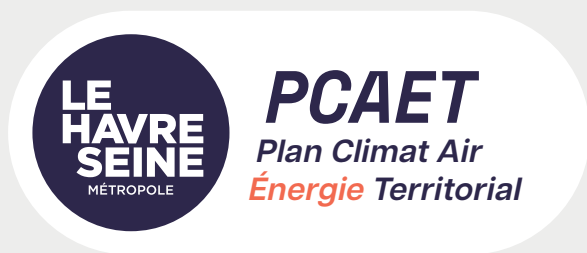


Plan Climat Air Énergie Territorial **Annexes**



ANNEXES

Table des matières

1. INTRODUCTION À LA DÉMARCHE DE SCÉNARISATION	3
1.1. FINALITÉ DE LA SCÉNARISATION	3
1.2. MÉTHODOLOGIE RETENUE	3
1.3. OUTIL DE SIMULATION	5
2. ÉVOLUTIONS CLIMAT-AIR-ÉNERGIE TENDANCIELLES DU TERRITOIRE	6
2.1. ÉVOLUTION DU TISSU URBAIN DU HAVRE SEINE MÉTROPOLE	6
2.2. PERFORMANCE DES BÂTIMENTS NEUFS	6
2.3. PROJECTION DES FACTEURS D'ÉMISSION CARBONE DES ÉNERGIES	7
3. HYPOTHÈSES RETENUES POUR LES SCÉNARIOS CONTINUITÉ, EXPLORATOIRE ET RÉFÉRENCE NATIONALE	9
3.1. SECTEUR RÉSIDENTIEL	9
3.2. SECTEUR TERTIAIRE	15
3.3. SECTEUR INDUSTRIEL	18
3.4. SECTEUR DES TRANSPORTS	20
3.5. PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE	26
4. RÉSULTATS DES SCÉNARIOS CONTINUITÉ, EXPLORATOIRE ET RÉFÉRENCE NATIONALE	33
4.1. RÉSULTATS GLOBAUX DES SCÉNARIOS	33
4.2. RÉSULTATS PAR SECTEUR	38
5. COMPTE RENDU DE L'ATELIER CONSOMMATION DU 31 MAI 2022	47
5.1. INTRODUCTION DE L'ATELIER	47
5.2. REMARQUES SUR LE VOLET MOBILITÉS TERRESTRES	49
5.3. REMARQUES SUR LE VOLET MOBILITÉS MARITIMES	49
5.4. REMARQUES SUR LE VOLET INDUSTRIE	49
5.5. REMARQUES SUR LE VOLET BÂTIMENTS	49
5.6. UNE PROBLÉMATIQUE IMPORTANTE POUR RTE SUR L'AUGMENTATION DE LA DEMANDE ÉLECTRIQUE	50
6. COMPTE RENDU DE L'ATELIER PRODUCTION DU 1ER JUIN 2022	51
6.1. INTRODUCTION DE L'ATELIER	51
6.2. LES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉTUDIÉES ET SCÉNARISÉES SUR LE TERRITOIRE	53
6.3. LES INFRASTRUCTURES D'AVITAILLEMENT POUR LA MOBILITÉ	54
7. NOTE DE SYNTHÈSE DU POTENTIEL DES RÉSEAUX DE CHALEUR	55
7.1. INTRODUCTION	55
7.2. AMBITIONS DES 3 SCÉNARIOS DE DÉVELOPPEMENT DES RCU EN MATIÈRE DE PRODUCTION	55
7.3. HYPOTHÈSES DE DÉVELOPPEMENT EN MATIÈRE DE CONSOMMATION	56
7.4. RÉSULTATS DES 3 SCÉNARIOS DE DÉVELOPPEMENT EN MATIÈRE DE CONSOMMATION	58
7.5. RACCORDEMENT DES BÂTIMENTS PUBLICS DE LA VILLE DU HAVRE ET DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE	61
8. CARTOGRAPHIE DU RISQUE INONDATION ET SUBMERSION	64

1. Introduction à la démarche de scénarisation

1.1. Finalité de la scénarisation

Le Schéma Directeur des Énergies de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole est une démarche visant à :

- | Renforcer la connaissance de la situation énergétique du territoire de la CU,
- | Construire une vision partagée et une feuille de route commune à l'ensemble des acteurs.

La première phase de construction du modèle énergétique du territoire a consisté à réaliser un diagnostic sur le sujet des consommations et productions énergétiques, ainsi que sur les déploiements possibles d'énergies renouvelables (photovoltaïque, biogaz, ...). Cette première phase est le point de départ de la **deuxième phase de stratégie**, visant à construire différents scénarios d'évolution possibles du territoire, permettant d'évaluer la trajectoire énergétique dans le cas d'un suivi strict des évolutions tendanciennes, ou au contraire de scénarios plus ambitieux.

La scénarisation vise donc à fournir un **état projeté de la situation énergétique de la CU**. Le but est d'estimer, en faisant varier des paramètres clés, quels sont les objectifs que le territoire peut raisonnablement se fixer. Les scénarios construits doivent aussi permettre d'apprécier l'impact de l'évolution programmée sur des facteurs tels que l'évolution des consommations énergétiques ou encore la qualité de l'air.

A la fin de la démarche, la CU se positionne sur un scénario cible qui fixera les objectifs politiques en matière de transition énergétique. Ce scénario sera traduit en plan d'actions.

1.2. Méthodologie retenue

Dans un premier temps, trois scénarios ont été créés, l'année 2040 ayant été choisie comme année charnière. Cette année a été retenue comme point de passage dans la mesure où il s'agit d'une année assez éloignée pour que des actions ou tendances entamées aujourd'hui puissent réellement avoir un impact, et il s'agit aussi d'une année assez proche pour que le système énergétique tel qu'il est envisagé à cet horizon-là ne soit pas totalement différent du système actuel (pas de « science-fiction »).

Les scénarios sont les suivants :

- | Scénario « S0 Continuité » : ce scénario est basé sur la prolongation des effets observés actuellement, prenant en compte les actions déjà prises sur le territoire. Les ambitions de LHSM ou d'autres acteurs qui n'ont pas encore été formellement actées ne sont pas prises en compte.
- | Scénario « S1 Exploratoire » : ce scénario est basé sur une synergie poussée entre la Zone Industriale-Portuaire et la ville du Havre et ses alentours
- | Scénario « S2 Référence nationale » : scénario « normatif » permettant d'atteindre des objectifs nationaux en 2040 tout en tenant compte des spécificités du territoire. Ce scénario sera en cohérence avec les objectifs nationaux à horizon 2050 (SNBC).

