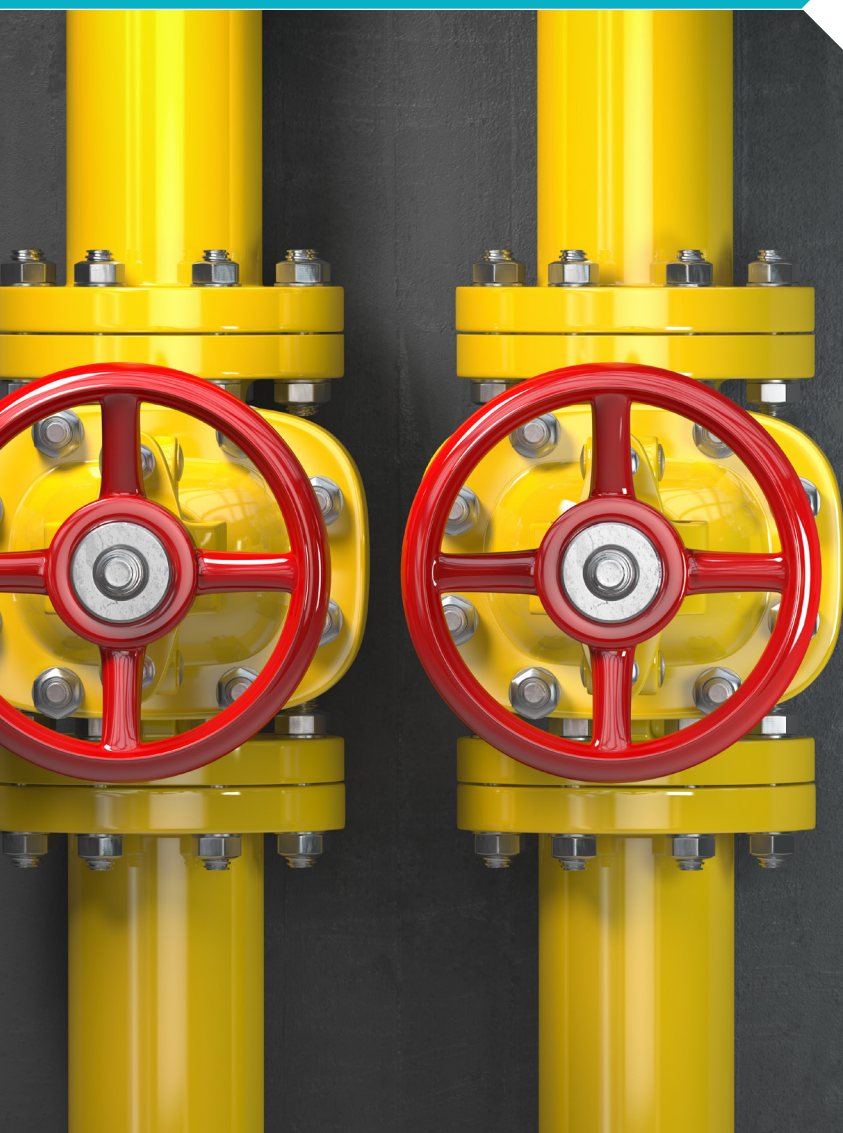


Comment l'ambition néerlandaise du tout électrique a été rattrapée par la réalité

GT-220036
4 mars 2022



► **Un partenaire
pour le
progrès**

Kiwa Technology B.V.
Wilmersdorf 50
PO Box 137
7300 AC Apeldoorn

Tél. 088 998 35 21
technology@kiwa.nl

www.kiwatechnology.com

Comment l'ambition néerlandaise du tout électrique a été rattrapée par la réalité

Colophon

Titre	Comment l'ambition néerlandaise du tout électrique a été rattrapée par la réalité
Numéro de projet	P000117453
Assurance Qualité	Hans de Laat
Auteur(s)	Suzanne van Greuningen, Sjoerd Delnooz

Ce rapport est accessible au public.



Kiwa

Comment l'ambition néerlandaise de tout électrique a été atteinte par le leader



Introduction

Kiwa Technology est une société de conseil technique indépendante basée aux Pays-Bas, spécialisée dans le méthane, les biogaz et l'hydrogène. Kiwa Technology est spécialisée dans l'analyse des réglementations liées aux enjeux de qualité, de sécurité et des infrastructures en rapport avec le méthane et autres lois associées.

Ce rapport présente les résultats de l'étude que Kiwa a réalisée pour l'un de ces clients concernant la réglementation sur l'interdiction du gaz aux Pays-Bas.

La stratégie néerlandaise pour parvenir à une société sans combustibles fossiles d'ici 2050, la politique gouvernementale adoptée et les mesures prises par les parties prenantes du secteur du gaz pour maintenir leur position actuelle sur le futur marché de l'énergie sont examinées.

Cette étude vise à créer une compréhension du contexte et des mesures prises aux Pays-Bas afin d'éventuellement fournir des informations pour aider les décisions futures et apprendre de l'histoire récente des Pays-Bas concernant la production et la distribution du gaz naturel, l'impact de la transition énergétique et les discussions autour de ce sujet. Les événements et les mesures prises aux Pays-Bas pourraient être pertinents pour la stratégie au niveau européen et être applicables dans de nombreux pays.

Pour développer cette étude, des sources accessibles au public (en ligne) ont été utilisées, notamment des lettres envoyées au parlement, les lois impliquées et des communiqués de presse connexes. Les sources utilisées annoncent et expliquent les événements et les mesures prises. Des entretiens avec des experts au sein des parties prenantes concernées par la distribution de gaz et l'environnement bâti fournissent des informations plus détaillées sur les mesures et les initiatives prises dans certains secteurs spécifiques. Le contenu et les conditions de l'interdiction du gaz, y compris les décisions stratégiques, les réglementations et les événements importants influençant la société, sont présentés dans une chronologie parallèle aux mesures et initiatives des parties prenantes concernées et sont accompagnés d'une brève description.



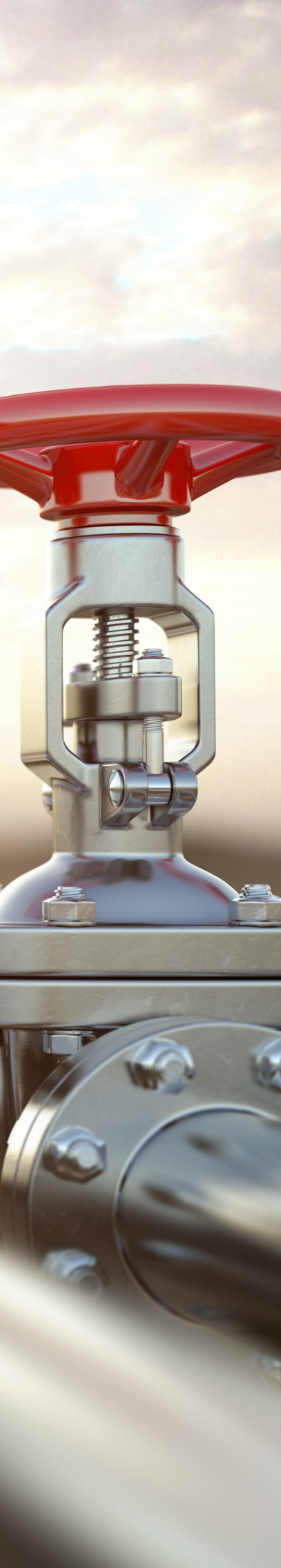


Table des matières

1 La chaîne de valeur gazière néerlandaise et ses parties prenantes	8
1.1 Contexte de la situation gazière aux Pays-Bas	8
1.2 Événements chronologiques marquants	8
1.3 Trois décisions importantes : Interdiction du gaz aux Pays-Bas, « Loi de progrès vers la transition énergétique » et le rêve du « tout électrique »	9
1.3.1 Interdiction du gaz aux Pays-Bas en 2018	9
1.3.2 « Loi de progrès vers la transition énergétique »	9
1.3.3 Le « tout électrique » comme alternative pour faire face à l'interdiction du gaz et atteindre les objectifs climatiques	10
1.4 Évolution des activités commerciales des gestionnaires de réseaux	10
1.5 Situation actuelle aux Pays-Bas	11
1.6 Parties prenantes, parties et organisations concernées	11
2 Chronologie	14
3 Références	29

1. La chaîne de valeur gazière néerlandaise et ses parties prenantes

1.1 Contexte de la situation gazière aux Pays-Bas

Afin de mieux comprendre les points de vue des parties prenantes, un rappel historique sur le développement et la place du méthane dans le contexte néerlandais est essentiel. En 1959, un gisement de méthane à faible pouvoir calorifique a été découvert dans le nord des Pays-Bas. Le gouvernement néerlandais a décidé de raccorder l'ensemble des Pays-Bas à cette source, stimulant ainsi une transition énergétique rapide du charbon vers le méthane. La société néerlandaise Gasunie a été fondée en 1963 pour construire et entretenir un réseau de gaz raccordé aux entreprises et aux foyers locaux. Pour faciliter la conversion des appareils à gaz de ville au méthane, le VEG Gasinstituut a été créé. Les activités de Kiwa à Apeldoorn découlent de cette institution.

En 10 ans, 75 % des foyers néerlandais avaient la possibilité d'utiliser du méthane. Un fort désir de réduire la dépendance au pétrole étranger s'est d'autant plus fait ressentir pendant la crise énergétique néerlandaise de 1973, au même moment où les réserves de charbon néerlandaises arrivaient presque à épuisement tandis que les connaissances relatives aux taux de pollution élevés de la combustion du charbon émergeaient au sein de la société. Le méthane est devenu le carburant le plus utilisé dans l'industrie, les foyers et les centrales électriques aux Pays-Bas. Aujourd'hui, les Pays-Bas sont le plus grand producteur de méthane en Europe et jouent un rôle central dans le stockage et la distribution de méthane dans toute l'Europe. Cependant, cette situation changera dans un avenir proche en raison de la diminution des volumes d'extraction de gaz. Le méthane est produit aux Pays-Bas, importé de Norvège et de Russie et exporté vers l'Allemagne, le Royaume-Uni, la France, la Belgique et l'Italie. Jusqu'en 2014, le gouvernement néerlandais recevait chaque année dix à quinze milliards d'euros de revenus du méthane. Au total, le gouvernement néerlandais a reçu plus de quatre cents milliards d'euros de revenus. En outre, le secteur pétrolier et gazier aux Pays-Bas crée à lui seul plus de 16 500 emplois et le secteur constitue un moteur constant pour les universités et les instituts.

Inutile de dire que le méthane joue un rôle important pour fournir du chauffage et le développement économique des Pays-Bas.

Le réseau de gaz aux Pays-Bas raccorde environ 91 %

des huit millions de logements et plus de 1,1 bâtiment de services publics au méthane. Le réseau de gaz néerlandais se compose d'un réseau de transport à haute pression d'environ 12 000 km (détenu par Gasunie Transport Services) et de réseaux de distribution régionaux à basse pression d'environ 125 000 km (détenus par plusieurs gestionnaires de réseaux de distribution [GRD]). Le réseau de transport à haute pression fonctionne à 40-80 bar. Le réseau de distribution régional fonctionne à 8 bar et moins grâce à une réduction dans les sous-stations aussi tôt que possible dans le réseau à 100 mbar au niveau de la rue. Une réduction finale de la pression à 30 mbar se produit au sein des foyers. Pour résumer, le réseau de gaz néerlandais est ramifié dans tout le pays.

Bien que le développement du secteur du méthane ait généré des externalités économiques et sociales positives, ce dernier étant un des facteurs ayant contribué à la croissance économique et à l'amélioration du niveau de vie, il n'est pas sans conséquences pour l'environnement. Le premier tremblement de terre résultant de l'extraction de gaz dans la partie nord des Pays-Bas a été enregistré le 5 décembre 1991. De nombreux tremblements de terre de magnitude différente ont suivi. Les dommages apportés aux logements ont continué et ces derniers ont perdu beaucoup de valeur. Le 16 août 2012, un tremblement de terre d'une magnitude de 3,6 sur l'échelle de Richter a représenté un tournant. En raison d'une résistance croissante ainsi que la nécessité d'une transition énergétique dépourvue de ressources fossiles, le gouvernement néerlandais a décidé en 2014 de suspendre progressivement l'extraction du méthane dans le gisement de Groningue. Actuellement, plus de la moitié du gaz néerlandais est extrait de gisements autres que celui de Groningue. Il s'agit notamment de champs offshore et de champs onshore plus petits.

Les étapes suivantes sont détaillées dans la chronologie (voir le paragraphe 3.7). Avant de découvrir la chronologie, nous allons expliquer les événements marquants avec les principaux éléments qui ont changé la donne, deux décisions importantes et les mesures prises par les GRD.

