, les considérations économiques et techniques, ainsi que les obstacles et les opportunités liés à leur mise en œuvre. Les objectifs communaux ou entrepreneuriaux de la mise en œuvre ont par exemple été abordés, tout comme l'intégration dans la transition énergétique. En ce qui concerne la technologie et la rentabilité, les besoins en espace, les besoins énergétiques, les coûts d'exploitation et l'intégration avec d'autres technologies ont été expliqués. En ce qui concerne les obstacles et les opportunités, les discussions ont notamment porté sur les obstacles bureaucratiques et de planification, ainsi que sur les facteurs qui augmentent ou

diminuent l'acceptation par la population. L'octroi de subventions et la communication sur le projet, par exemple sous la forme de procédures de participation citoyenne, ont été fréquemment mentionnés.

Ces premiers résultats sur les exemples de bonnes pratiques ont été discutés lors de cinq tables rondes avec les participants au projet, toutes institutions confondues. Pendant plusieurs mois, les tables rondes ont été organisées par différents organisateurs à différents endroits, en partie en ligne. Ces discussions ont porté sur l'obtention de résultats, les méthodes, les résultats obtenus jusqu'à présent, ainsi que sur le complément des potentiels des partenaires du projet et l'échange organisationnel. Les rapports des procès-verbaux constituent le résultat de la troisième mesure.

En outre, les résultats des tables rondes, ainsi que ceux des recherches documentaires et des entretiens, ont servi de base à la note d'orientation, résultat de la quatrième mesure. Celle-ci a notamment mis en lumière le contexte et la combinaison de technologies des projets pilotes identifiés. Les technologies énergétiques utilisées en combinaison avec une centrale de cogénération à hydrogène sont présentées dans la Figure V-2.

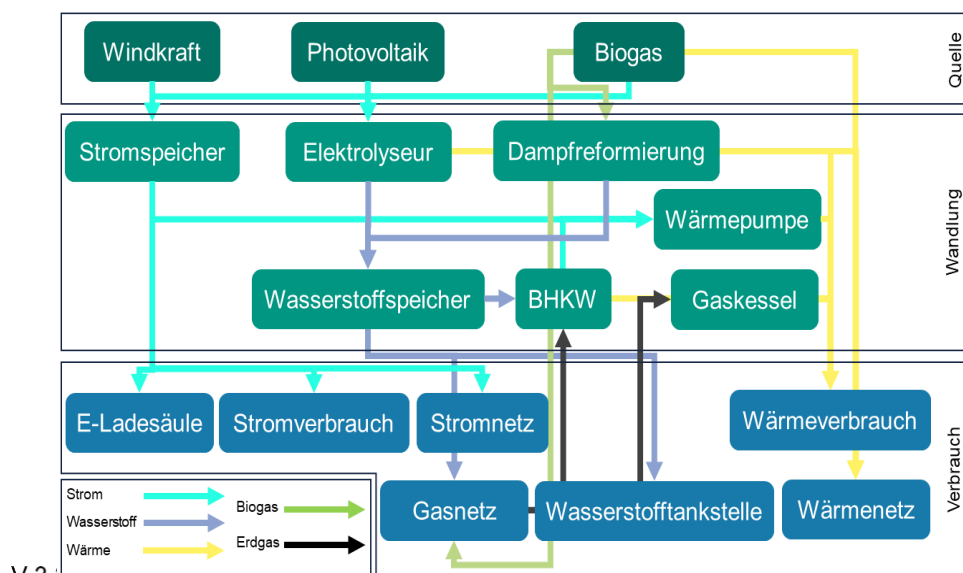


Figure V-2: combinaison de technologies en relation avec une centrale de cogénération à hydrogène

Parties prenantes et processus participatifs

L'analyse réalisée avec l'université de Kehl a permis d'identifier de nombreuses parties prenantes qui peuvent être classées en cinq phases (mise en œuvre, planification, financement, autorisation, participation), certaines parties prenantes pouvant jouer un rôle dans plusieurs phases. Ceci est illustré dans la Figure V-3.