Afin de déterminer l'évolution énergétique du territoire, un ensemble « d'actions » a été défini, actions qui correspondent à des transformations subies par le territoire. Chaque action est définie par des caractéristiques techniques, un coût et un niveau d'ambition. La rénovation énergétique du bâtiment résidentiel est un exemple d'action ; ses caractéristiques techniques correspondent alors au type de rénovation en jeu et surtout au gain que l'on peut en attendre, tandis que le niveau d'ambition correspond au nombre de logements qui seront rénovés entre l'instant présent et l'année 2040.



Figure 1 - Philosophie des trois scénarios prospectifs

Afin de préciser les hypothèses associées à chaque type d'actions, deux ateliers ont été mis en place :

- | Un atelier « Consommation », s'intéressant principalement aux questions de la demande en énergie (et donc aux actions de maîtrise de la demande) ;
- | Un atelier « Production », s'intéressant aux questions de production d'énergie (que ce soit des moyens de production comme les ENR ou bien des équipements de chauffage dans les bâtiments) et des réseaux d'énergie.

Ces ateliers, qui ont eu lieu les 31 mai et 1^{er} juin 2022 et auxquels ont participé des acteurs du territoire (Logeo seine, GRDF, SYNERZIP, HaropaPort, Habitat76, AURH, Transdev, Chambre d'agriculture, RTE Normandie, RésOcéane, le SDE76 et Enedis) ont permis de valider un premier lot d'hypothèses pour les 3 scénarios définis. Les scénarios ont été modélisés et simulés avec ce jeu d'hypothèses afin d'obtenir la vision du système énergétique métropolitain en 2040. Les comptes rendus des ateliers sont disponibles en annexe de ce document.

Les résultats issus de cette phase ont été présentés en COTECH les 6 septembre et 18 octobre 2022. **Le jeu d'hypothèses retenu pour définir les 3 scénarios et les résultats correspondants sont présentés dans les annexes 2, 3 et 4.**

À la suite de cette phase, la CU a engagé à l'automne un travail de réflexion ayant pour objectif de choisir un scénario cible pour son territoire. Le scénario cible retenu est présenté en section 4.

1.3. Outil de simulation

Le logiciel Artelys Crystal City a permis de simuler le système énergétique du territoire de la CU du Havre Seine Métropole à horizon 2040 pour chacun des scénarios. Le logiciel optimise la consommation et la production, et permet de représenter finement l'effet des différentes actions énergétiques (rénovation thermique des bâtiments, efficacité énergétique, intégration des énergies renouvelables...). Il permet aussi de calculer les investissements nécessaires à chacun des scénarios. Ces montants d'investissement sont à faire porter par l'ensemble des parties prenantes de la Communauté urbaine et doivent donc être partagés entre les différents acteurs du territoire : particuliers, entreprises, LHSM, Etat et autres organismes publics.

2. Évolutions climat-air-énergie tendancielles du territoire

2.1. Évolution du tissu urbain du Havre Seine Métropole

Afin de projeter la consommation énergétique du territoire à horizon 2040, des hypothèses concernant l'évolution du tissu urbain sont nécessaires. En effet, la construction de nouveaux logements sera la source de nouvelles consommations résidentielles, tandis que le développement de nouvelles activités économiques sera aussi à l'origine d'une évolution des consommations énergétiques.

Afin de construire une politique énergétique en accord avec les objectifs d'aménagement, ces évolutions ont été estimées en cohérence avec les différents schémas d'orientation (SCOT, PLUi...). Il s'agit en particulier d'intégrer des hypothèses d'évolution du nombre de logements, et des zones/locaux d'activité économique cohérentes avec les projections des documents d'aménagement. Le modèle du territoire réalisé dans cette étude est à la maille IRIS (subdivision des communes).

a. Évolution du parc de logements

Les chiffres et hypothèses suivantes ont été retenues (issues du Programme local de l'habitat 2022-2028 - PLH) :

- | 790 constructions neuves / an
- | 126 démolitions / an
- | La répartition géographique des constructions neuves et démolitions suit les 4 catégories définies dans le PLH :
 - Pôle urbain principal : Le Havre (63% de la population de la CU)
 - Autres pôles urbains : Sainte-Adresse, Octeville-sur-Mer, Montivilliers, Harfleur et Gonfreville-l'Orcher (17% de la population de la CU)
 - Centres bourgs : Fontaine-la-Mallet, Gainneville, Épouville, Étretat, Criquetot-l'Esneval et Saint-Romain-de-Colbosc (6% de la population de la CU)
 - Communes rurales : les 42 autres communes (14% de la population de la CU)

Enfin, on conserve une part de 56% de logements collectifs et 44% de maisons individuelles dans les constructions neuves.

b. Évolution de l'activité économique

Le Schéma de Cohérence Territoriale de 2012 (SCOT) fournit des projections de l'activité économique (nombre d'emplois) jusqu'en 2020 seulement. Dans le cadre de cet exercice (horizon 2040), le nombre d'emplois a été gardé constant entre 2019 et 2040.

2.2. Performance des bâtiments neufs

Les nouveaux bâtiments construits sont supposés respecter les réglementations en vigueur lors de leur construction, à savoir la RE2020. Les performances retenues sont les suivantes : consommation en énergie réduite par rapport à la RT 2012 (chauffage < 12 kWh_{ep} – *énergie primaire*), objectif de bâtiment à énergie positive (production renouvelable compensant les consommations énergétiques), principalement à partir de production d'électricité par panneaux solaires photovoltaïques.