1.2 Événements chronologiques marquants

La liste suivante résume les principaux éléments qui ont changé la donne dans l'histoire du système

énergétique néerlandais. Les décisions européennes et gouvernementales jouent un rôle prédominant, mais les événements et l'opinion publique sont également bien représentés.

- À partir des années 1960, le réseau de gaz s'est rapidement développé et est devenu un élément indispensable de la société néerlandaise.
- En 1991, le premier tremblement de terre provoqué par le gisement de gaz de Groningue a été enregistré, ce qui a suscité l'engouement du public et une résistance à l'extraction régionale de gaz. En 1993, après avoir mené sa propre enquête, la NAM a reconnu le lien entre l'extraction de gaz et les tremblements de terre.
- Le protocole de Kyoto de 1997 et la directive ETS de l'UE de 2005 qui a suivi avec des objectifs de réduction des émissions pour 2020 ont obligé le gouvernement à prendre des mesures. Les objectifs néerlandais pour 2020 pourraient facilement être atteints grâce à l'électrification combinée à d'autres mesures d'économie d'énergie (isolation). Les pompes à chaleur électriques qui utilisent la chaleur des eaux souterraines ou l'air ambiant comme source d'énergie durable ont été introduites pour réduire l'empreinte carbone du chauffage des bâtiments. L'idée que le « tout électrique » résoudrait notre problème d'émissions était née.
- Les dispositifs de subventions SDE (2008) et SDE+ (2011) ont été élargis pour accompagner la transition énergétique. Les techniques principalement subventionnées se concentraient sur la production d'électricité verte (solaire/éolienne) et la production de gaz vert.
- Un tremblement de terre de 3,6 sur l'échelle de Richter en 2012 a fait l'objet d'une enquête par l'organisme de surveillance de l'état des mines (SodM). SodM a conclu que les tremblements de terre dans la région pourraient devenir de plus en plus graves. SodM recommande donc de limiter le plus rapidement et dans la plus grande mesure possible la production de gaz.
- En 2014, le gouvernement annonce l'arrêt progressif de l'extraction de gaz du gisement de gaz de Groningue.
- Dans les années qui ont suivi l'accord de Paris sur le climat en 2015, le gouvernement s'est rendu compte que le « tout électrique » n'était pas la solution pour atteindre les objectifs de 2030 et 2050. En dehors de l'énergie fournie sous forme d'électrons, l'énergie basée sur les molécules reste essentielle. À cette époque, la demande croissante d'électricité a révélé la capacité limitée de l'infrastructure existante. La construction de nouveaux réseaux électriques n'a pas été suffisamment rapide pour répondre à la demande. Le processus compliqué d'aménagement du territoire, ainsi que la pénurie de personnel technique et de

matériel ont tous contribué à cette situation. Les plans d'électrification du secteur industriel nécessiteraient une extension importante du réseau. De plus, une partie des processus industriels nécessite une chaleur à haute température qui ne pourrait pas être générée par l'électricité. Les gaz durables comme le gaz vert et l'hydrogène pourraient devenir une alternative réaliste et nécessaire au méthane.

- En 2018, le gouvernement décide de mettre fin dès que possible à l'extraction de méthane du gisement de Groningue et de mettre fin à la production au plus tard en 2030. Par ailleurs, l'obligation pour les GRD de raccorder les clients au réseau de gaz a été supprimée de la loi sur le gaz. Comme les GRD néerlandais n'effectuent que des travaux légalement obligatoires, retirer cette obligation représente donc une « interdiction de raccordement ». Entre-temps, les gestionnaires de réseaux ont lancé un nombre croissant de programmes de recherche, de projets expérimentaux et de projets pilotes à petite et grande échelle.
- Révision de SDE++ (2020). L'attention s'est déplacée de la production d'énergie vers la réduction du CO2 et des techniques telles que la séquestration du dioxyde de carbone (SDC) pourraient nécessiter du soutien. De plus, un régime de subventions distinct pour le gaz vert ou les gaz sans CO2 a été établi, ainsi que l'obligation de mélanger le gaz vert dans l'environnement bâti et/ou l'industrie.

1.3 Trois décisions importantes : Interdiction du gaz aux Pays-Bas, « Loi de progrès vers la transition énergétique » et le rêve du « tout électrique »

1.3.1 Interdiction du gaz aux Pays-Bas en 2018

Après une période de quatre ans de réduction drastique de l'extraction de gaz dans le gisement de gaz de Groningue, le gouvernement néerlandais a décidé que la production de méthane devra prendre fin au plus tard en 2030. Les principales raisons étaient :

- Les tremblements de terre qui ont de plus en plus endommagé le milieu environnant
- La région de Groningue est devenue de moins en moins attractive économiquement
- Une politique continue de renforcement des logements dans la région était nécessaire.

Cette situation a conduit à la décision de mettre fin à la production du gisement de Groningue dès que possible : moins de 12 milliards de m³ par an en 2022 (la production était de 21,6 milliards de m³ à l'époque) et un arrêt complet par la suite. Les conditions suivantes s'appliquaient pour atteindre cet objectif :

- Augmentation des installations de production d'azote d'ici 2022 pour ajouter de l'azote afin de convertir le méthane offshore et importé à haute valeur calorifique en gaz à faible valeur calorifique, afin de le rendre adapté aux utilisateurs finaux néerlandais. Cela réduit potentiellement le besoin en gaz de Groningue de 7 milliards de m³. L'ouverture de l'installation N2 est reportée en raison d'une pénurie de pièces critiques.
- Les 145 grands consommateurs industriels, avec 200 sites, devaient cesser d'utiliser le gaz à faible valeur calorifique d'ici 2022, grâce à une transition énergétique accélérée vers ses alternatives. Cela a potentiellement réduit le besoin en gaz de Groningue de 4,4 milliards de m³.
- Durabilité accrue de l'environnement bâti : absence de raccordement au gaz pour les logements nouvellement construits en tant que norme, subvention aux résidents pour l'amélioration de la qualité des logements résidentiels (p. ex. panneaux solaires) et le « tout électrique » chaque fois que possible (voir le paragraphe suivant pour en savoir plus). La réduction potentielle suite à ces aides est restée floue.
- Dans les zones rurales, les retours sur investissement ont été positifs, car de grandes étendues de terres bon marché ont été recouvertes de panneaux solaires. Dans ces zones, les dimensions du réseau électrique étaient plus petites.
- Réduction des exportations de gaz de Groningue vers l'Allemagne, la Belgique et la France. Cette initiative a potentiellement réduit les besoins en gaz de Groningue de 3 milliards de m³, mais des mesures drastiques sont nécessaires de la part des pays mentionnés. Par exemple : Stadtwerke Hannover est en train de passer du gaz L néerlandais au gaz H, un processus qui prend 3 ans.
- La production du gisement de gaz de Groningue devait garantir la sécurité de l'approvisionnement et non plus atteindre le niveau d'extraction annuel établi comme convenu au départ.

1.3.2 « Loi de progrès vers la transition énergétique »

En juillet 2018, la « Loi de progrès vers la transition énergétique » (loi VET) néerlandaise est entrée en vigueur. Dans le cadre de cette loi, la loi néerlandaise sur le gaz a été modifiée pour interdire tout nouveau raccordement au gaz dans l'environnement bâti :

- L'article 10.6 de la loi néerlandaise sur le gaz oblige les GRD à raccorder les clients au réseau de gaz. Avec la loi VET, l'article 10.7 a été ajouté. Il indique que cette obligation n'est plus valable pour les petits consommateurs (logements et petites entreprises). Comme les GRD néerlandais n'effectuent que des travaux légalement obligatoires, l'article 10.7 représente donc une « interdiction de raccordement ».
- L'article 10.7 précise qu'il n'y a pas d'obligation de raccordement pour les :
 - (1) Logements nouvellement construits
 - (2) Zones bénéficiant d'un réseau de gaz et de plans pour une source de chauffage alternative
 - (3) Nouveaux raccordements dans les logements existants

En outre, l'article 6.10.2 du décret de construction de la loi sous-jacent de 2012 a été modifié : l'obligation pour un GRD de créer un raccordement au réseau de gaz est limitée aux cas où le GRD est toujours obligé de le faire en vertu de la loi néerlandaise sur le gaz.

Sous de strictes conditions, les maires des municipalités ont été autorisés à faire des exceptions et à attribuer des zones désignées où l'obligation de raccordement au gaz pour les nouveaux bâtiments s'appliquait toujours. Dans les années 2018-2022, plusieurs logements nouvellement construits ont été raccordés au réseau de gaz, malgré l'interdiction, malgré la suppression de l'obligation pour les GRD de les raccorder.

1.3.3 Le « tout électrique » comme alternative pour faire face à l'interdiction du gaz et atteindre les objectifs climatiques

La discussion pour atteindre les objectifs climatiques par la réduction des niveaux de CO₂ ainsi que la pression sociale en faveur de la réduction de la production du gisement de Groningue a favorisé le « tout électrique » comme alternative. Cette situation a été facilitée par une intense activité de lobbying des parties prenantes concernées par la politique nationale néerlandaise. L'idée générale était la suivante : « Le gaz n'est pas nécessaire, augmentons considérablement la quantité d'électricité durable grâce à des aides à l'énergie solaire et éolienne. Ensuite, les besoins en méthane diminueront et les objectifs climatiques seront atteints. » Dans la pratique, ce scénario énergétique est irréaliste aux Pays-Bas. En plus de l'apport d'énergie sous forme

d'électrons, il subsistera un besoin d'énergie basée sur les molécules. Actuellement, dans de grandes parties du pays, l'électricité excédentaire produite ne peut pas être réinjectée dans le réseau et, dans plusieurs régions, les entrepreneurs produisant de l'électricité verte à l'aide d'énergie éolienne et solaire ne peuvent pas être connectés au réseau électrique.

Producteurs d'électricité

Le réseau électrique offre les capacités les plus importantes dans les zones densément peuplées et sur les sites de production. Cependant, la capacité totale des réseaux électriques existants n'est pas adaptée pour répondre aux besoins d'une pompe à chaleur électrique fonctionnant à forts rendements dans tous les logements. Dans le même temps, les entrepreneurs ont principalement demandé des subventions pour l'énergie solaire et éolienne dans les zones rurales bon marché, ce qui a permis une analyse de rentabilisation positive. Dans les zones rurales, le réseau électrique était (et est toujours) insuffisant pour absorber ces quantités accrues d'électricité durable décentralisée. Une autre complication est la quantité accrue de panneaux solaires sur les logements résidentiels. Au niveau local, cela déstabilise les courants électriques, entraînant le scintillement des lampadaires dans les zones résidentielles.

Consommateurs d'électricité

La voie du « tout électrique » a entraîné une augmentation de la consommation d'électricité aux Pays-Bas. Cela était principalement dû à une augmentation des voitures électriques et de l'utilisation de l'électricité pour le chauffage et la cuisine, ainsi qu'au début de l'électrification dans le secteur industriel. Actuellement, dans certaines zones, principalement les centres historiques des villes, les supermarchés ou la restauration ne peuvent pas effectuer une demande de nouveau raccordement. Le fort potentiel d'électrification du secteur industriel nécessitera à l'avenir des raccordements encore plus importants au réseau électrique.

En conséquence, le réseau électrique décentralisé et centralisé est rapidement devenu pleinement utilisé dans de vastes zones, obligeant les GRD à appliquer une « gestion de la congestion », interdisant les nouveaux raccordements et occasionnant même la déconnexion temporaire des utilisateurs industriels.

Complications supplémentaires et solutions testées

Les solutions pilotes pour stocker l'électricité ont été couronnées de succès à l'échelle locale, mais aucune option n'a été viable pour l'ensemble du système électrique néerlandais en raison de la taille physique

nécessaire des installations de stockage. Le manque d'ingénieurs, de mécaniciens et d'entrepreneurs du secteur électrique disponibles pour moderniser et étendre le réseau ainsi que le manque persistant de câbles de matériaux provoquent des problèmes supplémentaires. De plus, les coûts d'expansion du réseau électrique pour permettre le « tout électrique » à grande échelle se chiffrent en milliards. Il a été perçu que ces coûts, qui seront finalement transférés aux utilisateurs finaux, sont trop élevés.

Suite à cette première vague de déploiement de solutions pour le « tout électrique », les producteurs d'électricité et de gaz, ainsi que les gestionnaires de réseaux d'électricité et de gaz sont convaincus que l'électricité ET le gaz durables sont la voie à suivre. Actuellement, un effort est fait afin de rendre différentes sources d'énergie disponibles pour différentes régions : chaudières hybrides, gaz vert, biogaz, hydrogène et électricité.