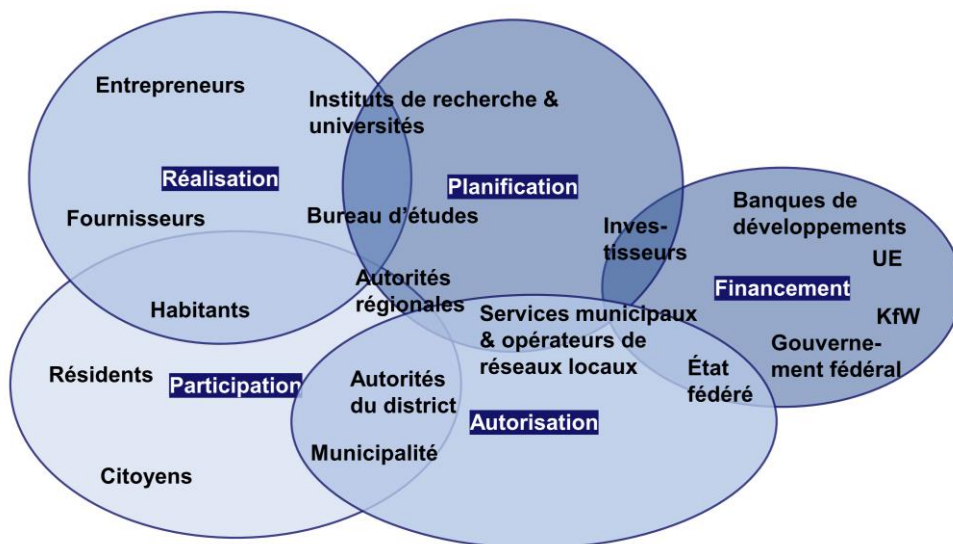


Figure V-3: aperçu des acteurs concernés par la transition énergétique

En outre, des informations ont été compilées sur les formats de participation informels et formels en général et en particulier pour les projets pilotes pertinents dans le domaine de l'hydrogène. Cela comprenait les formats possibles et leur pertinence pour le déroulement du projet.

À cela s'ajoutaient les aspects juridiques de ces formes de participation, avec une explication des lois applicables. Il convient ici de souligner en particulier la conclusion relative à la construction de centrales de cogénération fonctionnant à l'hydrogène, qui résume les législations pertinentes énumérées dans la loi sur la planification thermique.

En outre, les informations compilées en collaboration avec la HS Kehl comprennent également des aspects financiers, un aperçu des enseignements tirés de projets concrets et une conclusion générale sur la mise en œuvre d'une centrale de cogénération fonctionnant à l'hydrogène. Ces résultats ont été intégrés dans le dépliant (résultat de la deuxième mesure) avec les conclusions du document d'orientation sur les projets pilotes.

Lors des ateliers de coproduction organisés, les connaissances subjectives sur l'hydrogène ont été jugées faibles au préalable, comme on pouvait s'y attendre au vu des résultats concernant le niveau de connaissances de la population. À la suite des contributions et des tables rondes des ateliers, les connaissances auto-évaluées ont augmenté. Les tables rondes ont mis l'accent sur la pertinence pour la transition énergétique, les participants soulignant également que les stratégies de production et d'importation doivent être choisies de manière à éviter une augmentation drastique du coût de l'approvisionnement énergétique au détriment des groupes à faibles revenus.

En outre, les conclusions relatives aux parties prenantes, aux aspects participatifs et juridiques, ainsi que les conclusions tirées des enquêtes menées auprès d'experts et de la

population (voir sections suivantes) et des ateliers de coproduction, constituent la base du guide (résultat de la huitième mesure).

Analyse du potentiel sur la base des avis d'experts

Afin de réaliser une analyse du potentiel de l'hydrogène en tant que technologie énergétique du point de vue des experts, les données collectées ont d'abord été analysées en fonction de l'accord ou du désaccord, séparément par question et par pays. Enfin, les liens entre les différents aspects ont également été examinés.

Les experts de tous les pays étudiés ont estimé que le potentiel de l'hydrogène était élevé pour les processus industriels et la mobilité lourde, mais faible pour la mobilité individuelle et la production de chaleur. Les chances de couvrir les besoins énergétiques des ménages privés et des communes grâce à l'hydrogène ont été jugées plutôt faibles.

En ce qui concerne les lieux et les modes de production de l'hydrogène, les personnes interrogées ont estimé que la part de l'hydrogène transporté par pipeline en Europe dépassait celle transportée par camion, bateau ou train. Pour les importations en provenance de pays non européens, le transport par pipeline ou par véhicule a été jugé d'importance similaire. Il existait des différences notables entre les pays dans l'évaluation de la quantité d'hydrogène pouvant être produite au niveau national ou en Europe et de la quantité importée de l'extérieur de l'Europe. Les personnes interrogées en France ont estimé que la part européenne et la part de la production nationale seraient plus élevées.

La production d'hydrogène à partir d'énergies renouvelables a été jugée acceptable dans l'ensemble. Les formes de production à partir de gaz naturel ont été jugées moins acceptables, sans différence notable entre l'hydrogène produit à partir de gaz naturel en général et l'hydrogène produit à partir de gaz naturel en combinaison avec le CSC, qui ont été jugés plutôt inacceptables ou inacceptables. Cela s'explique peut-être par le fait que de nombreux participants ont indiqué, en particulier pour l'hydrogène issu du gaz naturel associé au CSC, qu'aucune stratégie concrète n'était encore connue pour mettre en œuvre cette technologie. L'hydrogène issu de l'énergie nucléaire a été jugé plus acceptable par les participants français que par les participants des deux autres pays.