2.3. Projection des facteurs d'émission carbone des énergies

Pour chacun des vecteurs énergétiques, des contenus carbonés en gCO₂/kWh sont utilisés pour calculer les émissions de gaz à effet de serre à partir de la consommation d'énergie. Ces grandeurs sont par ailleurs projetées de manière commune entre les différents scénarios (variable de contexte).

a. Électricité

La décarbonation du mix électrique français (grâce au développement des énergies renouvelables) amènera une diminution du contenu CO₂ de l'électricité dans les années à venir. Cette baisse du contenu CO₂ est à prendre en compte à l'échelle du mix national. Les valeurs retenues sont issues des exercices de prospective de l'Ademe (*Ademe – Visions 2030-2050 (2014)*) pour l'année 2040 (moyenne entre les années 2030 et 2050). Le contenu CO₂ actuel de l'électricité provient de la Base Carbone ADEME.

b. Gaz

L'introduction de biométhane dans le réseau gazier, contribuera aussi à faire baisser le contenu CO₂ du gaz à l'échelle nationale. Les données retenues sont issues du travail prospectif sur l'origine du gaz réseau de l'Ademe (*Ademe – Transitions 2050 (2022)*). La valeur 2040 a été calculée en utilisant le mix de gaz proposé par l'Ademe (moyenne des 4 scénarios prospectifs proposés) et en supposant que le biométhane ait un bilan CO₂ neutre, ce qui amène à un contenu de 114gCO₂/kWh PCI. Le contenu CO₂ actuel du gaz provient de la Base Carbone ADEME. Pour le GNL, le même ratio d'incorporation de biométhane a été appliqué permettant de passer de 215gCO₂/kWh PCI à 131gCO₂/kWh PCI.

c. Réseaux de chaleur

Le facteur d'émission des réseaux de chaleur actuel provient des chiffres déterminés lors du diagnostic du schéma directeur des énergies de la Communauté Urbaine Le Havre Seine Métropole. Ce contenu est le contenu moyen de l'ensemble des réseaux (publics et privés). Pour l'année 2040, le contenu moyen a été estimé à partir des évolutions retenues dans chacun des scénarios étudiés.

d. Carburants liquides

L'introduction de biocarburants contribuera aussi à faire baisser le contenu CO₂ des carburants liquides à l'échelle nationale. Les données retenues sont issues du travail prospectif de l'Ademe (*Ademe – Transitions 2050 (2022)*). La valeur 2040 a été calculée en utilisant le taux d'incorporation de biocarburants proposé par l'Ademe (moyenne des 4 scénarios prospectifs proposés) et en supposant que les biocarburants ont un bilan CO₂ neutre, ce qui amène à un contenu de 164gCO₂/kWh PCI. Le contenu CO₂ actuel des carburants liquides proviennent de la Base Carbone ADEME.

e. Hydrogène

Le contenu CO₂ de l'hydrogène actuel provient de la Base Carbone ADEME. Pour l'année 2040, le contenu moyen a été estimé en considérant que l'hydrogène sera produit par électrolyseur grâce à de l'électricité provenant du réseau.

f. Bois et biomasse combustible

Comme les intrants brûlés ne devraient à priori pas changer de nature dans le futur, le contenu CO₂ n'a pas de raison d'évoluer. Le contenu CO₂ actuel provient de la Base Carbone ADEME.

(gCO ₂ /kWh)	2019	2040
Bois	19	19
Electricité	42	18
Hydrogène	155	24
Gaz Naturel	187	114
GNV	187	114
GNL	215	131
Chauffage Urbain (Référence nationale)	227	90
Chauffage Urbain (Exploratoire)	227	107
Chauffage Urbain (Continuité)	227	131
Carburants liquides	254	164

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des contenus CO₂

3. Hypothèses retenues pour les scénarios Continuité, Exploratoire et Référence Nationale

3.1. Secteur résidentiel

a. Rénovation des bâtiments

Dans chacun des scénarios, un programme de rénovation du parc a été envisagé. Ce programme distingue deux types de rénovation (légère ou lourde) et propose d'intervenir sur 35 % à 51 % des résidences principales. La rénovation dite légère se limite à l'isolation de la toiture et la pose d'un double-vitrage alors que la rénovation lourde inclut l'isolation de la toiture et du plancher, la pose d'un double-vitrage, l'isolation thermique par l'extérieur ainsi que la rénovation du système de ventilation.

Selon l'état du logement rénové, la rénovation légère permet de diminuer les consommations de chauffage de 10 % à 25 % tandis que la rénovation lourde permet d'atteindre de 20 % à 60 % d'économies. Pour tous les scénarios, il a été retenu de considérer prioritaires les bâtiments les plus anciens (construits avant 1990), qui présentent généralement les moins bonnes performances thermiques et donc pour lesquels cette rénovation va apporter la plus grande plus-value.

Type de rénovation	Type de bâtiment	Construit avant 1975	Construit entre 1975-1990	Construit après 1990
Rénovation légère (isolation des combles et double vitrage)	Logements collectifs	15%	10%	10%
	Maison individuelle	25%	20%	15%
Rénovation lourde (isolation des combles, du plancher, isolation thermique de l'extérieure, double vitrage, VMC)	Logements collectifs	40%	30%	20%
	Maison individuelle	60%	50%	30%

Tableau 2 - Pourcentage de gains énergétiques sur le chauffage en fonction de l'âge du bâtiment et du type de rénovation (Source : visions ADEME 2030-2050)

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Remplacement des chaudières fioul	Déploiement élec et gaz selon mix actuel de l'IRIS	Zone dense : RCU, puis gaz Périphérie : Bois et électricité	Zone dense : RCU, puis PAC Périphérie : Bois
Remplacement des chaudières gaz	100% chaudières à condensation	RCU, puis 50% de chaudières à condensation et 50% de PAC hybrides	RCU, puis 50% de chaudières à condensation et 50% de PAC
Remplacement des convecteurs électriques	100% panneaux rayonnants	Panneaux rayonnants en LC et PAC en MI	
Remplacement des vieilles chaudières bois	Remplacement par des équipements performants		
Pénétration de chauffe-eau solaire	-	10% des bâtiments équipables sont équipés de chauffe-eau solaire pour l'ECS	20% des bâtiments équipables sont équipés de chauffe-eau solaire pour l'ECS
Bâtiments neufs	Priorité RCU puis déploiement élec, gaz et bois selon le mix de la SNBC		

Tableau 3 - Objectifs de rénovation dans le résidentiel, par scénario

b. Changement de vecteur et d'équipement de chauffage

Il a été retenu d'appliquer deux politiques distinctes : l'une pour les logements existants et l'autre pour les logements neufs. Ces derniers suivent les préconisations faites dans la SNBC à horizon 2040 quel que soit le scénario.

Comme la durée de vie moyenne d'un équipement de chauffage est de 20 ans, la totalité des équipements aura été remplacée à horizon 2040. On considère qu'ils sont remplacés par des équipements neufs avec de meilleurs rendements, voire par des équipements « nouvelle génération » tels que des pompes à chaleur pour le chauffage ou du solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire.

Les changements d'équipements sont étudiés selon plusieurs critères : le type de logement (maison, appartement), la disponibilité des réseaux et l'équipement de chauffage actuel.