1.4 Évolution des activités commerciales des gestionnaires de réseaux

Les gestionnaires des réseaux régionaux et le gestionnaire du réseau de gaz national (Gasunie) ont une excellente vision de la structure de notre système énergétique. Passer au « tout électrique » et éliminer complètement le gaz a été jugé irréalisable par les gestionnaires de réseaux de gaz. En 2005 déjà, le gestionnaire du réseau national de gaz, Gasunie, a commencé à collaborer avec différentes parties prenantes, notamment le gestionnaire du réseau électrique national et des ONG, pour explorer des scénarios possibles et réalisables permettant d'atteindre les objectifs d'émissions. Parmi les gestionnaires de réseaux régionaux, où le gaz et l'électricité forment deux branches d'une même entreprise, l'essor du « tout électrique » a déplacé l'attention portée au gaz vers l'électrique. Des programmes pilotes pour faciliter l'ambition du « tout électrique » ont été lancés (logements avec un « logement avec neutre en énergie »), les investissements réalisés sur le réseau de gaz ont été réduits et les conversations autour des gaz durables se sont essouffées.

« Le gouvernement néerlandais propose des alternatives aux énergies fossiles via plusieurs programmes de subventions. Le régime de subventions SDE vise à accélérer la mise en place d'une électricité, d'une chaleur et de gaz durables. L'innovation dans ces domaines est soutenue par des instruments généraux pour, entre autres, l'électricité durable, le biométhane et l'hydrogène. Les Pays-Bas sont convaincus que ce portefeuille mérite un soutien total afin de réaliser la transition énergétique. »

Membre du partenariat public-privé.

Une nouvelle ère a commencé dans les années qui ont suivi l'accord de Paris. Lorsque des programmes plus détaillés pour atteindre les objectifs climatiques de 2030-2050 ont été élaborés, le gouvernement s'est rendu compte que le « tout électrique » n'était pas une solution réalisable. Les grandes quantités d'énergie nécessaires au secteur industriel et la congestion du réseau électrique ont rendu impossible ce scénario du « tout électrique ». Les gestionnaires de réseaux ont été motivés à encourager la transition climatique et à définir une nouvelle feuille de route pour leurs infrastructures gazières. Des discussions approfondies ont été menées avec les parties prenantes de toutes sortes (y compris les ONG) dans le cadre des opérations commerciales des gestionnaires de réseaux, ce qui en soit était nouveau. Ces réunions ont été mises en place pour évaluer collectivement des scénarios réalistes afin d'atteindre les objectifs de réduction des émissions et les maintenir (2005 : Gasunie, ~2015-2017 : GRD).

Au sein des organisations des gestionnaires de réseaux, les quelques collaborateurs focalisés sur les techniques innovantes et les alternatives durables au méthane ont formé des équipes. En parallèle, le marché du gaz vert a enregistré une croissance et les autres acteurs ont pris conscience que le « tout électrique » ne serait pas la solution.

De nouvelles techniques ont été développées et des projets mis en place pour lancer des expériences avec de nouvelles techniques et les gaz durables (gaz vert et hydrogène). Les premiers projets ont impliqué de petits investissements, du personnel technique et une coopération avec les parties prenantes au niveau du gouvernement local. Ont ensuite été lancés des projets avec des investissements plus considérables et l'implication d'un nombre plus important de parties prenantes, notamment les résidents.

« Le niveau d'investissement dans le réseau de gaz a été réduit, en raison de l'interdiction du gaz et de la concentration sur le réseau électrique. Ces dernières années, cependant, on a commencé à prendre conscience que, sans molécules durables, il est difficile de faire disparaître le carbone des logements, des écoles, de l'industrie locale existants, etc. De plus, l'énorme croissance de la production d'électricité durable ne peut plus être satisfaite uniquement par le réseau électrique. Par conséquent, il est nécessaire que les investissements dans le réseau de gaz soient maintenus pour s'adapter aux gaz renouvelables dans un avenir proche ».

Membre de l'un des trois plus grands GRD néerlandais

1.5 Situation actuelle aux Pays-Bas

Actuellement, une grande partie de l'environnement bâti aux Pays-Bas repose sur le gaz naturel comme source d'énergie pour le chauffage et la cuisine. La plupart des logements nouvellement construits sont isolés selon des normes strictes et connectés uniquement au réseau électrique. Le raccordement de toutes les installations et de tous les secteurs exclusivement au réseau électrique n'est cependant pas possible. Un vecteur énergétique basé sur des molécules est et restera un élément essentiel du système énergétique néerlandais. Des secteurs comme la marine, la mobilité routière, l'industrie ou la production d'engrais et de plastiques doivent encore s'appuyer sur ces molécules.

Pour accélérer la transition énergétique, des initiatives sont lancées dans l'ensemble de la chaîne de valeur et tous les secteurs : mobilité, transport, environnement bâti et industrie. Plusieurs stations de ravitaillement en hydrogène ont été construites et d'autres sont en construction. Gasunie développe un réseau national d'hydrogène et se concentre sur la SDC à grande échelle dans le port de Rotterdam. Le port d'Amsterdam prévoit de développer un réseau de distribution d'hydrogène dans le port. Et les projets pilotes des gestionnaires de réseaux régionaux se multiplient.

Des feuilles de route et des programmes nationaux pour le gaz vert et l'hydrogène sont présentés à partir de l'année 2020. En décembre 2021, le gouvernement a dévoilé plusieurs programmes dont une obligation de mélange avec le gaz vert, des programmes de subventions pour les gaz sans CO₂ (p. ex. l'hydrogène) et le gaz vert, et a publié des programmes pour la construction de centrales nucléaires.

En conclusion, la combinaison et la contribution exactes des différentes techniques dans le paysage énergétique néerlandais sont loin d'être définies. Tout est encore possible, telle que l'illustre l'augmentation récente de l'extraction de gaz pour répondre aux accords contractuels d'exportation.

1.6 Parties prenantes, parties et organisations concernées

Les acteurs les plus pertinents sont brièvement détaillés ci-dessous.

NAM, organisation pétrolière néerlandaise.

La NAM produit du pétrole et du gaz. La NAM a été fondée en 1947 par Shell et ESSO. La NAM détient la concession pour extraire le méthane du gisement de Groningue. D'autres concessionnaires, de plus petite taille que la NAM, effectuent des extractions sur le territoire néerlandais, onshore et sur le plateau continental en mer du Nord.

Gasunie, gestionnaire du réseau de transport de gaz.

Gasunie a été fondé en 1963 après la découverte du grand gisement de méthane. Gasunie est le gestionnaire du réseau national de transport de méthane. Il gère l'infrastructure du transport de gaz à grande échelle aux Pays-Bas et dans le nord de l'Allemagne. Gasunie possède deux filiales qui gèrent le réseau : Gasunie Deutschland et Gasunie Transport Services Netherlands. Les stockages saisonniers souterrains sont gérés par les acteurs du stockage de gaz.

SodM, organisme de surveillance de l'état des mines,

était un service néerlandais créé en 1810 et chargé de la supervision de l'extraction minière et énergétique aux Pays-Bas. Après la découverte du champ de méthane, SodM est devenu le superviseur de l'État pour la production, le transport et la distribution de méthane. SodM est un organe exécutif du ministère des Affaires économiques et du Climat. Il agit principalement pour garantir la sécurité. Les gestionnaires de réseaux de gaz sont encadrés par SodM en termes de sécurité.

NBNL, NetbeheerNederland.

NBNL est l'organisation qui regroupe les gestionnaires de réseaux d'électricité et de gaz aux Pays-Bas. Les leçons tirées sont partagées et les projets sont réalisés ensemble. NBNL améliore la collaboration et protège les intérêts de ses membres avec le gouvernement néerlandais.

Programmes de subventions gouvernementaux

RVO, organisme gouvernemental pour les entrepreneurs. RVO fait partie du ministère néerlandais des Affaires économiques. RVO encourage les entrepreneurs à innover et accélère la transition énergétique grâce à des subventions, des appels d'offres et le partage des connaissances.

TKI Topsector Energy,

TKI soutient les innovations nécessaires à la transition vers un système énergétique abordable, fiable et durable. Il le fait via des subventions. TKI est composé de différents départements, le plus pertinent étant TKI New Gas. TKI New Gas est une organisation de réseaux typique. Les partenaires viennent tous du secteur du gaz et de l'industrie. Il coordonne des programmes thématiques et peut fournir des subventions à l'innovation pour des projets publics-privés.

Le financement public correspond à celui des réglementations de financement de l'UE.

GRD, gestionnaires de services régionaux.

Les gestionnaires de réseaux néerlandais travaillent sur un marché réglementé, chacun avec son propre réseau dans une région des Pays-Bas. Dans le passé, environ 130 GRD étaient actifs pour les réseaux destinés aux villes. Les parties prenantes étaient les collectivités locales. En raison de la libéralisation des marchés de l'énergie, les parts des petits réseaux sont passées aux plus grands. En conséquence, 6 GRD subsistent. Les gestionnaires de réseaux sont gérés par des superviseurs gouvernementaux et appliquent des tarifs fixes pour la distribution d'énergie et de gaz. Les gestionnaires de réseaux néerlandais ne sont donc pas des concurrents directs les uns des autres : il n'est pas possible d'avoir plusieurs réseaux les uns à côté des autres. Les performances des gestionnaires de réseaux sont mesurées par la supervision de l'État pour accroître leur efficacité.

Les GRD gèrent à la fois des réseaux d'électricité et de gaz. Dans certaines zones, l'électricité et le gaz sont fournis par différents GRD. Ces situations sont historiquement déterminées.

Des **ONG**, comme Greenpeace et **Urgenda**, des organisations aux intérêts multiples aux Pays-Bas, interviennent également dans les discussions autour de la transition énergétique. Il convient de mentionner Urgenda. Urgenda a déposé avec succès une plainte contre le gouvernement néerlandais où il a été établi que le gouvernement a l'obligation légale de prévenir le changement climatique dangereux. Récemment, les émissions néerlandaises de gaz à effet de serre ont satisfait aux exigences d'Urgenda (25 % de moins par rapport aux niveaux de 1990), principalement en fermant les centrales électriques alimentées au charbon.

Tout au long de l'histoire, les parties prenantes et les événements se sont mutuellement influencés. Dans la conception d'une vue d'ensemble accessible, chacun a reçu son propre cadre spécifique, afin de distinguer visuellement les parties prenantes (voir la figure 1 ci-dessous). Les événements politiques et socio-économiques sont entourés d'un cadre rouge. Un élément de la chronologie impliquant une certaine technique ou un certain gaz peut être distingué par des cadres avec une couleur de fond unique. Le gaz vert est un gaz issu de la biomasse conforme au code du réseau néerlandais.