Il n'y avait aucun lien entre une meilleure évaluation de la production nationale et une meilleure évaluation de la couverture des besoins énergétiques. Le groupe de personnes qui ont jugé l'hydrogène issu de l'énergie nucléaire plus acceptable a estimé que la part de la production nationale était plus élevée que celui qui a jugé cette forme de production (plutôt) inacceptable. L'importance croissante de l'indépendance énergétique peut avoir un impact sur l'acceptation de ces formes de production qui augmentent la part de production dans le pays.

Dans l'ensemble, les experts ont estimé que le potentiel de l'hydrogène pour l'approvisionnement énergétique municipal (qui est au centre des préoccupations de CO2InnO) était plutôt faible. Cela pourrait être lié à l'évaluation des possibilités

d'approvisionnement en hydrogène par la production nationale ou européenne et à l'acceptabilité des différentes formes de production d'énergie. Des résultats et des Figures plus détaillés sont disponibles en annexe. Avec les rapports des autres ateliers de coproduction, ils constituent le résultat de la septième mesure et une base essentielle pour le guide.

Acceptation des centrales de cogénération à hydrogène et des infrastructures de bornes de recharge électrique par la population

V.3.4. Le questionnaire en allemand et en français constitue la base de l'enquête en ligne et le résultat de la cinquième mesure. Spécialement développé pour ce contexte, le questionnaire comprend au total quatre vignettes (de brèves descriptions variées pour deux technologies et deux formes de financement) ainsi que neuf questions sociodémographiques et quatorze échelles pour évaluer l'acceptation et les facteurs d'influence.

Les résultats présentés ci-dessous décrivent les différences descriptives dans la valeur moyenne de l'accord entre les deux pays. Des conclusions plus détaillées sur les différences statistiquement significatives dans les résultats de l'enquête peuvent être tirées sur la base de l'affiche qui constitue le résultat de la sixième mesure.

V.3.5. Comparaison entre les pays en matière de perception des technologies

Avant la présentation des vignettes, les participants ont été interrogés sur leur évaluation subjective de leurs propres connaissances sur la technologie décrite ci-dessous, à savoir l'hydrogène comme source d'énergie et l'électricité pour l'électrification de diverses applications énergétiques. Tant en ce qui concerne les bornes de recharge électriques que les centrales de cogénération à hydrogène, les personnes interrogées en France ont déclaré avoir des connaissances subjectives plus élevées que les personnes interrogées en Allemagne.

L'évaluation de l'installation de bornes de recharge électriques s'est avérée plus positive en France qu'en Allemagne pour plusieurs facteurs. Les personnes interrogées en France ont déclaré trouver la mise en œuvre plus acceptable. À la question de savoir comment elles réagiraient à une mise en œuvre prévue, la polarisation était plus forte en France, les personnes interrogées ayant déclaré en moyenne une intention de soutien et une intention de protestation plus fortes que les personnes interrogées en Allemagne. La volonté de participer à un processus de participation citoyenne était similaire en France. En outre, les personnes interrogées en France étaient plus nombreuses que celles en Allemagne à déclarer utiliser déjà des bornes de recharge et vouloir les utiliser à l'avenir (après la mise en œuvre de la mesure).

Les personnes interrogées en France ont déclaré percevoir la mise en œuvre comme plus efficace que celles interrogées en Allemagne en termes d'impact social, économique et environnemental. Dans le même temps, les personnes interrogées en France ont également

déclaré que la mise en œuvre de l' s bornes de recharge électriques était considérée comme plus risquée en termes d'impact que celles interrogées en Allemagne.

En ce qui concerne la perception de l'équité, les personnes interrogées en France ont déclaré que la mise en œuvre entraînerait une amélioration pour différents groupes par rapport à la situation antérieure, mais elles ont également déclaré percevoir un peu moins d'inconvénients pour les groupes défavorisés que les personnes interrogées en Allemagne. Les attentes à l'égard du processus de participation citoyenne (équité procédurale) ont également été évaluées de manière un peu plus positive.