REPLACEMENT DU FIOUL

Au vu des rythmes actuels de remplacement des chaudières au fioul, nous avons retenu dans tous les scénarios un remplacement systématique de ces moyens de chauffage. Ces derniers sont remplacés par des chaudières gaz haute performance, des pompes à chaleur ou des chaudières au bois en fonction de la disponibilité des réseaux.

L'impact budgétaire pour la Communauté Urbaine sera fonction des décisions politiques prises sur le soutien aux porteurs de projets de rénovation (aides à l'isolation, à l'achat de systèmes de chauffages).

VALORISATION DU POTENTIEL DE BIOMASSE

Sur le territoire, le potentiel de biomasse est actuellement fortement sollicité. La consommation de biomasse n'augmente pas sur le territoire mais celle-ci permet d'alimenter un plus grand nombre de logements, notamment grâce aux actions d'efficacité énergétique.

Néanmoins, un travail sera engagé entre la Communauté urbaine et ses partenaires afin de valoriser la filière bois-énergie notamment via des actions en faveur de la plantation de haies et la récupération des déchets ciblés.

RACCORDEMENT AUX RÉSEAUX DE CHALEUR

Dans chacun des scénarios, le potentiel de raccordement ainsi que les zones candidates au raccordement ont été définis lors de l'atelier production. Une note spécifique explique plus précisément le travail mené pour le raccordement aux réseaux de chaleur. Cette note est disponible en [annexe 7](#).

REPLACEMENT D'ÉQUIPEMENTS PAR DES ÉQUIPEMENTS PLUS PERFORMANTS

Les chaudières des différents logements sont progressivement remplacées par des équipements plus performants. Les remplacements effectués diffèrent en fonction des scénarios, et sont présentés dans le tableau suivant :

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Remplacement des chaudières fioul	Déploiement élec et gaz selon mix actuel de l'IRIS	Zone dense : RCU, puis gaz Périphérie : Bois et électricité	Zone dense : RCU, puis PAC Périphérie : Bois
Remplacement des chaudières gaz	100% chaudières à condensation	RCU, puis 50% de chaudières à condensation et 50% de PAC hybrides	RCU, puis 50% de chaudières à condensation et 50% de PAC
Remplacement des convecteurs électriques	100% panneaux rayonnants	Panneaux rayonnants en LC et PAC en MI	
Remplacement des vieilles chaudières bois	Remplacement par des équipements performants		
Pénétration de chauffe-eau solaire	-	10% des bâtiments équipables sont équipés de chauffe-eau solaire pour l'ECS	20% des bâtiments équipables sont équipés de chauffe-eau solaire pour l'ECS
Bâtiments neufs	Priorité RCU puis déploiement élec, gaz et bois selon le mix de la SNBC		

Tableau 4 - Changement d'équipements en fonction du scénario

Arbitrages sur la rénovation énergétique des logements

► Des arbitrages sont à produire sur les objectifs en matière de **rythme de rénovation** (nombre d'opérations réalisées chaque année, montée en charge) et de **performance unitaire** (gain moyen des opérations).

► Une priorisation de l'effort à réaliser entre mettre l'accent sur la **réduction de la demande en énergie** (chauffage notamment) *via* des investissements dans la rénovation thermique des logements et mettre l'accent sur la **performance des systèmes** *via* des investissements dans la conversion et le renouvellement des équipements.

Dans le dimensionnement et le déploiement des dispositifs d'accompagnement technique et financier de la rénovation énergétique des logements, des arbitrages sont à produire sur :

- Les **cibles de l'accompagnement** : les types de projets, les bénéficiaires (propriétaires occupants, propriétaires bailleurs), les conditions de ressources ;
- Les **moyens de l'accompagnement** : en se concentrant sur certains dispositifs sur l'isolation et les équipements, soumis à des conditions de performance ;
- Les **objectifs sur les différents segments du parc** de logements : logements collectifs (copropriétés), maisons individuelles, logement social.

Il s'agit de dimensionner les moyens humains et financiers mobilisables pour aligner le rythme et la performance des rénovations globales avec les enjeux de la neutralité carbone.

Le pari à prendre porte sur la **capacité d'entraînement** des accompagnements techniques et financiers de la Communauté urbaine sur une demande spontanée, considérant que la Communauté urbaine ne pourra pas aider, ni financièrement ni techniquement, tous les porteurs de projets ; l'action sur la filière rénovation doit être suffisamment forte pour améliorer la compétitivité de l'offre et raccourcir les temps de retour sur investissement.

Eléments de contexte favorables à une orientation	Leviers politiques de la Communauté Urbaine
<ul style="list-style-type: none"> Augmentation des coûts de l'énergie qui renforce le retour sur investissements de la rénovation (<!-- augmentation des coûts des matériaux) 	<ul style="list-style-type: none"> Accompagnement des porteurs de projets (conseil) Aides à la rénovation (co-financement) Animation des professionnels (montée en puissance d'une offre de rénovation performante et à coût maîtrisé)

c. Sensibilisation et sobriété énergétique

Les actions de sensibilisation et d'accompagnement à la sobriété énergétique peuvent avoir des impacts significatifs sur la consommation énergétique des ménages. Même si les baisses de consommations sont souvent inférieures à des actions plus structurantes comme les rénovations énergétiques, la sensibilisation permet d'enclencher une dynamique positive chez les citoyens, et d'éviter certains effets néfastes lors d'actions d'efficacité énergétique (effet rebond, augmentation de la température de chauffage, etc.).

Différentes actions de sensibilisation et d'accompagnement à la sobriété énergétique ont été modélisées dans les scénarios :

- | **Compteurs intelligents** : Déploiement des compteurs intelligents, qui permettent d'offrir de nouveaux services incitant à la sobriété énergétique ;
- | **Accompagnement** : Communication spécifique sur les comportements et la sobriété énergétique ;
- | **Outils de régulation** : Démocratisation des robinets thermostatiques et des thermostats intelligents.

Les caractéristiques suivantes ont été retenues pour ces différentes actions :

	Hypothèses	Impacts
Compteurs intelligents	Déploiement des compteurs intelligents, qui permettent d'offrir de nouveaux services incitant à la sobriété énergétique	-1% de consommation (tous usages)
Sensibilisation	Communication spécifique sur les comportements et la sobriété énergétique	-5% de consommation (tous usages)
Outils de régulation	Démocratisation des robinets thermostatiques et thermostats intelligents	-5 à 10% (chauffage)

Tableau 5 – Actions de sensibilisation et de sobriété et leurs impacts sur le résidentiel

Comme le déploiement de compteurs communicants (linky/gazpar) est en cours sur tout le territoire, et une réglementation contraignante existe pour les outils de régulation de chauffage, peu de différences sont supposées entre les scénarios. La sensibilisation est en revanche l'axe où la Communauté urbaine a le plus de leviers d'action.