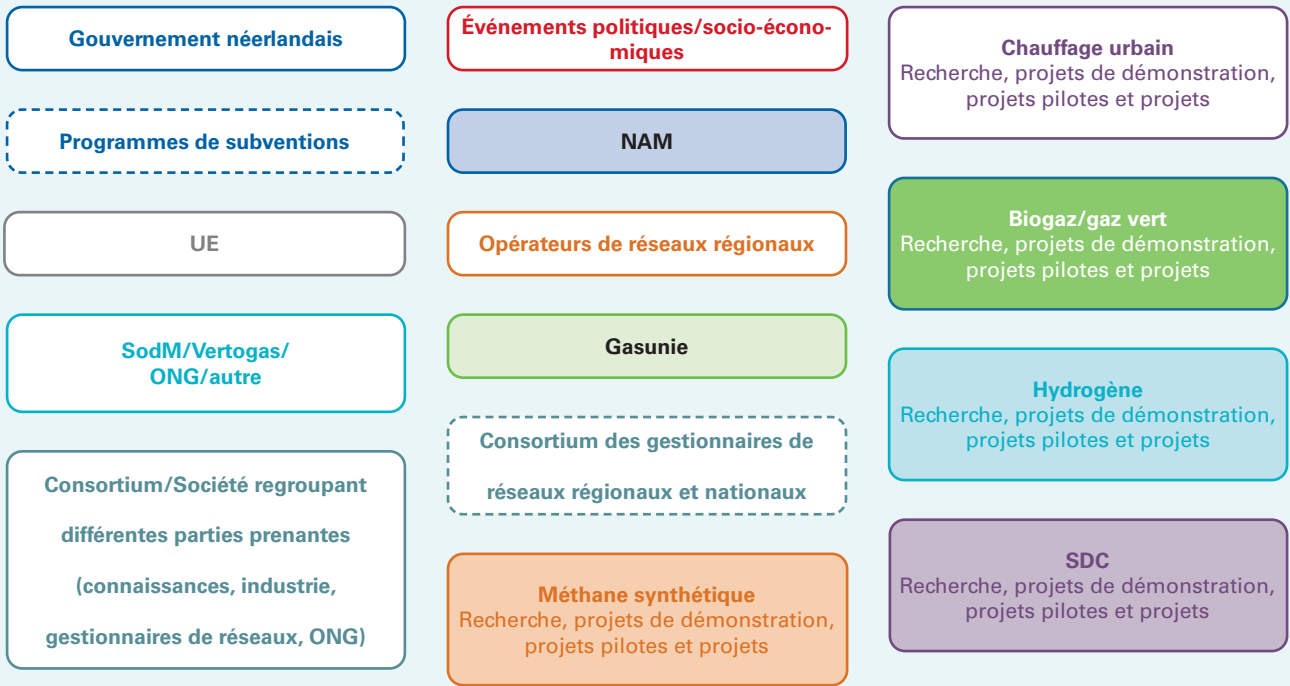
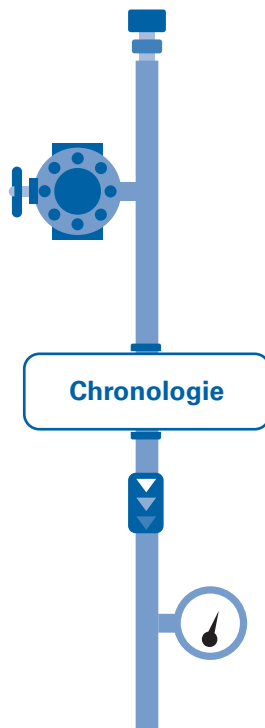
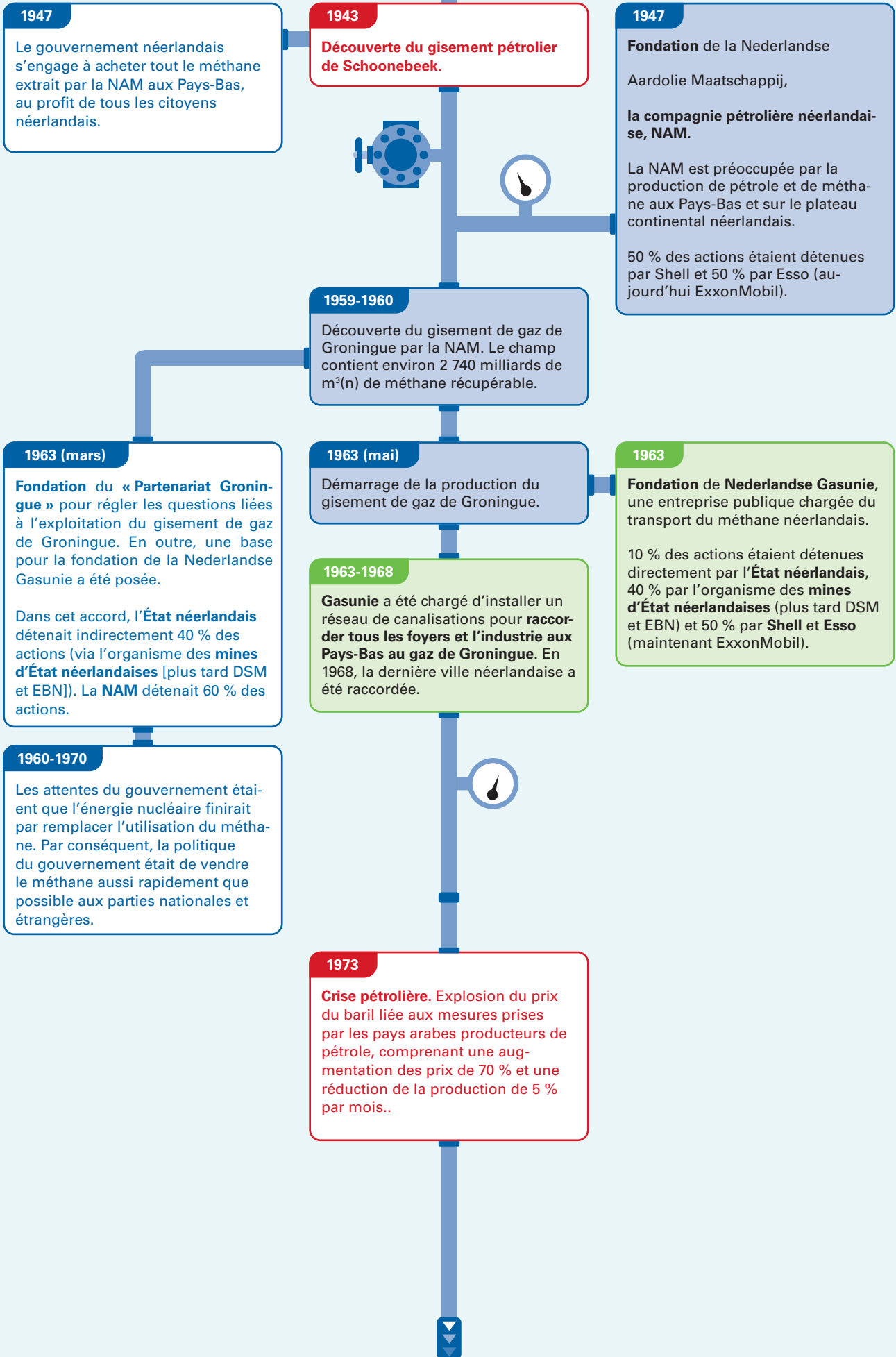


Figure 1 : Légende des acteurs, événements et techniques/gaz présentés dans la chronologie

2. Chronologie





1974

En réponse à la crise pétrolière et aux critiques à l'égard de l'énergie nucléaire, le gouvernement a révisé la stratégie précédente (1960-1970) et a introduit la fameuse « **politique des petits gisements** ».

Plus de gaz devait être extrait de gisements plus petits pour réduire la production du gisement de gaz de Groningue afin de maintenir le **gaz de Groningue (en partie) en tant que réserve**.

L'exploitation des petits gisements étant plus coûteuse, **l'État néerlandais a réduit sa part des bénéfices** pour rendre l'exploration plus attrayante.

1970-1990

Débats autour de l'énergie nucléaire. Au départ, l'énergie nucléaire était défendue en raison de la nouveauté de la technologie et de la crise pétrolière.

Peu de temps après, la critique de l'utilisation de l'énergie nucléaire a suivi, basée sur des aspects environnementaux et la catastrophe nucléaire de Tchernobyl.

1970-1980

Les projets de **chauffage urbain** sont devenus rentables en raison des prix élevés du pétrole. Des réseaux de distribution du chauffage ont été construits dans de nouvelles zones résidentielles et dans des quartiers existants pour tirer parti de l'efficacité de cogénération de chaleur et d'électricité (CHP).

1991

Signalement du premier tremblement de terre provoqué par le gisement de gaz de Groningue. Cela a provoqué des dommages aux logements, ainsi que des inquiétudes et des préoccupations parmi les résidents.

1993-Aujourd'hui

La **fréquence des tremblements de terre induits augmente** au cours des prochaines décennies.

Cela a conduit à une augmentation de l'inquiétude, des préoccupations et de la résistance chez les résidents. Fondation d'**associations civiles** de lutte contre l'exploration et la production de gaz.

1997

Protocole de Kyoto
L'UE détermine que les Pays-Bas devraient réduire leurs émissions de 6 % par rapport à 1990.

1970-1980

La création de **biogaz** par la **fermentation des déchets organiques** (boues d'épuration, ordures ménagères organiques et fumier) a d'abord été appliquée et s'est développée. Essais en laboratoire avec fermentation de fumier et de matière organique. [14]

À la fin des années 1970, presque toutes les stations d'épuration utilisaient cette technique où le méthane produit était suffisant pour répondre aux besoins en énergie de la station. Bien que parfois utilisé comme source d'énergie, le méthane était encore souvent considéré comme un **déchet** plutôt qu'un sous-produit utile.

1980-1990

En raison de la hausse des prix de l'énergie, l'intérêt pour la biomasse en tant qu'énergie renouvelable a augmenté. Les possibilités du **bio-gaz** par la fermentation du fumier ont tout particulièrement attiré l'attention.

1993

Après avoir mené sa propre enquête, la NAM a reconnu le lien entre l'extraction de méthane et les tremblements de terre.

Fin des années 1990 - Début des années 2000

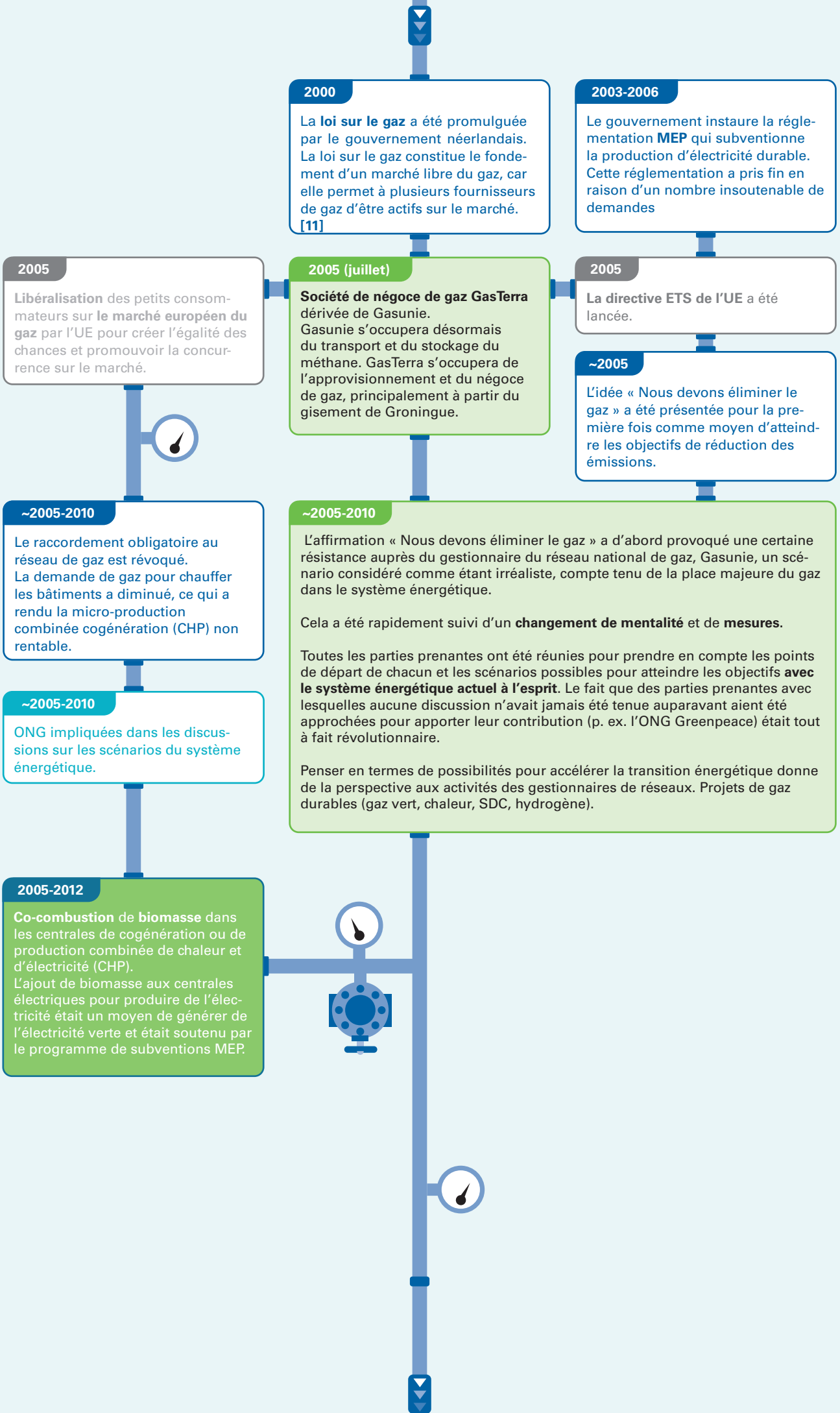
L'électricité ainsi que le raccordement au gaz dans les logements deviennent obligatoires. Désormais, aucune technologie n'était exclue de la concurrence sur le marché. On avait confiance dans le fait que la part de marché de cogénération (CHP) combinée de chaleur et d'électricité augmenterait énormément. En outre, le gaz était envisagé pour aider à décharger le réseau électrique.

~ <1998

Le raccordement électrique dans les logements est obligatoire. Le raccordement au réseau de gaz était fait par choix.