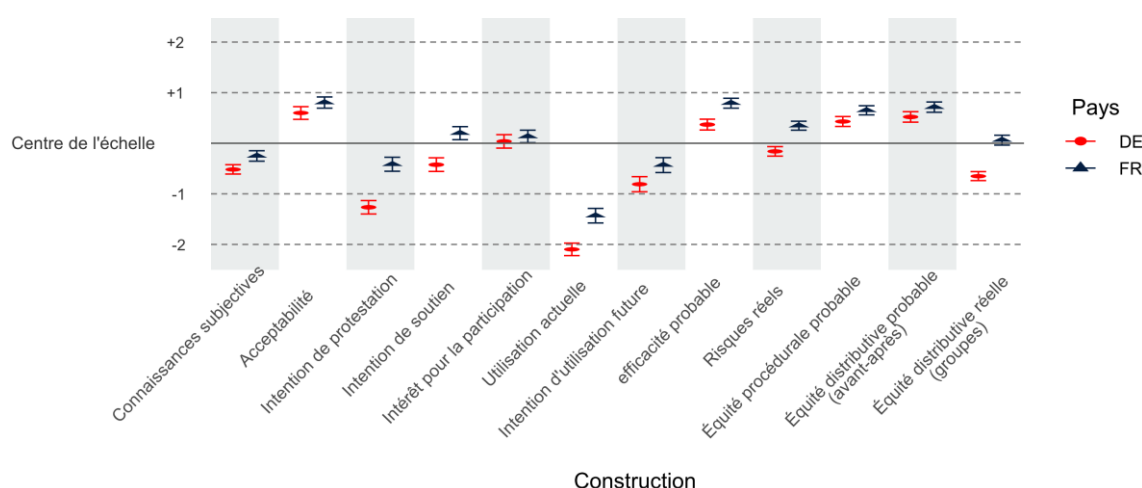


Figure V-4: Perception des bornes de recharge électriques en Allemagne et en France

La mise en place de la centrale hydrogène a également été jugée plus favorablement en France qu'en Allemagne, les différences étant toutefois moins marquées que pour les bornes de recharge. L'acceptabilité et la disposition à participer à un processus de participation citoyenne ont été évaluées de manière similaire par les personnes interrogées dans les deux pays. Pour cette mesure également, les personnes interrogées en France ont déclaré être plutôt disposées à participer à des actions de soutien et à des actions de protestation. Même si les personnes interrogées en Allemagne étaient plus nombreuses que celles en France à déclarer déjà utiliser le bâtiment communal, l'intérêt à l'utiliser à l'avenir (après la mise en œuvre de la mesure) était le même.

Les personnes interrogées en France ont déclaré percevoir cette mesure comme plus efficace que celles interrogées en Allemagne en termes d'impact social, économique et environnemental. De même, les personnes interrogées en France ont déclaré percevoir les conséquences de la mise en œuvre de la centrale de cogénération à hydrogène comme plus risquées que celles interrogées en Allemagne.

En termes d'équité perçue, les personnes interrogées françaises ont déclaré que cette mesure entraînerait une amélioration pour différents groupes par rapport à la situation antérieure et qu'elles voyaient moins d'inconvénients pour les groupes défavorisés que les personnes

interrogées allemandes. Les attentes à l'égard du processus de participation citoyenne (équité procédurale) ont également été évaluées de manière légèrement plus positive.

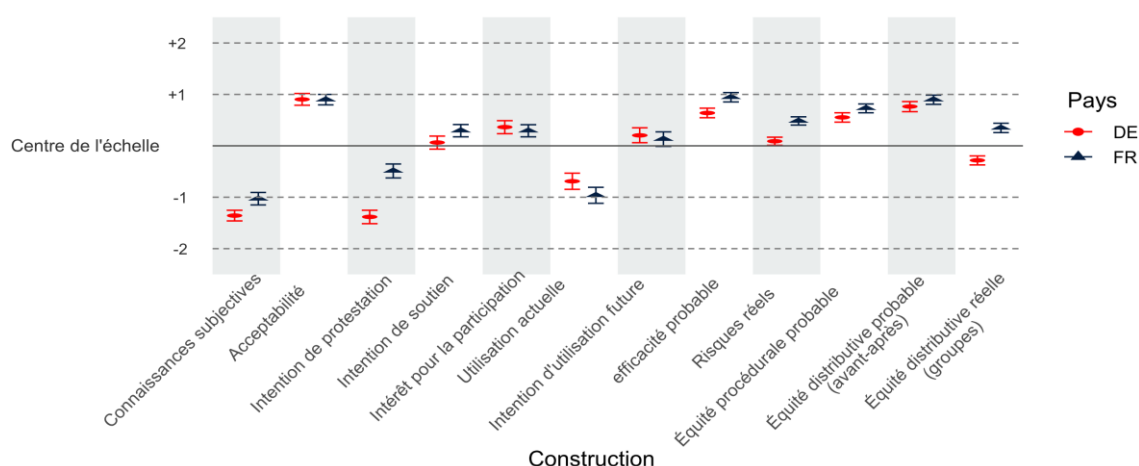


Figure V-5: Perception des centrales de cogénération à hydrogène en Allemagne et en France

Ces résultats ont été observés indépendamment du mode de financement, le financement par des fonds communaux étant perçu plus positivement dans les deux pays pour les deux technologies. Cet effet était plus marqué en Allemagne qu'en France.