Par conséquent la part de logements sensibilisés change significativement entre les différents scénarios.

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Rénovation pour les surfaces > 1 000 m ²	Application du décret tertiaire à toutes les surfaces > 1000 m ² : réduction de 50% de la consommation énergétique		
Taux annuel de rénovation pour les surfaces < 1 000 m ²	2% / an	3% / an	3% / an
Gain énergétique par rénovation pour les petites surfaces	- 15% sur la consommation de chauffage	-35% sur la consommation de chauffage	-35% sur la consommation de chauffage

Tableau 6 – Objectifs de sensibilisation et de sobriété du résidentiel en fonction du scénario ¹

Arbitrages sur la maîtrise comportementale de la demande

► La projection des scénarios de transition retient des hypothèses sur des impacts de la sensibilisation des ménages à la réduction de la demande en énergie, fruits de démarches d'animation individuelle et collective.

La mobilisation de moyens de communication et d'accompagnement dans le long terme constitue l'enjeu principal pour animer (informer, accompagner) et maintenir la sensibilité et les comportements vertueux dans le temps.

Une méthode transversale est à penser et à déployer pour créer de l'animation et de la sensibilisation à la sobriété et à l'efficacité énergétique dans le logement.

Des liens sont à créer entre ces actions de sensibilisation et l'ensemble des politiques publiques contribuant à la transition écologique menées par LHSM (ex. compostage, réduction des déchets ménagers, économie d'eau, changement des pratiques de mobilités, évolution des pratiques alimentaires, etc.).

La création d'une structure d'animation type **Agence locale de l'énergie et du climat (ALEC)** pour porter des missions d'information et de sensibilisation des ménages est une piste de travail et un investissement efficace.

Éléments de contexte favorables à une orientation

- Contexte de crise des prix de l'énergie et médiatisation de la « sobriété »
- Séquence locale porteuse avec la révision stratégique des politiques déchets, mobilité, climat (+ ZFE-m)

Leviers politiques de la Communauté Urbaine

- Actions de sensibilisation
- Information institutionnelle, stratégie de communication

¹ Au total, 136.000 logements se trouvent sur le territoire de la CU, dont 121.000 résidences principales (source : Diagnostic Climat Air Energie)

3.2. Secteur tertiaire

a. Décret tertiaire

Le décret tertiaire fixe des objectifs de réduction des consommations énergétiques des bâtiments entre 2020 et 2050. Les objectifs de réduction d'énergie sont de -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050 par rapport à 2010. Ainsi, dans les trois scénarios, cet objectif réglementaire a été considéré pour toutes les activités tertiaires du secteur public ou du secteur privé et dont la surface plancher cumulée liée à cette activité est supérieure à 1000m². Par la suite, nous ne détaillerons que les actions énergétiques liées au petit tertiaire puisque pour atteindre les objectifs fixés dans le décret tertiaire, des efforts conséquents sont nécessaires à la fois dans la rénovation, dans l'efficacité énergétique mais aussi dans la sensibilisation.

b. Rénovation des bâtiments (petit tertiaire)

Dans chacun des scénarios, un programme de rénovation du parc tertiaire a été envisagé pour le petit tertiaire. A défaut de disposer de données historiques des rénovations du tertiaire pour ce territoire, les taux de rénovations du parc ont été considérés identiques à ceux du parc résidentiel.

La baisse des consommations de chauffage associées aux rénovations varie aussi d'un scénario à l'autre, car on suppose que les rénovations effectuées dans les scénarios S1 et S2 sont plus ambitieuses. Dans le scénario de la Continuité, les rénovations sont considérées comme étant légères.

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Rénovation pour les surfaces > 1 000 m ²	Application du décret tertiaire à toutes les surfaces > 1000 m ² : réduction de 50% de la consommation énergétique		
Taux annuel de rénovation pour les surfaces < 1 000 m ²	2% / an	3% / an	3% / an
Gain énergétique par rénovation pour les petites surfaces	- 15% sur la consommation de chauffage	-35% sur la consommation de chauffage	-35% sur la consommation de chauffage

Tableau 7 – Objectifs de rénovation énergétique du tertiaire selon le scénario

c. Changement de vecteur et d'équipement de chauffage

Les hypothèses de changement de vecteur et d'équipements de chauffage sont très similaires entre le secteur résidentiel et le secteur tertiaire. En effet, même si les dynamiques à mettre en place sont différentes (remplacer un vecteur de chauffage pour un particulier ou un acteur économique ne répond pas aux mêmes logiques), les objectifs peuvent être supposés identiques. Pour cela 2 catégories de tertiaire ont été considérées :

- | Le petit tertiaire (les commerces) se comporte comme des logements à chauffage individuel ;
- | Le gros tertiaire (santé, éducation, sport, bureaux, etc.) se comporte comme des logements à chauffage collectif .

On peut donc se référer au tableau 15 de changement d'équipements présenté plus haut dans la section traitant du résidentiel.

d. Sensibilisation et Sobriété

Le secteur tertiaire déploie déjà des solutions pour maîtriser ses consommations d'énergie. En effet, le management de l'énergie (audit énergétique, certification ISO 5001, ...) est souvent mis en place pour les grandes entreprises dans le cadre de leurs travaux de RSE (responsabilité sociale des entreprises). De la même façon, la GTB (Gestion technique des bâtiments) est de plus en plus souvent mise en place pour les acteurs tertiaire présents dans un site de taille importante (hôpitaux, grands bâtiments d'administration, centres commerciaux, etc.). En effet, cette dernière permet des réductions importantes des consommations d'énergie par une meilleure connaissance des postes fortement consommateurs, et d'un suivi plus adapté (baisse du chauffage et de la climatisation la nuit, meilleure gestion de l'éclairage). Des opérations de relamping (notamment en LED) permettent également de diminuer fortement la consommation d'électricité utilisée pour l'usage éclairage.