1998

La loi sur l'électricité a été promulguée par le gouvernement néerlandais. Elle stipule que les fournisseurs doivent être en mesure de fournir de l'électricité à n'importe quel client aux Pays-Bas. Les consommateurs peuvent désormais choisir leur propre fournisseur. Cette loi constitue une première étape importante vers un marché libre de l'énergie. [12]



2006

Le début de la production de **gaz vert** aux Pays-Bas se trouve dans la fondation du **groupe de travail Gaz Vert** et leur document de départ publié dans lequel l'**objectif** suivant est esquissé :

d'ici 2020, 10 % du méthane pourraient être remplacés par du gaz vert, soit un volume de production annuel de 4 milliards de Nm³. [15]

Parmi les membres du groupe de travail Gaz Vert figurent des acteurs de l'écosystème du gaz dont Gasunie, des entreprises énergétiques et des délégués gouvernementaux.

2006

La **loi sur la gestion indépendante des réseaux** a été promulguée par le gouvernement néerlandais. Elle stipule que les gestionnaires de réseaux ne sont pas autorisés à exercer des activités commerciales en dehors de la gestion des réseaux d'électricité et de gaz. Désormais, la gestion des réseaux est séparée de la production et de la fourniture de gaz et d'électricité.

Ces activités devront être scindées en sociétés distinctes avant le 1er janvier 2011.

2006-2010

Fondation des gestionnaires de réseaux de gaz régionaux tels que nous les connaissons aujourd'hui (Coteq, Enexis, Liander, Rendo, Stedin, Westland Infra).

2008-2011

Pour atteindre les objectifs de 2020 en matière d'énergies renouvelables pour les Pays-Bas, fixés par l'UE, le gouvernement met en place un programme de subventions : **SDE (plus tard SDE+, maintenant SDE++)**. Ce programme vise à encourager les entreprises et les particuliers à investir davantage dans l'énergie durable.

Cette réglementation rembourse, entre autres : l'électricité issue de la biomasse, la production de biogaz, l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie éolienne terrestre/maritime, l'hydroélectricité.

Des budgets pour différentes catégories ont été déterminés et fixés. Ainsi, les budgets des techniques solaires et éoliennes ont largement été dépassés et d'autres sont restés inutilisés. Par conséquent, à partir de 2011, le programme SDE a été ajusté afin que toutes les techniques soient en concurrence en offrant les mêmes aides.

2008

Document officiel du

groupe de travail Gaz Vert décrivant leur vision sur la manière de développer un marché du gaz vert à court terme. [15]

~2008-2012

Un tournant dans l'état d'esprit des gestionnaires de réseaux. Auparavant, les problèmes étaient résolus strictement par domaine : électrique ou gaz. Cet état d'esprit a changé et la communication entre les parties s'est accrue. Ce qui est important, car la collaboration est essentielle pour résoudre les problèmes d'intégration des systèmes nécessaires à la transition énergétique.

2009

Gasunie fonde **Vertogas**, une société qui émet des GdO (**Garanties d'origine**) pour le **gaz vert** au nom du gouvernement. Vertogas vérifie si le gaz répond aux exigences de qualité d'un tel certificat et peut vraiment être qualifié de « vert ».

2009

Le **marché du gaz vert** a été lancé.

Trois producteurs de **gaz vert** ont reçu des certificats leur permettant d'**injecter** leur produit dans le réseau de distribution de gaz existant.

2007-2011

Projet pilote Ameland : ajout de jusqu'à 20 % de volume d'hydrogène dans l'infrastructure gazière constante.

Configuration

Un électrolyseur alimenté par un panneau solaire produit de l'hydrogène vert. L'hydrogène est ajouté au méthane avec des augmentations progressives jusqu'au pourcentage maximal autorisé de 20 % de volume. Le mélange d'hydrogène et de méthane était transporté dans des canalisations existantes pour être utilisé dans un immeuble d'appartements de 14 appartements.

Leçons tirées/points d'intérêt

Le projet montre que le mélange d'hydrogène et de méthane n'a aucun impact négatif détectable sur les matériaux de distribution de gaz, les installations intérieures et les nouveaux appareils spécialement sélectionnés qui ont été utilisés.

Investissement

Projet pour lancer des expériences et/ou établir une démonstration de faisabilité : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

Un projet de la commune d'Ameland, de Joulz, de Stedin, de GasTerra et de l'entrepreneur Kiwa Technology.

Le rapport d'étude est disponible ici (NL). [9]

2010

Green Gas Netherlands est fondée par la Province de Frise, la commune de Leeuwarden, Netbeheer Nederland, Gasunie, GasTerra, Eneco, Essent, E.ON Benelux et LTO Noord.

Green Gas Netherlands est une fondation nationale qui **rassemble toutes les informations dans le domaine du gaz vert et du biogaz** afin d'accélérer les développements du marché du gaz vert et d'augmenter la production de gaz vert.

2010

Les débats autour de l'**énergie nucléaire** refont surface.

~2010

L'affirmation « Nous devons éliminer le gaz » a provoqué l'incrédulité des exploitants de réseaux de gaz régionaux.

L'histoire de la production d'électricité à partir de ressources vertes et durables est une belle histoire. Cependant les quantités qui seraient nécessaires sont impossibles à générer.

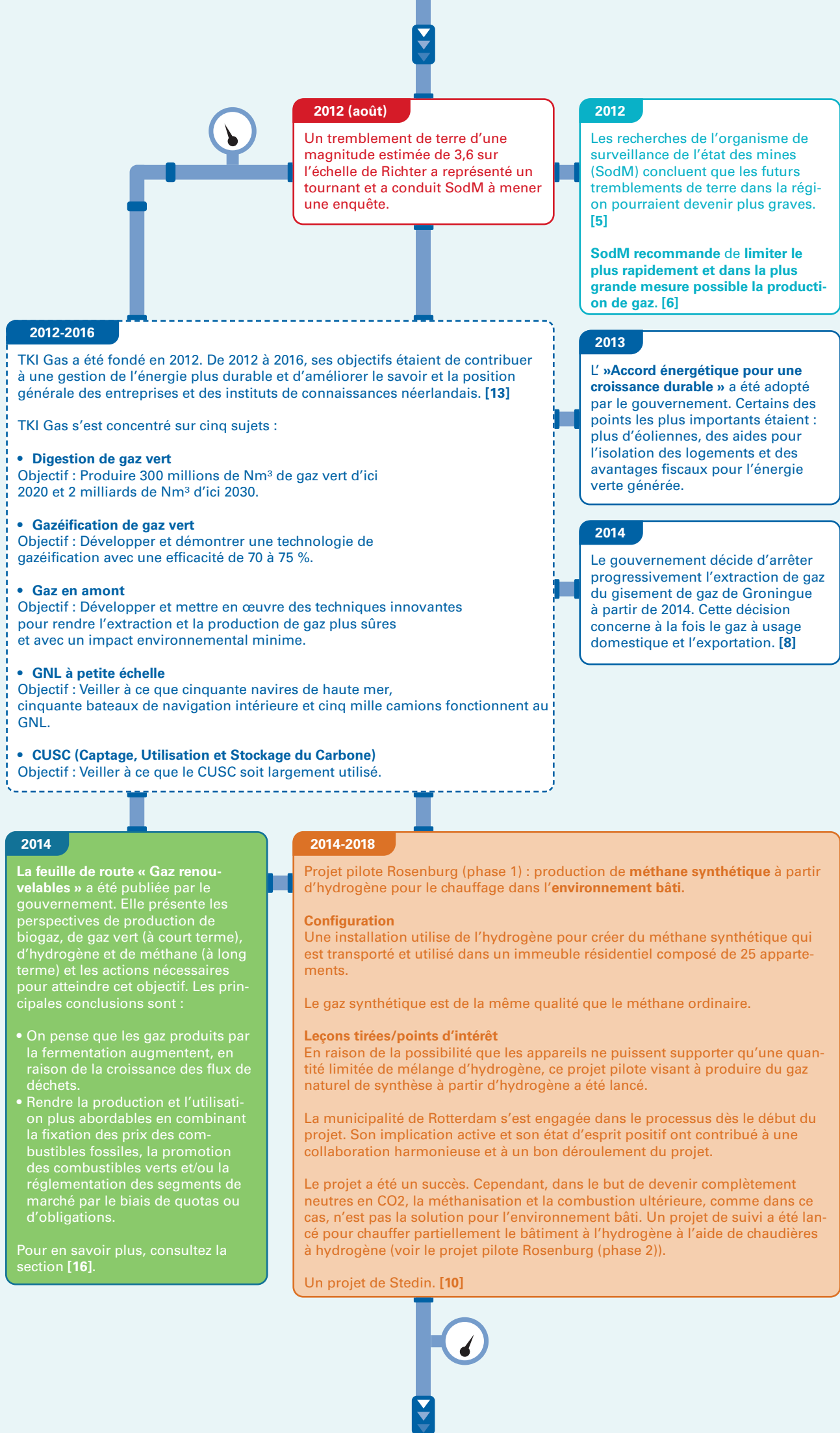
Après cette affirmation, la situation s'est calmée au sein des gestionnaires de réseaux régionaux. **Parler des gaz durables a disparu de l'ordre du jour et les investissements dans les infrastructures gazières ont diminué.**

2011-2020

Le gouvernement met en place le successeur du programme de subventions SDE : **SDE+ (plus tard SDE++)**.

Cette réglementation rembourse, entre autres : la production de chaleur par la biomasse, la production de biogaz, l'énergie solaire photovoltaïque et solaire thermique, l'énergie éolienne terrestre, la géothermie, l'hydroélectricité.

Toutes les techniques sont désormais en concurrence en offrant les mêmes aides, ce qui a favorisé la concurrence et a conduit à des réductions de coûts. Pour l'énergie éolienne maritime, des appels d'offres séparés seraient émis. De plus, en raison d'un grand intérêt, le gouvernement a décidé d'exclure les aides à l'achat de panneaux solaires et de chaudières solaires pour les particuliers.



2014

Faire face au transport intérieur et à l'exportation du gaz de Groningue, libère les canalisations de Gasunie et entame des discussions sur la réaffectation de ces réseaux.

2015

Accord de Paris sur le climat : la Conférence des Parties a changé la donne à l'échelle mondiale.

~2015-

Prise de conscience que l'hydrogène pourrait devenir un vecteur énergétique réaliste et nécessaire pour atteindre les objectifs de 2030 et 2050. Auparavant, l'électrification et les mesures d'économie d'énergie étaient suffisantes pour atteindre les objectifs de 2020.

2015-2018

Parmi les gestionnaires de réseaux régionaux, il existe **un intérêt accru pour les solutions énergétiques durables**. Une augmentation de l'intérêt des gouvernements locaux et des citoyens est également constatée. En réponse, plusieurs mesures ont été prises par les gestionnaires. Par exemple, ils ont stimulé de nouveaux développements, développé eux-mêmes des outils pratiques, poursuivi le lancement de projets pilotes. Voici deux exemples concrets :

Le **GRD Stedin** s'est impliqué de manière proactive dans les analyses énergétiques des quartiers. Un modèle de transition énergétique a été développé pour évaluer la manière la plus économique et la plus économe en énergie d'apporter du chauffage au niveau des quartiers. Pour consulter ce modèle, veuillez cliquer sur ce lien (document disponible en néerlandais uniquement). **[24]**

Le modèle de Stedin est une combinaison des 3 meilleurs modèles aux Pays-Bas (Vesta MAIS de PBL, CEGOIA de CE Delft et ETM de Quintel). Les paramètres d'entrée de ces modèles, par exemple les coûts d'une pompe à chaleur, ont été égalisés et dans les trois cas, la technique considérée a été fixée comme étant similaire. Ces 3 modèles, avec chacun 3 scénarios, produisent 9 résultats. Lorsque les 9 affichent le même résultat, les solutions pour un district sont plus robustes.

Des **actions** ont été prises dans plusieurs directions par le **GRD Liander** quant à l'**hydrogène**, par exemple :

- **Recherche technique** : des enquêtes sur les connaissances disponibles et les lacunes ont été menées. Et des recherches pour répondre à des questions techniques pour lesquelles une réponse n'avait pas encore pu être trouvée ont été initiées. Prenons par exemple le lancement du programme national de recherche **HyDelta** (consulter l'encadré disponible dans les pages suivantes).
- **Normalisation** : démarrage d'une conversation avec l'institut de normalisation NEN pour déterminer comment accélérer la création de normes pour l'hydrogène et comment les coordonner avec toutes les parties prenantes concernées. Cela a conduit à la mise en place de la plateforme de normalisation « L'hydrogène en milieu bâti et en milieu industriel » en 2018.
- **Entreprises stratégiques** : Discussions internes sur le rôle qu'elles veulent tenir dans ce scénario : seuls les gestionnaires de réseaux participent-ils ou y a-t-il des chances de s'ouvrir au marché commercial ? Ces deux options font encore débat, mais le cadre dans lequel opèrent les GRD est déterminé par la réglementation et la législation, comme la directive européenne sur les règles communes pour les marchés internationaux des gaz renouvelables et du méthane et de l'hydrogène. **[25]**
- **Projets pilotes** : des initiatives provenant d'associations de quartier ou de groupes d'initiative durable, ainsi que des initiatives issues d'échanges avec les municipalités ont été recueillies. Les plus prometteuses ont été sélectionnées pour être mises en pratique. Le projet pilote **Lochem** était l'un d'entre eux (consulter l'encadré disponible dans les pages suivantes).