V.3.5.1. Comparaison des technologies

La comparaison des technologies a montré que, dans les deux pays, la centrale de cogénération à hydrogène était en moyenne légèrement mieux notée que les bornes de recharge électriques en termes d'acceptabilité, d'intentions d'action, d'intentions d'utilisation, d'efficacité perçue et d'équité perçue. Seuls les risques liés à la centrale de cogénération à hydrogène étaient perçus comme légèrement plus élevés. Cependant, les connaissances subjectives sur l'hydrogène ont été jugées a priori moins bonnes que celles sur l'électricité dans les deux pays. Contrairement aux conclusions tirées de la littérature, le niveau de connaissances et la perception des risques n'ont donc pas constitué ici un obstacle à l'acceptation. Cela pourrait s'expliquer par la conception de la recherche, qui consistait à décrire des vignettes illustrant des scénarios possibles dans le propre environnement résidentiel des participants. Même si les bornes de recharge électriques n'ont pas suscité un rejet important, la centrale de cogénération a été perçue comme légèrement plus équitable et efficace. Dans certaines circonstances, cela a été considéré comme un gain plus important pour l'environnement. Ce point devrait être approfondi dans le cadre de recherches futures et lors de la mise en œuvre effective de projets énergétiques communaux.

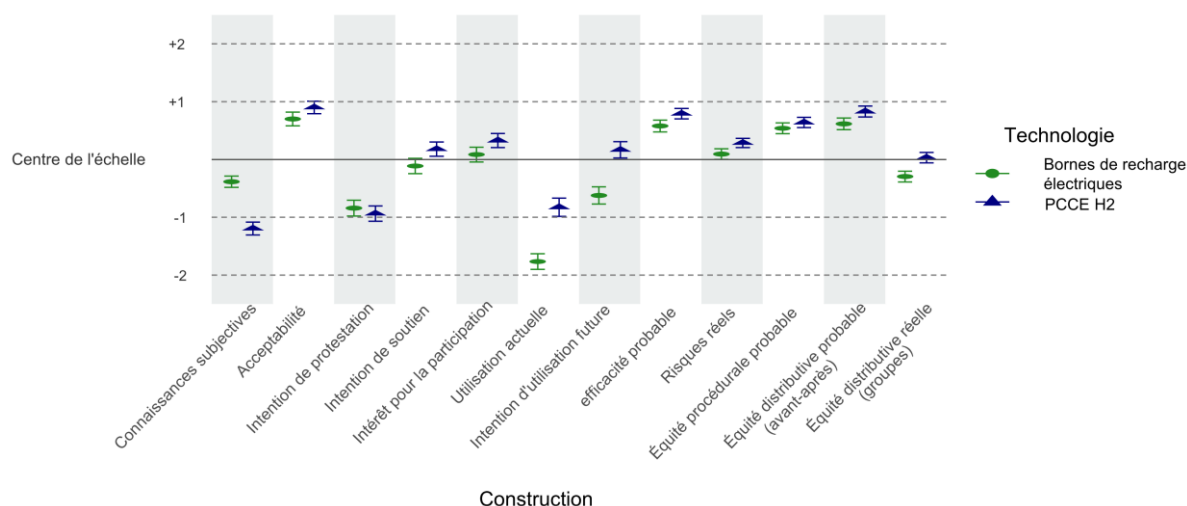


Figure V-6: Comparaison entre les pays des variables psychologiques

En outre, les personnes interrogées en France ont déclaré avoir davantage confiance dans diverses institutions politiques et économiques ainsi que dans leur environnement social que les personnes interrogées en Allemagne. Elles se sont identifiées davantage comme des personnes respectueuses de l'environnement qui agissent en faveur de la protection de l'environnement (identité environnementale). Les personnes interrogées en France ont également déclaré être davantage orientées vers l'innovation (recherche de nouveauté, d'innovation et intérêt pour les informations et les tests de nouveaux services et produits). En ce qui concerne les normes personnelles (sentiment individuel d'obligation morale) et les normes subjectives (perception du comportement et des attentes de l'environnement social) relatives à la transition énergétique, des valeurs plus élevées ont également été enregistrées chez les personnes interrogées françaises. Elles ont également déclaré une perception plus forte du problème (ici, l'attente que le mix énergétique actuel aura des conséquences négatives sur l'environnement).