Les hypothèses techniques suivantes ont été retenues pour ces 3 actions :

	Impacts	Coûts
GTB (Gestion Technique du Bâtiment, système numérique permettant de gérer les équipements de chauffage, climatisation, ventilation, etc....du bâtiment)	-15% de consommation (chauffage, ECS, éclairage, électricité spécifique, climatisation)	De 15 à 25€/m ²
Relamping	-50 kWh/m ² de relamping, soit environ 30% d'économie d'énergie	30€/m ² (lampes, câblages, main d'œuvre compris)
Communication sur les enjeux de l'énergie	-5% de consommation (chauffage, ECS, éclairage, électricité spécifique)	1€/an/m ²

Tableau 8 – Actions de sensibilisation et de sobriété et leurs impacts sur le tertiaire

Le déploiement des différentes actions est différencié suivant les scénarios, avec la répartition suivante :

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
GTB et éclairage	10% des surfaces	30% des surfaces	60% des surfaces
Relamping	10% des surfaces	30% des surfaces	60% des surfaces
Communication	10% des surfaces	30% des surfaces	60% des surfaces

Tableau 9 – Objectifs de sensibilisation et de sobriété du résidentiel en fonction du scénario

Arbitrages sur le secteur tertiaire

► **Rythme de rénovation** nombre d'opérations réalisées chaque année (m² rénovés), montée en charge) et **performance unitaire** (gain moyen des opérations).

► Des orientations différentes entre mettre l'accent sur la **réduction de la demande en énergie** (chauffage notamment) *via* des investissements dans la rénovation thermique des bâtiments et **performance des systèmes** *via* des investissements dans la conversion et le renouvellement des équipements.

Dans le dimensionnement et le déploiement des dispositifs d'accompagnement technique et financier de la rénovation énergétique des logements, les arbitrages à produire portent sur :

- Les **cibles** de l'accompagnement : les types de projets, les bénéficiaires (en priorisant des secteurs d'activités, des types d'entreprises)
- Les **moyens** de l'accompagnement : concentration sur les dispositifs d'accompagnement à l'isolation et le remplacement d'équipement, selon des conditions de performance
- Les **objectifs sur les différents segments du parc** de locaux tertiaires » : un choix à opérer sur le gisement entre tertiaire privé grandes surfaces, petit tertiaire (diffus), tertiaire public.

Il s'agit de dimensionner les moyens humains et financiers mobilisables pour aligner le rythme et la performance des rénovations globales des locaux tertiaires avec les enjeux de la neutralité carbone. Et de porter une réflexion sur les usages à cibler en particulier dans l'objectif de réduction de la demande (vs. l'objectif de couvrir les besoins par des énergies renouvelables intégrées au bâti).

La **rénovation énergétique du tertiaire public** représente un enjeu spécifique pour embarquer des propriétaires de locaux tertiaires privés dans des projets « de secteur » pouvant intégrer des enjeux de mutualisation d'équipements de production ou stockage d'énergie par exemple.

De même la collectivité doit encourager et accompagner techniquement les **projets de rénovation globale à l'échelle de zones d'activités**, pour penser les enjeux de production d'énergie aux côtés des enjeux de performance énergétique.

Éléments de contexte favorables à une orientation	Leviers politiques de la Communauté Urbaine
<ul style="list-style-type: none"> Le « décret tertiaire » pose un cadre réglementaire pour les propriétaires de locaux de grandes surfaces (>1 000 m²) ; des enjeux à accompagner, suivre l'application de la réglementation et embarquer plus largement les propriétaires de locaux tertiaires Augmentation des coûts de l'énergie qui renforce le retour sur investissements de la rénovation (<!)> augmentation des coûts des matériaux) 	<ul style="list-style-type: none"> Accompagnement des porteurs de projets de rénovation (conseil technique) Aides à la rénovation (co-financement) Animation des professionnels (montée en compétence de l'offre) Tertiaire public : Consolider les dispositifs de conseil en énergie partagé

3.3. Secteur industriel

Le secteur industriel est un secteur où il est particulièrement difficile de déterminer l'évolution des consommations d'énergie, car il repose sur de nombreux facteurs non purement énergétiques (évolution de l'activité de l'entreprise, relocalisation d'un site en dehors du territoire, etc.).

La Normandie est la 3^{ème} région de France pour les émissions de son secteur industriel. L'enjeu de décarbonation est donc de taille.


	S0 Continuité	S1 Exploratoire	Référence Nationale
 Baisse des volumes produits	- 3% de consommation finale (scénario tendanciel des Futurs énergétiques de l'ADEME)		
Electrification des procédés industriels	-	18% des combustibles fossiles (hors raffinerie et Yara)	
Système de management de l'énergie	25%	50%	
Valorisation chaleur fatale	Ambitions discutées en atelier production		

Figure 2 Émissions industrielles en MtCO₂ par région. Source : *Le Captage et Stockage géologique du CO₂ (CSC) en France Le CSC, un potentiel limité pour la réduction des émissions industrielles, 2020, ADEME*

Il convient de noter que seules les émissions énergétiques liées à la combustion entrent dans le périmètre de l'étude du Schéma Directeur des Energies. Ainsi, les émissions liées aux procédés n'entrent pas dans la comptabilisation énergétique. Selon le rapport de l'ADEME *Le Captage et Stockage géologique du CO₂ (CSC) en France Le CSC, un potentiel limité pour la réduction des émissions industrielles* : « Les émissions industrielles qui représentent un total de 65 MtCO₂, se décomposent entre les émissions liées aux procédés soit 16 MtCO₂ et les émissions de combustion soit 49 MtCO₂.

Ce sont les **émissions liées aux procédés** qui sont difficiles à réduire car provenant de « réactions chimiques » nécessaires à la production de matériaux et sont celles qui pourraient principalement nécessiter le recours au CSC. Une bonne part des **émissions de combustion** peut, elle, être réduite par la **sobriété énergétique, l'efficacité énergétique, le recours aux Énergies Renouvelables (EnR) ou à l'électrification**. »

Ainsi, les trois pistes identifiées pour la décarbonation du secteur énergétique de l'industrie sont :

- | L'efficacité énergétique
- | L'intégration d'énergies renouvelables
- | L'électrification des procédés

On retiendra donc 2 actions dans le cadre de la construction des scénarios de maîtrise de la demande du secteur industriel :


	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence Nationale
			
Baisse des volumes produits	- 3% de consommation finale (scénario tendanciel des Futurs énergétiques de l'ADEME)		
Electrification des procédés industriels	-	18% des combustibles fossiles (hors raffinerie et Yara)	
Système de management de l'énergie	25%	50%	
Valorisation chaleur fatale	Ambitions discutées en atelier production		

Tableau 10 – Actions d'électrification des procédés et de système de management de l'énergie et leurs impacts sur le secteur industriel

Les hypothèses déclinées par scénario sont les suivantes :


	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence Nationale
			
Baisse des volumes produits	- 3% de consommation finale (scénario tendanciel des Futurs énergétiques de l'ADEME)		
Electrification des procédés industriels	-	18% des combustibles fossiles (hors raffinerie et Yara)	
Système de management de l'énergie	25%	50%	

Tableau 11 – Objectifs d'électrification des procédés et de système de management de l'énergie en fonction du scénario

Le facteur 18% provient de l'étude du CEREN, « Première analyse du potentiel technique d'électrification des procédés industriels thermiques par des technologies matures », 2020.