2015(-2020)

L'ONG **Urgenda** gagne son procès contre l'État néerlandais.

Le tribunal a imposé à l'État néerlandais de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 25 % d'ici la fin de l'année 2020.

Après le rejet de l'appel de l'État et le rejet de la cassation, le gouvernement a annoncé des mesures de réduction des émissions de CO2 en 2020.

2015

Le gouvernement privilégie le scénario « tout électrique » et s'appuie dessus pour atteindre la neutralité carbone.

2015-Aujourd'hui

L'approche du « tout électrique » signifiait que les logements résidentiels existants devaient être déconnectés du réseau de gaz. De nombreuses **expérimentations de conversion de quartiers au « tout électrique »** ont été menées par les gestionnaires de réseaux. Plusieurs pilotes sont toujours en cours. Les GRD ont partagé leurs expériences avec ces **projets de « neutre/économe en énergie »**. Exemples et leçons tirées

Centre-ville d'Amsterdam

Vers 2017, le centre-ville d'Amsterdam, cette zone du canal, voulait passer au « tout électrique ». Il voulait être le pionnier de cette solution aux Pays-Bas et être un précurseur dans la transition énergétique. Il ne se rendait pas compte de la difficulté de ce projet. Tout d'abord, toutes les routes le long des canaux ont dû être ouvertes pour étendre réseau électrique et retirer les conduites de gaz. Deuxièmement, dix sous-stations supplémentaires, chacune de la taille d'un demi-terrain de football, étaient nécessaires dans tout Amsterdam. Deux facteurs qui rendent cette tâche impossible. Et c'est sans parler des coûts très élevés de l'isolation des bâtiments anciens. Cet exemple nous montre que parler de transition énergétique sans savoir comment cela fonctionne ne crée pas de progrès réels et nous confirme que le « tout électrique » n'est pas adapté aux centres-villes.

Purmerend

Dans le cadre du programme « aardgasvrije wijken », 68 foyers allaient être déconnectés du réseau de gaz. Le remodelage de ces logements comprenait, sans toutefois s'y limiter, l'isolation (création d'une « coque » autour du logement), le triple vitrage, des cuisines modernes adaptées au « tout électrique », des panneaux solaires et des pompes à chaleur. Ce projet dure depuis 3 ans et demi. Actuellement, seuls 64 des 68 foyers sont déconnectés. Sur une base annuelle, ces logements suivent un modèle de « compteur à zéro », mais en raison des variations saisonnières, ces logements n'ont pas pu être complètement déconnectés du réseau. Selon une estimation approximative, la conversion par logement a coûté 60 000 €, alors que les coûts de construction d'un nouveau logement étaient de 55 000 € à l'époque. Les coûts et le temps de transformation des logements dépassent toutes les attentes et font douter que des projets comme ceux-ci soient la bonne approche vers les objectifs de neutralité en émissions.

Van der Pekbuurt (Amsterdam)

La municipalité d'Amsterdam avait pour objectif de supprimer les raccordements au réseau de gaz dans trente-deux logements résidentiels ayant une valeur architecturale et historique. L'isolement était compliqué en raison des restrictions à la modification de l'apparence du quartier. Pour le chauffage, ces logements allaient être reliés à un réseau thermique. Cependant, pour fournir de la chaleur à ces 32 logements, le fournisseur de chaleur a demandé un raccordement important au réseau de gaz pour alimenter une grosse chaudière. Cette chaudière offre un rendement d'environ 70%, et après quelques pertes d'énergie supplémentaires dues au transport, l'énergie atteint les 32 foyers. Une chaudière dans les logements résidentiels a un rendement d'environ 92 %. En termes d'utilisation efficace du gaz, on enregistre donc une diminution. De plus, les coûts estimés du projet enregistré s'élevaient à 130 000 € par logement, ce qui porte le total à 4 160 000 € pour 32 logements. L'objectif de la mairie a été atteint : les raccordements au gaz ont été supprimés de cette zone spécifique, mais en réalité le gaz reste la source d'énergie pour le chauffage de ces foyers.

Ces projets pilotes où l'électrification des logements résidentiels existants a été **plus lente et plus chère que prévu ont contribué à faire penser dans les cercles municipaux et gouvernementaux que le « tout électrique » ne pourrait pas être la seule solution.**

Actuellement, les activités pour démarrer des projets pilotes similaires sont très limitées.

2016

Suite à l'accord de Paris, le conseil Hydrogène (collaboration dans l'industrie de la mobilité) a été créé. Les fabricants de voitures et de moteurs, les fournisseurs de carburant, etc. ont collectivement déclaré qu'ils considéraient l'hydrogène comme un successeur approprié au diesel et qu'ils investiraient collectivement des milliards. Cela a alimenté la conviction d'autres secteurs et parties prenantes que l'hydrogène deviendrait important et les a poussés à redémarrer leurs activités avec l'hydrogène.

2017

Projet pilote Stad aan 't Haringvliet : utilisation de l'**hydrogène vert** pour le chauffage dans l'**environnement bâti**.

Configuration

Stad aan 't Haringvliet, une ville de 600 logements, passera progressivement d'une ville à méthane à une ville à hydrogène vert.

L'hydrogène vert sera produit localement et utilisé pour chauffer principalement les logements anciens, isolés et difficiles à chauffer. Les canalisations existantes de Stedin seront utilisées pour transporter l'hydrogène.

Investissement

Un **projet pilote à grande échelle** : investissements élevés, longue durée, permanent, à plus grande échelle, résidents impliqués au niveau du quartier, distribution existante

Pour en savoir plus sur les partenaires impliqués et ce projet pilote, cliquez ici (NL). [26]

2018-2023

Projet pilote Rosenberg (phase 2) : produire et utiliser de l'**hydrogène vert** pour le chauffage dans l'**environnement bâti**.

Configuration et objectif

L'hydrogène vert produit localement est transporté par un gazoduc jusqu'à la chaufferie du complexe d'appartements. La canalisation est constituée des mêmes matériaux que ceux utilisés dans les réseaux de méthane ordinaires et l'hydrogène est consommé par des chaudières à hydrogène.

Leçons tirées/points d'intérêt

La municipalité de Rotterdam a été incluse dans le processus dès le début du projet. Son implication active et son état d'esprit positif ont contribué à une collaboration harmonieuse et à un bon déroulement du projet.

Investissement

Projet pour lancer des **expériences** et/ou établir une **démonstration de faisabilité** : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

Un projet de Stedin. [10]

Mars 2018

Décision du gouvernement de mettre fin dès que possible à l'extraction de méthane du gisement de Groningue. **Fin de la production au plus tard en 2030.**

Sécuriser l'approvisionnement en gaz en augmentant l'importation de gaz à haut pouvoir calorifique norvégien et russe, auquel de l'azote est ajouté pour créer du gaz à faible pouvoir calorifique. [3]

2018

Interdiction du gouvernement du **raccordement au gaz.**

Le gouvernement supprime l'obligation de la loi sur le gaz pour les GRD de raccorder les nouveaux clients au réseau de gaz. Comme les GRD néerlandais n'effectuent que des travaux légalement obligatoires, retirer cette obligation représente donc une « interdiction de raccordement ».

Les nouveaux bâtiments peuvent se contenter du « tout électrique » en raison d'une isolation efficace. La déclaration « Éliminons le gaz » est née.

2019-

Au fil des ans, cette déclaration est devenue plus nuancée et est devenue : « Nous devons éliminer le méthane ».

Mars 2018

Gasunie prépare une nouvelle **usine d'azote** pour faciliter les réductions d'extraction de gaz à Groningue. L'usine devrait être **prête en 2022.** [4]

2018-2025

Réalisation d'un **circuit de gaz pour l'hydrogène** et d'un **petit réseau** dans le **Green Village**.

Le Green Village est un espace d'innovation où de nouvelles technologies dans le domaine de l'approvisionnement énergétique durable, ainsi que des systèmes d'eau et de déchets sont testées et appliquées en environnement « réel ».

Configuration et objectif

Plusieurs gestionnaires de réseaux régionaux ont installé un circuit de gaz pour l'hydrogène. Ils visent à acquérir de l'expérience et des connaissances dans le domaine de l'exploitation et de la maintenance d'un réseau de distribution d'hydrogène.

Leçons tirées/points d'intérêt

- La pose des canalisations et l'installation du circuit n'ont pas été difficiles.
- Des précautions et une attention supplémentaires doivent être prises lors de l'établissement et de l'exécution des méthodes de travail en raison des propriétés différentes de l'hydrogène par rapport au méthane.
- Les services environnementaux dans le quartier et au niveau local n'étaient pas encore préparés à ce projet, ce qui a prolongé le processus d'autorisation. Cela peut, en partie, être attribué à une législation inexistante pour le transport de l'hydrogène avec les spécifications d'un réseau de distribution.

Investissement

Projet pour lancer des **expériences** et/ou **établir une démonstration de faisabilité** : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

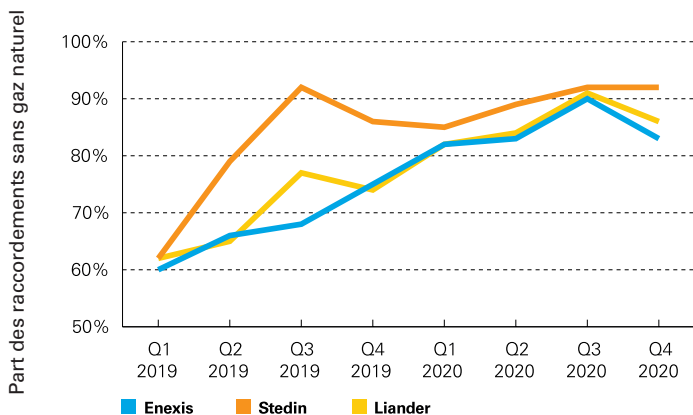
Une société d'Alliander, d'Enexis et de Stedin.

Pour en savoir plus sur le circuit de gaz hydrogène, cliquez ici (NL). [27]
 Pour en savoir plus sur le système d'énergie durable, cliquez ici. [28]

2018-2022

Malgré l'« interdiction du gaz », la suppression de l'obligation pour les gestionnaires de réseaux de raccorder chaque nouveau logement construit au réseau de gaz, ainsi que la pression des ONG et des organismes gouvernementaux pour ne pas raccorder ces logements, plusieurs projets de construction de nouveaux logements étaient toujours connectés au réseau de gaz par les GRD.

- Au cours de la période 2018-2022, les autorités ont reçu et accordé 6 382 demandes de raccordement au gaz. Celles-ci provenaient de différentes zones dans plusieurs municipalités. [29]
- La part des logements neufs sans méthane a augmenté, mais le pourcentage de logements sans raccordement au réseau de gaz n'atteint pas 100 %. Voir le graphique avec le pourcentage de logements sans gaz ci-dessous. [23]



2018>

La prise de conscience au niveau de la société et la recherche d'alternatives durables augmentent. En raison de l'opinion publique dominante sous la devise « Le gaz c'est mal, l'électricité c'est bien », on note une augmentation du nombre de demandes de déconnexion des logements existants du réseau de gaz. La consommation d'électricité augmente et les gestionnaires de réseaux mettent tout en œuvre pour étendre le réseau et les innovations des réseaux intelligents. Malgré leurs efforts, nous sommes maintenant confrontés à une congestion du réseau.

2018-2025

Projet pilote Lochem : L'utilisation de l'hydrogène dans l'environnement bâti pour chauffer plusieurs logements emblématiques protégés difficiles à isoler.

Configuration

L'hydrogène est fourni par des remorques porte-tubes et transporté par des canalisations pour hydrogène et une infrastructure pour méthane existante réutilisée. Une chaudière de chauffage central 100 % hydrogène sera installée dans chacun des 10-15 logements pour fournir de la chaleur. La conversion à l'hydrogène est initialement prévue pour être temporaire, c'est-à-dire pour une période de 3 ans (2022-2025), mais a la possibilité d'être prolongée.