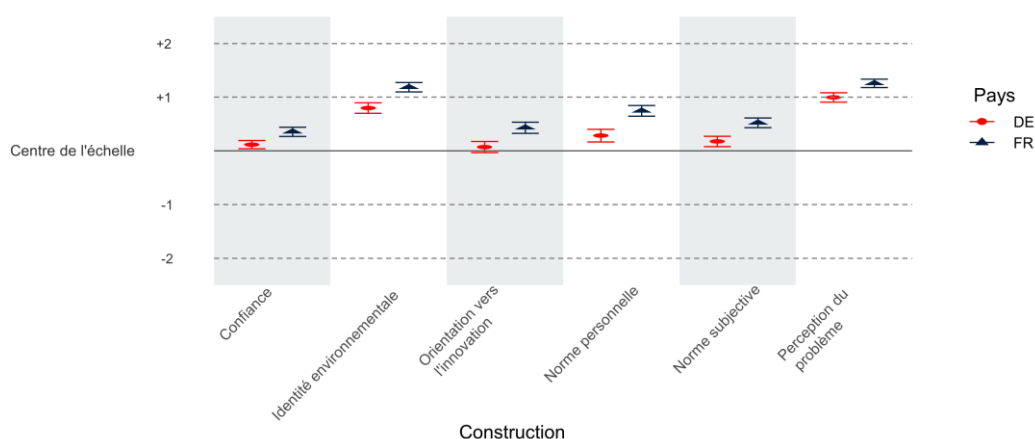


Figure V-7: comparaison entre les échantillons allemand et français

V.4. Problèmes et risques

Dans le cadre de la première mesure, l'objectif était d'identifier des exemples de bonnes pratiques dans les deux pays. Lors de la recherche de projets pilotes utilisant des centrales de cogénération à hydrogène, la part des projets allemands était prépondérante. En France, seuls quelques projets ont pu être identifiés jusqu'à présent. Contrairement aux projets allemands, ceux-ci étaient moins axés sur les communes et davantage orientés vers l'industrie. Cela rend la comparaison difficile, car l'influence des différentes parties prenantes sur le déroulement du projet peut varier et les questions d'acceptation peuvent jouer un rôle différent.

Dans ce contexte, il a également été difficile de trouver des interlocuteurs appropriés pour les entretiens. Parmi les projets pilotes identifiés, il s'est avéré difficile d'établir des contacts, même en Allemagne. La volonté de donner des entretiens était faible, tant pour les projets qui n'étaient déjà plus actifs que pour ceux en cours. Les raisons invoquées, telles que le manque de temps ou la crainte de faire des déclarations erronées sur le contenu des projets, indiquent que les concepts de relations publiques allant au-delà de la participation préalable pourraient être encore mieux élaborés.

En outre, des problèmes sont apparus dans le cadre du processus de co-crédation. La mise en œuvre des trois ateliers de co-production associés, dont la planification du contenu faisait partie intégrante de ce lot de travail, a dû s'écarter du planning initial. À l'origine, il était prévu d'organiser trois ateliers afin de permettre un échange avec différents groupes de personnes du public. Finalement, des formats légèrement différents ont été choisis. Les différents acteurs sont confrontés à des défis variés, tels que des contraintes de temps et des exigences juridiques pour les experts du monde économique et politique, ou encore le manque d'accessibilité du public non universitaire. En raison des difficultés rencontrées pour atteindre le nombre d'inscriptions nécessaire et des reports qui en ont résulté, la solution retenue a consisté à intégrer les enquêtes et les ateliers dans des événements cadres existants. Vous trouverez de plus amples informations à la rubrique « Écarts ».

V.5. Dérogations

En raison des difficultés décrites dans la section précédente pour trouver des interlocuteurs appropriés, la mesure 5.4 a fait l'objet d'une légère déviation. Comme le nombre d'entretiens réalisés a été inférieur à celui initialement prévu, les données issues des entretiens ont été complétées par une analyse documentaire des meilleures pratiques et par des recherches supplémentaires sur la participation publique. Les résultats des différentes méthodes ont été intégrés dans une note d'orientation sur les centrales de cogénération à hydrogène.

En outre, des écarts sont apparus en raison des difficultés rencontrées dans la planification des ateliers de coproduction en tant qu'ateliers publics indépendants. Le processus de co-

création a été intégré dans le cadre d'autres événements pour deux des trois dates, d'une part dans le Sommet européen de l'hydrogène et d'autre part dans un cours universitaire. Dans le cas du sommet sur l'hydrogène, cela a présenté l'avantage de pouvoir mener une enquête auprès d'un plus grand nombre d'experts. Sans cela, il n'aurait pas été possible d'intégrer leur point de vue en tant que parties prenantes concernées dans les résultats du projet dans une telle mesure. L'autre atelier, proposé dans le cadre d'une série de conférences, ne différait pas du point de vue du contenu de l'atelier public. Bien que les étudiants constituent un échantillon plutôt homogène, ils peuvent tout à fait refléter le point de vue de différentes parties prenantes, telles que les riverains et les futurs décideurs. En outre, ils peuvent apporter le point de vue des personnes à faibles revenus, ce qui est précieux dans le contexte des questions de financement, en particulier en ce qui concerne les centrales de cogénération à hydrogène.