Enfin, les hypothèses sur l'intégration d'énergies renouvelables sont détaillées dans la section 3.5.

Arbitrages sur le secteur industriel

Les leviers sont limités pour la collectivité. Les décisions des acteurs industriels appartiennent à la sphère privée et sont produites dans un contexte qui dépasse largement le territoire de l'agglomération havraise.

L'enjeu pour la Communauté urbaine concernant l'activité industrielle est avant tout celui d'une posture : se placer en partenaire, être informée et intervenir en appui des projets des industriels concernant leur approvisionnement énergétique et leur consommation.

Il s'agit de tirer profit de la demande des industriels pour consolider le modèle économique de certains projets, comme par exemple valoriser les énergies fatales, ou encore intégrer les unités industrielles dans le modèle énergétique territorial.

3.4. Secteur des transports

a. Évolution du transport de voyageur

EVOLUTION DES PARTS MODALES ET DU VOLUME DE MOBILITÉ

La révision du PDM (Plan de Mobilité, anciennement PDU Plan de Déplacement Urbain) de la Communauté urbaine est actuellement à l'œuvre, les travaux d'élaboration du nouveau PDM se déroulent sur la période 2021-2024.

L'évolution des parts modales est un des éléments influant sur le modèle énergétique. Etant donné les travaux en parallèle sur le PDM, la construction des trois scénarios présentés dans ce rapport s'est basée sur une hypothèse de stabilité du nombre de déplacements et des parts modales.

Cependant, le scénario final (qui fera l'objet d'un prochain rapport) intégrera les objectifs de parts modales du PDM, objectifs posés dans le cadre des comités de pilotage du PDM de l'automne 2022 (entre autres : le passage de la part modale de la voiture individuelle de 43% en 2018 à 35% en 2033).

Arbitrages sur les déplacements/ le transport de personnes

Le scénario cible du PCAET-SDE reprend les objectifs de parts modales portés par le Plan de mobilités (PDM). *Les arbitrages sont en cours de production dans le cadre de l'élaboration du Plan de mobilités.*

Le PCAET-SDE s'articule avec les actions du PDM qui vont organiser et soutenir une évolution des parts modales (cœur de l'exercice du PDM) :

- Le PCAET se concentre sur les enjeux de **réduction de la demande de mobilité** en lien avec le PLUi et l'aménagement des services et commerces de proximité, la ville des courtes distances
- Le PCAET travaille sur le **développement des carburations alternatives** (en lien avec les productions locales d'énergie) pour décarboner les mobilités motorisées.

Éléments de contexte favorables à une orientation	Leviers politiques de la Communauté Urbaine
<ul style="list-style-type: none"> Augmentation globale des coûts de l'énergie (carburants pétroliers, gaz, électricité) : levier de réduction de la demande de mobilité Mise en œuvre de la ZFE-m comme un levier d'interrogation des ménages sur leurs pratiques (enjeu communication) 	<ul style="list-style-type: none"> Offre lignes TC urbaines Infrastructures modes actifs Infrastructures covoiturage Zone à faibles émissions

ÉVOLUTION DES MOTORISATIONS

L'évolution des motorisations pour le transport de personnes est basée sur le document cadre de la SNBC qui prévoit un essor important du marché des véhicules électriques (VE) et Véhicules Hybrides et Rechargeables (VHR), atteignant en 2050 un mix équilibré entre l'hybride, l'électrique et le GNV pour le parc automobile en circulation.

Pour les scénario Exploratoire et Référence nationale, les objectifs de la SNBC sont repris (en considérant une évolution linéaire des achats depuis 2010 pour atteindre le niveau de 2040). Les véhicules sont supposés renouvelés à la fin de leur durée de vie. Cette durée est estimée pour l'exercice de scénarisation présent à 9 ans (chiffre basé sur le taux moyen de renouvellement des véhicules en France).

Pour le scénario Continuité, une projection à partir des tendances actuelles d'achat sur le territoire de la Communauté Urbaine a été réalisée. Ces tendances ont été déterminées en mettant à l'échelle du parc de véhicules de LHSM les tendances d'achat de la région Normandie selon les données du Répertoire Statistique des Véhicules Routiers de 2020 - INSEE.

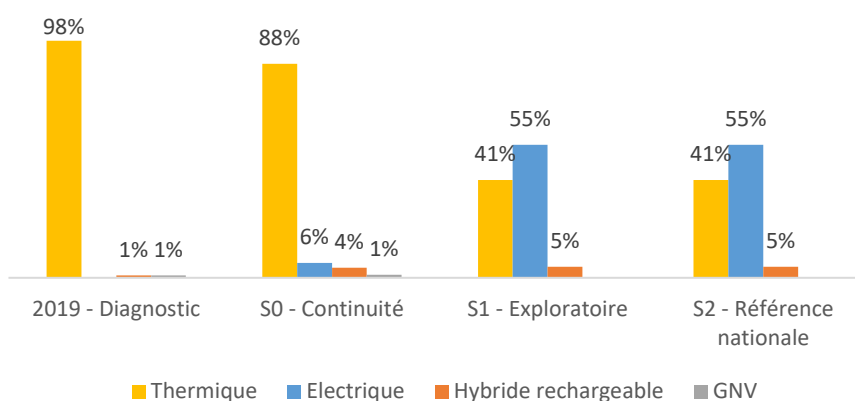


Figure 3 - Part des différentes motorisations dans le parc automobile du territoire

Arbitrages sur les déplacements/ le transport de personnes

► Des hypothèses à projeter sur la répartition des véhicules par type de motorisation dans le parc du territoire (thermiques fossiles, électriques, GNV, hydrogène)

L'enjeu est de penser une cohérence entre l'offre de carburation alternative (les équipements installés sur le territoire) et le développement de la production d'énergie renouvelable pour soutenir le développement de nouveaux usages.