Leçons tirées/points d'intérêt

Identifier, connecter et maintenir l'engagement de toutes les parties prenantes liées à ce projet pilote en assure le succès. Un acteur adverse dans cette toile complexe compliquerait déjà sérieusement la réalisation du projet.

Les parties prenantes suivantes sont impliquées : UE, gouvernement national, gouvernement provincial, gouvernement local, ACM, normalisation, banques, compagnies d'assurance, conseillers, installateurs, investisseurs institutionnels et fonds de pension, associations de logement, gestionnaires de réseaux, RES, région de sécurité, fournisseurs de subventions, locataires et propriétaires, concédants de licence, groupes d'intérêt.

Investissement

Un **projet pilote à petite échelle** : investissements moyens, durée moyenne, à petite échelle, résidents impliqués de leur propre initiative, réseau de distribution existant.

Un projet de Liander, de Remeha, de Kimenai, de l'association Protected Cityscape Berkeloord, des habitants participants, de la coopération pour l'énergie LochemEnergie. Implication particulière de la province de Gelderland, des municipalités de Lochem et de Kiwa.

2019-2026

Projet pilote Oosterwolde (Sinnewetterstof).

Configuration

Pour soulager le réseau électrique, un **électrolyseur** (1,4 MW) à côté du **parc solaire** de GroenLeven (60 W) à Oosterwolde sera construit.

Objectif

L'objectif pour le gestionnaire de réseau Liander est d'acquiescer de l'expérience avec l'application d'un électrolyseur en termes de contrôle, de contrôlabilité et de sécurité.

Investissement

Projet pour lancer des **expériences** et/ou établir une **démonstration de faisabilité** : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

Les partenaires de ce projet sont : Alliander, GroenLeven, Ecomunitypark/BioSintrum, Venekoten et OrangeGas

Pour en savoir plus sur ce projet pilote, cliquez ici (NL). [30]

2019

TKI New Gas a été fondé en 2019. Son objectif est de soutenir les innovations dans le domaine des molécules durables et leurs substituts climatiquement neutres qui sont importants pour une transition énergétique réussie.

TKI New Gas s'est concentré sur quatre sujets.

- Hydrogène
- Gaz vert
- Géo-énergie
- Captage, utilisation et stockage du carbone

2019

Signature de l'accord sur le climat et présentation des objectifs et mesures des Pays-Bas.

2019 (juillet)

GTS présente des chiffres qui montrent que l'extraction de gaz de Groningue peut déjà être nulle à la mi-2022. Une fermeture au plus tard en **2026** est souhaitée. [7]

2017-2019

Les Klimaattafels (tableaux climatiques) ont été fondées. Organes composés de représentants des gouvernements, d'entreprises et d'organisations de la société civile qui concluent des accords sur des mesures sectorielles pour réduire les émissions de CO2 et atteindre les objectifs de Paris. Les cinq tableaux climatiques aux Pays-Bas sont : l'électricité, l'environnement bâti, l'industrie, l'agriculture et l'utilisation des sols, et la mobilité.

~2019

Gasunie lance le projet de SDC « Porthos ».

Avant ce projet, des opportunités de SDC ont été consultées. L'idée n'était pas défendue par la société et les subventions n'étaient pas en place.

2020

Projet pilote Uithoorn : des logements à démolir dans l'**environnement bâti** ont temporairement été alimentés en hydrogène

Configuration et leçons tirées

Dans un certain nombre de logements à démolir, le réseau de méthane existant a temporairement été converti pour être adapté à l'hydrogène. Des informations précieuses sur le temps nécessaire pour préparer le réseau de gaz au transport et à l'utilisation de l'hydrogène dans les logements existants ont été obtenues.

Investissement

Projet pour **lancer des expériences** et/ou établir une **démonstration de faisabilité** : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

Un projet de Stedin.

Pour en savoir plus sur le rapport technique, cliquez ici (NL). [31]

2020

Feuille de route du gaz vert

La politique gouvernementale visant à faciliter la mise à l'échelle du gaz vert se concentre sur :

- Un régime de subvention distinct pour le gaz vert ou les gaz sans CO2
- Une obligation de mélange de gaz vert dans l'environnement bâti et/ou l'industrie
- Une réduction de la taxe énergétique sur le gaz vert.
- TKI Nieuw Gas a été invité à composer un programme d'innovation mettant en évidence les innovations à fort potentiel et la meilleure façon de les mettre en œuvre.
- Condition préalable que la biomasse soit produite et transformée de manière durable.
- Précision de la contribution pour que les secteurs des utilisateurs finaux soient plus durables.

Pour en savoir plus, consultez les sections [18], [17].

2020

Politique gouvernementale visant à inscrire l'hydrogène dans le système énergétique sans CO2. L'accent est mis sur 4 aspects clés :

1. Loi et juridiction
2. Réduction des coûts et mise à l'échelle de l'hydrogène vert
3. Consommation finale durable
4. Politique de soutien et d'accompagnement

2020-Aujourd'hui

Le gouvernement met en place le successeur du programme de subventions SDE+ : **SDE++**.

Cette réglementation rembourse, entre autres : la production de chaleur par la biomasse, la production de biogaz, l'énergie solaire photovoltaïque et solaire thermique, l'énergie éolienne terrestre, la géothermie, l'hydroélectricité.

Le changement le plus important de SDE+ à SDE++ est que l'accent est désormais déplacé de la production d'énergie vers la réduction de CO2. En outre, quelques nouvelles techniques sont devenues éligibles à une indemnisation.

2020-2022

Début du programme national de recherche **HyDelta**, qui vise à l'**intégration sûre de l'hydrogène** dans l'**infrastructure** de transport et de distribution du gaz **existante**. Le consortium se concentre sur le transport de l'hydrogène et a sous-divisé les principales questions en trois modules de travail.

1. Sécurité de l'hydrogène : concerne les questions relatives au transport de l'hydrogène dans l'infrastructure existante pour le méthane.
2. L'hydrogène dans le réseau de gaz : concerne les questions relatives à l'exploitation, à la maintenance et à la sélection des composants pour le transport de l'hydrogène dans l'infrastructure existante de transport et de distribution du gaz.
3. Chaîne de valeur et mélange d'hydrogène : enquête sur l'état actuel des technologies de l'hydrogène, les analyses de rentabilisation potentielles qui existent autour d'elles et une enquête sur le sujet du mélange d'hydrogène d'un point de vue politique.

HyDelta est un consortium de DNV, de Kiwa, de Gasunie, Netbeheer Nederland, de New Energy Coalition, de TNO et est financé par TKI, Hydrogen Europe, FCH JU.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur : Hydeltanl. [32]



2020-Aujourd'hui

Construction de l'**Hydrogen Experience Centre** Kiwa-Alliander : une installation pour la **formation** et les **démonstrations** pour les projets de reconversion dans l'**environnement bâti**.

L'Hydrogen Experience Centre est principalement conçu comme un lieu de formation pour les techniciens et les installateurs de gaz. En plus de cela, il sert également de lieu de démonstration pour montrer à quiconque, du gouvernement local aux résidents intéressés, qu'il est possible d'alimenter l'environnement bâti en hydrogène.

Configuration

L'Hydrogen Experience Centre est raccordé au réseau de distribution de méthane ainsi qu'à un système de distribution d'hydrogène alimenté par des remorques porte-tubes. Les mêmes canalisations de distribution sont utilisées pour le méthane et l'hydrogène. Deux chaudières sont installées dans le centre : une fonctionnant au méthane et une fonctionnant à 100 % à l'hydrogène. Les techniciens et installateurs peuvent obtenir les compétences techniques nécessaires au processus de conversion du méthane en hydrogène et mettre en pratique leurs compétences de maintenance sur le réseau de distribution d'hydrogène à l'extérieur du bâtiment.

Leçons tirées/points d'intérêt

- Apporter de l'hydrogène à l'environnement bâti est techniquement tout à fait possible.
- Les méthodes de travail pour passer des chaudières à méthane aux chaudières à hydrogène doivent être établies avec une attention particulière. Cela s'applique également aux méthodes de travail pour la conversion, la remise en service et l'entretien des canalisations de distribution.

Investissement

Projet pour **lancer des expériences** et/ou établir une **démonstration de faisabilité** : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

Pour en savoir plus sur les activités autour de cette installation, cliquez ici. [33]

Un projet de Kiwa et Alliander.

2020-2023

Réalisation d'une **canalisation d'hydrogène** et d'un **petit réseau** pour tester **les équipements, les appareils et les systèmes de chauffage** par hydrogène par EnTranCe.

Configuration et objectif

Une canalisation d'hydrogène a été installée sur les terrains d'essai et raccordée au réseau en boucle déjà existant pour l'eau chaude, l'eau froide, l'électricité et le gaz. Les entreprises, les chercheurs et les étudiants peuvent expérimenter, tester et améliorer leurs équipements d'hydrogène. Parmi ces équipements, on trouve les systèmes de chauffage pour les logements ou les systèmes de conversion à l'hydrogène.

Investissement

Projet pour lancer des expériences et/ou établir une démonstration de faisabilité : faibles investissements, courte durée/cycle court, pas de résidents directement impliqués, lieux de test continus, éducation et formation.

Les partenaires d'EnTranCes peuvent être trouvés ici. [34]

2020

Projet pilote Wagenborgen : Utilisation de l'hydrogène en combinaison avec des pompes à chaleur hybrides dans l'**environnement bâti** pour chauffer une zone résidentielle.

Configuration

L'hydrogène vert est fourni par un agriculteur local et transporté par des gazoducs en partie neufs et en partie réutilisés vers une zone résidentielle avec environ 40 locataires à Wagenborgen. Une combinaison d'une chaudière 100 % hydrogène, d'une pompe à chaleur hybride, de panneaux solaires et d'une isolation est installée pour chauffer les logements. Les logements devraient être raccordés au réseau d'hydrogène fin 2022.

Leçons tirées/points d'intérêt

La municipalité d'Eemsdelta s'est engagée dans le processus dès le début du projet. Une bonne communication avec la municipalité et les résidents est une des choses qui rend ce projet unique.

Investissement

Un **projet pilote à petite** échelle : investissements moyens, durée moyenne, à petite échelle, résidents impliqués de leur propre initiative, réseau de distribution existant.

Les partenaires de ce projet sont : Groninger Huis, Enexis Groep, Energiewacht, Intergas et Clean Energy.



2021-Aujourd'hui

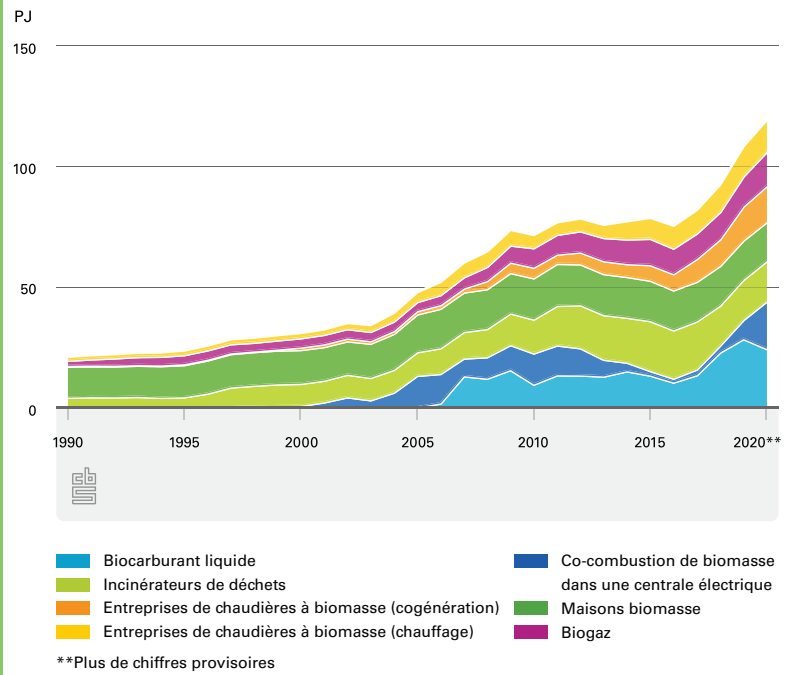
Le gouvernement annonce des programmes basés sur la feuille de route du gaz vert :

- Obligation de mélange pour le gaz vert : en 2030, 20 % du gaz utilisé devrait être composé de gaz vert.
- Subventions pour les gaz sans CO2 et le gaz vert. Exemples :
 - Soutenir les centrales électriques au gaz afin qu'elles puissent utiliser du gaz sans CO2.
 - Subventions pour l'achat de pompes à chaleur hybrides
 - Subventions pour soutenir la production d'hydrogène via la technique de l'électrolyse (min. 0,5 MW)
 - Soutenir les producteurs de gaz vert

Aujourd'hui

La quantité de **biomasse** produite et utilisée pour différentes applications a augmenté au fil des ans. 1 000 PJ = 31,6 BCM [35]

Biomasse brute d'utilisation finale par source



Aujourd'hui

Le nombre de producteurs de **gaz vert** raccordés au réseau de gaz a augmenté au fil des ans et la consommation de gaz vert ne cesse d'augmenter.