V.6. Perspectives

Pour la recherche et la pratique, il existe une multitude d'études qui s'appuient sur ces résultats. Dans un premier temps, la recherche à long terme peut s'avérer particulièrement intéressante pour les technologies qui ne sont pas encore établies. Cela permet de saisir les évolutions et les attitudes de la société, par exemple en ce qui concerne l'acceptation des technologies pertinentes dans le cadre du projet CO2InnO. Lors des recherches bibliographiques menées dans le cadre du cinquième lot de travaux, la sous-représentation des études sur les infrastructures était frappante. En effet, alors que les études sur les voitures électriques elles-mêmes sont nombreuses, il existe à ce jour peu de recherches sur les infrastructures de recharge. Étant donné que l'attitude à l'égard des infrastructures nécessaires à la mise en place d'une nouvelle technologie peut réduire son acceptation (voir par exemple les lignes électriques pour le transport de l'électricité produite par les parcs éoliens), il convient d'en tenir compte dans les recherches futures. Si la mise en place de bornes de recharge électriques semble peu controversée, il convient également de prendre en compte l'acceptation de l'extension du réseau, qui peut être nécessaire pour la mise en place sans compromettre la stabilité du réseau. Dans le même ordre d'idées, la recherche sur l'acceptation des centrales de cogénération à hydrogène devrait également tenir compte de la mise en place éventuellement nécessaire de voies de transport.

En outre, ce lot de travail a examiné l'acceptation générale des deux technologies ainsi que le degré de soutien et de résistance auquel on pourrait s'attendre lors de la planification. Dans la pratique, en particulier lorsque des fonds publics doivent être utilisés, différents concepts doivent être pris en compte dans la planification de l'électricité et du chauffage. Des études comparatives devraient donc être menées pour déterminer quels aspects les parties prenantes telles qu'elles prennent en compte pour hiérarchiser les technologies. Si les études présentées ici fournissent déjà des informations sur les facteurs qui jouent un rôle, des études spécifiques

sont toutefois nécessaires pour les pondérer. Dans le contexte des objectifs climatiques européens, la question de savoir dans quelles circonstances des technologies respectueuses du climat peuvent être mises en œuvre, qui présentent par exemple des obstacles financiers et de planification en raison d'un manque d'établissement, joue un rôle particulier.

Le choix entre différentes technologies énergétiques ou, de manière générale, la mise en place de nouvelles structures peuvent également donner lieu à des conflits d'utilisation. Ceux-ci peuvent se traduire, par exemple, par des conflits d'utilisation de l'espace ou d'autres ressources. Les conflits d'utilisation de l'espace peuvent jouer un rôle tant dans les zones urbaines densément peuplées que dans les zones agricoles ou naturelles. Pour résoudre ces conflits, il peut être important de mettre en place des procédures de participation qui mettent l'accent sur la répartition équitable des coûts et des avantages ainsi que sur la communication des effets sur la communauté et l'environnement. La pertinence des conflits d'utilisation de l'espace par rapport aux technologies examinées dans le cadre du projet CO2InnO et les stratégies spécifiques pour résoudre ces conflits doivent faire l'objet de recherches futures. Outre les conflits liés à l'utilisation de l'espace, l'utilisation des ressources nécessaires ou produites pourrait également jouer un rôle. Cela inclut l'origine des matières premières et de l'énergie (par exemple, l'eau et l'énergie renouvelable ou respectueuse du climat pour l'hydrogène) ainsi que l'utilisation de l'énergie fournie. Ces questions devraient être examinées dans le cadre de recherches futures dans un contexte régional, mais dans le contexte des efforts de mise en réseau européen. Les attitudes à l'égard de ces conflits sont probablement étroitement liées à la participation et au financement, c'est pourquoi l'interaction de ces facteurs devrait être prise en compte.

Ce lot de travail a déjà abordé la pertinence des formats de participation et deux variantes possibles de financement. Si l'efficacité des formats de participation a fait l'objet de nombreuses recherches, leur conception précise, en particulier en ce qui concerne les technologies spécifiques, devrait faire l'objet de recherches supplémentaires. L'enquête quantitative représentative de la population menée dans le cadre de ce lot de travail a déjà révélé une différence dans l'acceptation des technologies en général et dans les attentes en matière d'équité du processus de participation, bien que la description du processus de participation ne varie pas d'une technologie à l'autre. Les facteurs à l'origine de cette différence et la manière dont le processus peut contribuer à la mise en œuvre réussie de technologies initialement moins acceptables doivent être examinés de manière plus approfondie dans le cadre d'études futures.