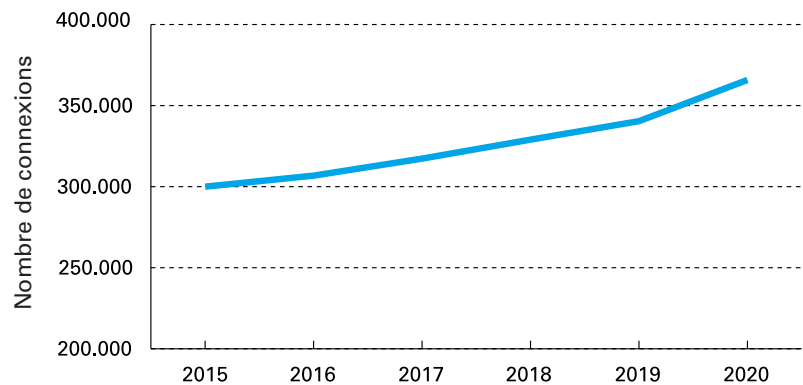
De 2019 à 2020, la part de gaz vert a augmenté de trente pour cent.

- 2019 : 148 millions de mètres cubes
- 2020 : 196 millions de mètres cubes (équivalent à 1 915 GWh). [36]

Pour certains gestionnaires de réseaux, le gaz vert est devenu une activité standard plutôt qu'une exception.

Aujourd'hui

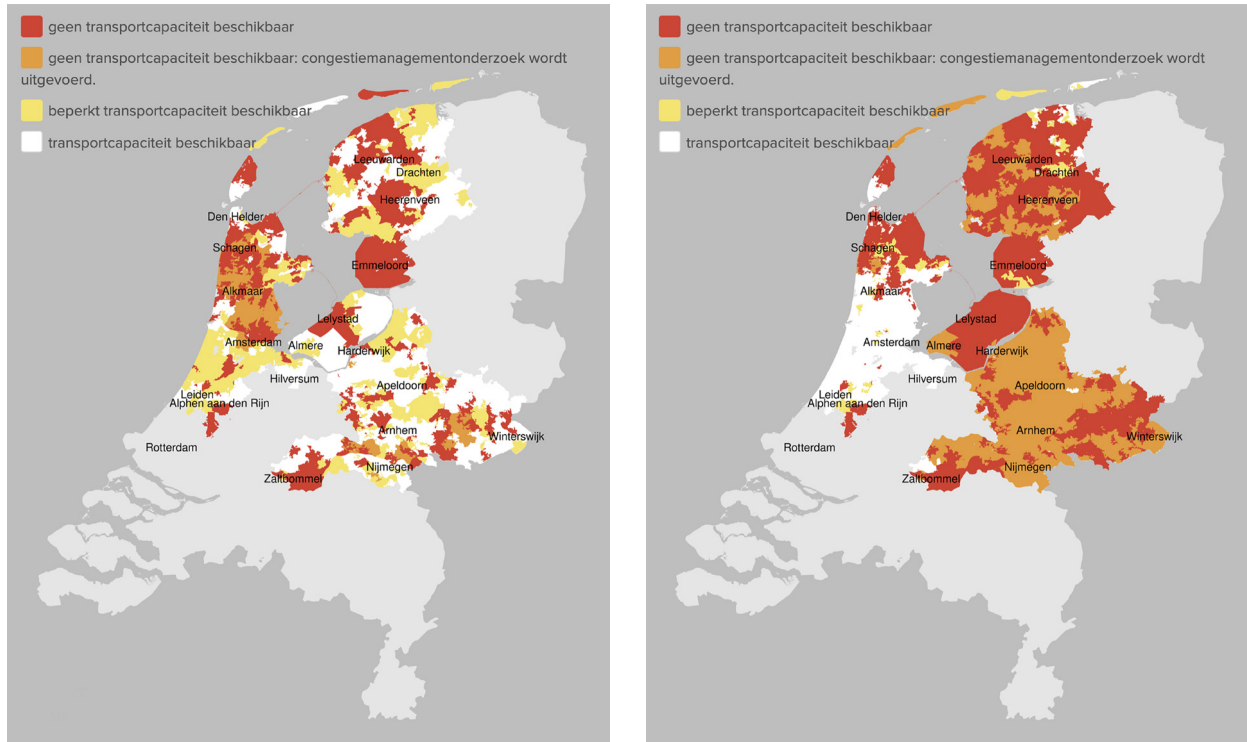
Le nombre de logements raccordés à de grands réseaux de chauffage de **quartier est** est en croissance constante. [23]



Aujourd'hui

La situation de **congestion** du **réseau électrique néerlandais** exploité par le GRD Liander. L'image de gauche illustre la disponibilité des raccords pour la consommation d'énergie. Dans les zones de couleur rouge et orange, les entrepreneurs ne peuvent pas s'installer, car leur établissement ne peut pas être raccordé au réseau électrique (p. ex. les supermarchés). Sur l'image de droite, les producteurs qui veulent être réinjectés dans le réseau. Les zones de couleur rouge sont des zones à prédominance rurale où un surplus d'électricité verte décentralisée, produite par l'énergie solaire ou éolienne, ne peut pas être réinjecté dans le réseau. [37]

Légende: ■ Aucune capacité de transport disponible; ■ Aucune de capacité de transport disponible, une solution est à l'étude; ■ Capacité de transport limitée disponible; ■ Capacité de transport disponible



Aujourd'hui

Planification détaillée et enquête pour le développement des **éléments de base pour l'hydrogène** de Gasunie.

Pour en savoir plus sur les programmes et les phases de développement, cliquez ici. [38]

Aujourd'hui

Gasunie est impliqué dans le projet Amaris. Un projet de transport et de stockage de CO₂ à grande échelle dans des gisements de gaz vides sous la mer du Nord.

Pour en savoir plus sur l'état actuel du projet, cliquez ici. [39]

2022

Début du programme national de recherche **HyDelta 2**.

Une continuation du programme de recherche HyDelta de 2022.

HyDelta 2 est un consortium de DNV, de Kiwa, de Gasunie, Netbeheer Nederland, de New Energy Coalition, de TNO et est financé par TKI, Hydrogen Europe, FCH JU.

2. Références

- [1] « knmi.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/aardbevingen-door-gaswinning>. [Consulté en février 2022].
- [2] « Rijksoverheid.nl- Duurzame energie », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie>. [Consulté en février 2022].
- [3] “Kamerstuk 33529 457,” Ministerie van Economische zaken en Klimaat, 2018. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33529-457.html>. [Consulté en février 2022].
- [4] « Gasunie.nl », mars 2018. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.gasunie.nl/en/news/gasunie-prepares-new-nitrogen-plant-to-facilitate-gas-extraction-reductions-in-groningen>. [Consulté en février 2022].
- [5] A. Muntendam-Bos et J. de Waal, « Reassessment of the probability of higher magnitude earthquakes in the Groningen gas field », organisme de surveillance de l'état des mines, 2013.
- [6] J. de Jong, « Advies aan EZ over aardbevingen in de provincie Groningen », Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), 2013.
- [7] “Kamerstuk 33529 678,” Ministerie van Economische zaken en Klimaat, 2019. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33529-678.html>. [Consulté en février 2022].
- [8] m. v. E. Z. H.G.J. Kamp, « Kamerstuk 33529 28 Gaswinning Groningen-veld », janvier 2014. [En ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2014Z00726&did=2014D01490. [Consulté en février 2022].
- [9] K. Mathijs, H. Ophoff, W. Bouwman and F. Scholten, « Waterstof in aardgas op Ameland », Kiwa, 2012.
- [10] Stedin, Fiche d'information Power2Gas, 2019.
- [11] « Overheid.nl », juin 2000. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://wetten.overheid.nl/BWBR0011440/2022-01-01>. [Consulté en février 2022].
- [12] « Overheid.nl », juillet 1998. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://wetten.overheid.nl/BWBR0009755/2021-07-01>. [Consulté en février 2022].
- [13] « Topsectorenergie.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/TKI%20Gas/TerugblikTKI-Gas-2012-2016.pdf>. [Consulté en février 2022].
- [14] K. de Jong, J. Klein Hesselink, J. Bos, G. Oort et J. Zuidema, « Groen gas keten », Eskwadraat in opdracht van TKI Nieuw Gas, 2020.
- [15] P. N. Gas, « Vol gas vooruit! De rol van groen gas in de Nederlandse », 2018.
- [16] G. G. Forum, « Routekaart hernieuwbaar gas », 2014.
- [17] « Groengas.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://groengas.nl/programmas/routekaart-groen-gas-presenteert-de-beleidsmaatregelen-voor-opscaling-van-de-groengasproductie/>. [Consulté en février 2022].
- [18] « Kamerstuk 32813 487 », Ministerie van Buitenlandse Zaken en Klimaat, 2020. [En ligne]. Disponible à l'adresse : https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2020Z05796&did=2020D12111. [Consulté en février 2022].
- [19] « nationaalwatersstofprogramma.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://nationaalwaterstofprogramma.nl/cms/view/4b35b52e-0b73-4b17-8c54-06a5877864f4/cross-ectore-werkgroep-waterstof>. [Consulté en février 2022].
- [20] « gaslicht.com », 2020. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.gaslicht.com/nieuws/vele-honderden-huizen-toch-op-het-gasnet-aangesloten>. [Consulté en février 2022].
- [21] « rijksoverheid.nl », 2021. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.rijksoverheid.nl/regering/documenten/publicaties/2022/01/10/coalitieakkoord-omzien-naar-elkaar-vooruitkijken-naar-de-toekomst>. [Consulté en février 2022].
- [22] « www.netbeheernederland.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.netbeheernederland.nl/dossiers/>

- toekomstscenarios-64. [Consulté en février 2022].
- [23] Natuur&Milieu, « Gasmonitor 2021 », Natuur&Milieu, 2021.
- [24] Stedin, « Stedin.net », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.stedin.net/zakelijk/branches/overheden/het-openingsbod/methode>. [Consulté en février 2022].
- [25] E. Commission, « eur-lex.europa.eu », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=COM%3A2021%3A803%3AFIN>. [Consulté en février 2022].
- [26] « h2goeree-overflakkee.com », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://h2goeree-overflakkee.com/project/stad-aardgasvrij-hydrogen-city/>. [Consulté en février 2022].
- [27] « thegreenvillage.org », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://thegreenvillage.org/waterstofstraat/>. [Consulté en février 2022].
- [28] « thegreenvillage », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://thegreenvillage.org/en/energy-system-of-the-future/>. [Consulté en février 2022].
- [29] ACM, « www.acm.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/netbeheerders/gasaansluitplicht/gasregister>. [Consulté en février 2022].
- [30] G. / Liander, « sinnewetterstof.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://sinnewetterstof.nl/>. [Consulté en février 2022].
- [31] Stedin, « www.stedin.net », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.stedin.net/over-stedin/duurzaamheid-en-innovaties/waterstof/uithoorn>. [Consulté en février 2022].
- [32] « Hydelta.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://hydelta.nl/>. [Consulté en février 2022].
- [33] Kiwa, « www.kiwa.com », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.kiwa.com/nl/nl/themas/energietransitie-in-nederland/waterstofhuis/>. [Consulté en février 2022].
- [34] EnTranCe, « www.en-tran-ce.org », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.en-tran-ce.org/over-entrance/partners/>. [Consulté en février 2022].
- [35] CBS, « www.cbs.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/39/steeds-meer-hernieuwbare-energie-uit-biomassa>. [Consulté en février 2022].
- [36] Enexisgroep, « www.enexisgroep.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.enexisgroep.nl/nieuws/aandeel-groen-gas-in-nederland-met-30-toegenomen/>. [Consulté en février 2022].
- [37] Liander, « www.liander.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.liander.nl/transportschaarste/beschikbaarheid-capaciteit>. [Consulté en février 2022].
- [38] Gasunie, « www.gasunie.nl », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.gasunie.nl/en/expertise/hydrogen/hydrogen-backbone>. [Consulté en février 2022].
- [39] « www.aramis-ccs.com », [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.aramis-ccs.com/>. [Consulté en février 2022].

Kiwa Technology B.V.

Wilmersdorf 50
Postbus 137
7300 AC Apeldoorn

Tél. 088 998 35 21
E-mail. technology@kiwa.nl
Web. kiwatechnology.nl