À cela s'ajoute le fait qu'outre les deux modèles de financement étudiés, il existe d'autres principes de répartition qui peuvent, dans certaines circonstances, avoir un effet favorisant ou réduisant l'acceptation. Dans le contexte des technologies qui nous intéressent, le principe de la capacité de paiement (part plus importante du financement par les groupes plus aisés) et le

principe du bénéficiaire-payeur (les bénéficiaires des mesures mises en œuvre devraient contribuer davantage) pourraient notamment être étudiés. Ces deux principes tiennent compte d'aspects liés à la justice énergétique. Alors que le principe de la capacité de paiement tient principalement compte de l'équité en matière de revenus et de patrimoine, le principe du bénéficiaire-payeur prend également en considération le fait que les avantages des mesures énergétiques peuvent être répartis de manière inégale, par exemple en raison de l'augmentation de la valeur des terrains ou de l'afflux de nouveaux clients. Les effets de l'intégration de modèles de financement basés sur ces principes dans les mesures politiques doivent être examinés de manière différenciée pour différentes technologies et différents contextes nationaux ou régionaux.

Les aspects mentionnés doivent être pris en compte par toutes les parties prenantes impliquées dans la mise en œuvre réussie de projets de technologies énergétiques. Parmi les résultats fournis, le travail commun avec la HS Kehl met particulièrement en évidence les parties prenantes qui jouent un rôle. Il convient notamment de tenir compte de l'acceptation par la population locale, mais aussi par les décideurs municipaux, qui jouent un rôle particulier dans la transition énergétique européenne.

V.7. Recommandations concernant la feuille de route ou l'action politique

Les résultats recueillis dans le cadre du cinquième lot de travail permettent de formuler de nombreuses recommandations à l'intention des différentes parties prenantes, qui sont décrites en détail dans les résultats de la mesure 5.8. Il convient de souligner en particulier que la vue d'ensemble de l'interaction entre les différents acteurs constitue une conclusion importante. Elle permet de prendre en compte les différentes perspectives pertinentes pour une feuille de route de la recherche sur l'acceptation.

Une lacune dans la recherche sur l'acceptation a été identifiée pour l'infrastructure de recharge électrique. Cependant, en raison de l'importance des bornes de recharge pour l'adoption des voitures électriques et de leur rôle central dans la transition énergétique, la perception de la population concernant les projets d'infrastructure nécessaires ne doit pas être négligée afin de ne pas compromettre la poursuite du développement. Il est donc recommandé d'accompagner les futurs projets d'expansion par des recherches sur l'acceptation afin d'étudier l'efficacité des interventions (par exemple, les mesures visant à accroître la perception de l'efficacité) et de les mettre en œuvre de manière ciblée à l'avenir. Pour les communes et les investisseurs privés, certains modèles peuvent être particulièrement attractifs, par exemple ceux qui sont particulièrement peu encombrants, qui contribuent à la stabilisation du réseau ou qui sont rentables. De telles variations technologiques peuvent influencer différemment l'acceptation des riverains et l's des autres parties prenantes et doivent donc être prises en compte dans le développement futur des infrastructures et la recherche qui l'accompagne.

En ce qui concerne les centrales de cogénération à hydrogène, les résultats obtenus montrent que l'acceptation par la population ne constitue pas un obstacle majeur à leur mise en œuvre. Les enquêtes et les ateliers de co-création menés auprès de la population allemande et française indiquent que l'approvisionnement énergétique de leur propre commune par une telle centrale est perçu de manière positive. Compte tenu de l'écart entre ces enquêtes hypothétiques et la réaction à des projets réels, il est toutefois important de vérifier ces résultats dans le cadre de projets pilotes concrets par des recherches complémentaires sur l'acceptation et de les comparer avec les résultats disponibles.

Les études menées dans le cadre du programme de travail ainsi que les recherches existantes indiquent que l'hydrogène issu d'énergies renouvelables, en particulier, est très bien accepté. Il est donc recommandé de concevoir des projets de manière à permettre une part importante d'énergies renouvelables dans la production d'hydrogène.

Les enquêtes et les entretiens menés auprès d'experts, ainsi que l'analyse de la situation juridique actuelle, ont permis d'identifier le manque de normalisation, la charge administrative élevée qui en découle et les coûts élevés comme les principaux obstacles à la mise en œuvre. À l'heure actuelle, ces coûts ne peuvent généralement être supportés que par de grands investisseurs. Pour que les centrales de cogénération à hydrogène soient viables, il est essentiel que les experts soient convaincus de leur faisabilité, mais il faut également tenir compte du fait que les coûts élevés et les longs délais de construction peuvent susciter une opposition de la population à ce type de projets. Par conséquent, la simplification des processus communaux pour ces technologies et d'autres technologies liées à l'hydrogène devrait être une priorité absolue afin de pouvoir réaliser des projets couronnés de succès à l'avenir.

Les facteurs favorisant l'acceptation des deux technologies étudiées dans le cadre de CO2InnO ont été identifiés à partir de recherches antérieures sur les technologies renouvelables et innovantes. Lors de la sélection et de la mise en œuvre des mesures d'acceptation, il convient donc de recourir à des interventions éprouvées, telles que la communication transparente et précoce avec le public, l'amélioration de la perception de l'efficacité et une répartition équitable des coûts et des avantages.