Éléments de contexte favorables à une orientation	Leviers politiques de la Communauté Urbaine
<ul style="list-style-type: none"> • Une accélération de la demande en carburants alternatifs dans le contexte de la crise des marchés de l'énergie fossile (<!-- impacts sur les coûts de l'électricité également) • La Zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) que la Communauté urbaine doit mettre en place en application de la loi Climat et résilience² constituera une contrainte sur les véhicules les plus polluants et favorisera l'accélération du renouvellement du parc 	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastructures de charge (maillage du réseau et tarification) • Gestion de la voirie (accès) • Stationnement (lien aux communes)

b. Évolution du transport de marchandises

ÉVOLUTION DU TRAFIC

Le territoire ne dispose pas d'études localisées et récentes sur l'évolution du trafic de marchandises ou sur l'évolution de l'activité économique. Ainsi, les estimations de la SNBC ont été appliquées, soit une augmentation du nombre de km parcourus de 8% pour les poids lourds (PL) et de 12% pour les véhicules utilitaires légers (VUL) entre 2019 et 2040.

Arbitrages sur le transport de marchandises

► Des objectifs à poser sur l'évolution de la demande de transport de marchandises en lien avec l'activité économique du territoire.

► Sur le volet logistique urbaine, des hypothèses sur l'impact des actions menées et projetées à l'échelle de l'agglomération pour un meilleur remplissage des véhicules et une réduction du trafic en conséquence.

Éléments de contexte favorables à une orientation	Leviers politiques de la Communauté Urbaine
<ul style="list-style-type: none"> • Une organisation de la distribution des biens (e-commerce, etc.) qui tend vers l'individualisation des livraisons 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de la voirie • Plan de circulation • Aménagement d'espaces de logistique urbaine

ÉVOLUTION DES MOTORISATIONS

L'évolution des motorisations pour le transport de marchandises est basée sur le document cadre de la SNBC qui prévoit un essor important du marché de l'électrique pour les VUL (véhicule utilitaire léger), ainsi qu'une pénétration importante de l'hydrogène et du GNV pour les PL.

² La ZFE-m est instaurée par l'autorité compétente, à savoir l'entité disposant des prérogatives en matière de pouvoir de police de circulation lié à la ZFE-m (article L. 5211-9 2 du Code général des collectivités territoriales). Elle est obligatoire pour les agglomérations de plus de 150 000 habitants (au sens de l'INSEE) [cf. Annexe II de l'[Arrêté du 22 décembre 2021](#) pour la liste des communes de l'agglomération havraise au sens de l'INSEE]

Le Ministère et l'ADEME ont élaboré 2 guides à destination des collectivités pour conduire leur démarche de mise en place d'une Zone à faibles émissions (ZFE-m) :

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_accompagnement_mise_en_place_ZFEM.pdf

<https://bibliothèque.ademe.fr/air-et-bruit/5786-guide-d-aide-a-l-elaboration-et-la-mise-en-oeuvre-des-zfe-m.html>

Dans le même temps, l'offre gaz pour les VUL tend à se réduire fortement en raison des directives européennes (en particulier les normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les véhicules dans le cadre de la réglementation CAFE – *Corporate average fuel economy*).

Le scénario retenu devra intégrer les contraintes de la ZFE-m pour dépasser le seul renouvellement des véhicules et viser des solutions collectives de réduction du trafic pour le transport de marchandises.

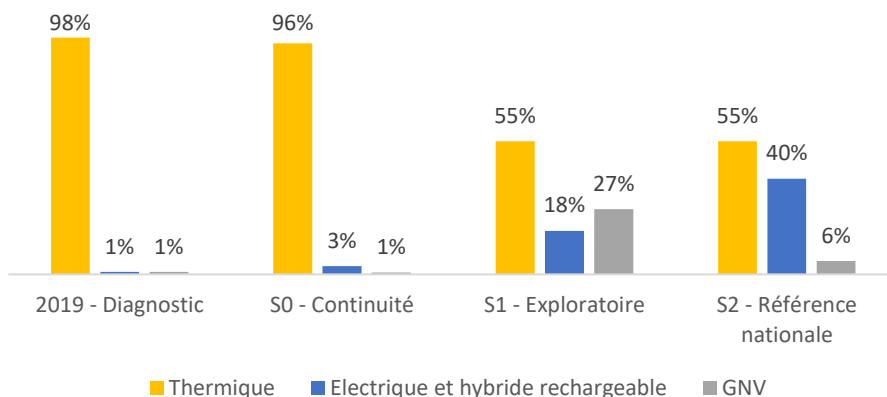


Figure 4 - Part des différentes motorisations dans le parc de véhicules utilitaires légers

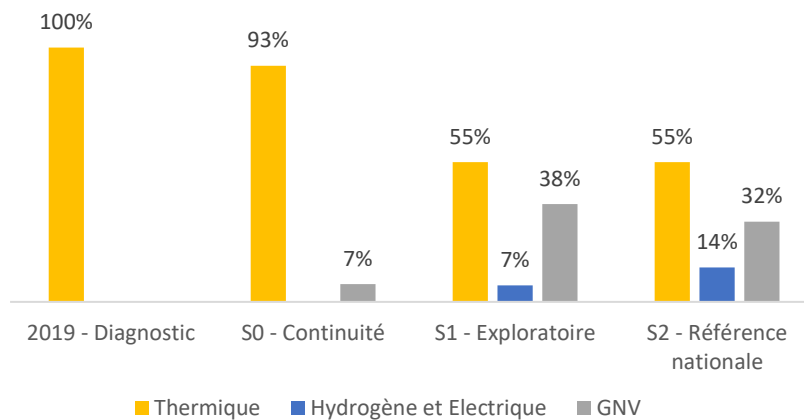


Figure 5 - Part des différentes motorisations dans le parc de poids lourds

Arbitrages sur le transport de marchandises

► Un pari à proposer dans le scénario cible du PCAET-SDE sur la place du gaz, de l'hydrogène et de l'électricité dans le mix des véhicules pour le transport de marchandises ; avec une réflexion par segment du parc (VUL, porteurs, tracteurs).

Éléments de contexte favorables à une orientation	Leviers politiques de la Communauté Urbaine
<ul style="list-style-type: none"> • Une accélération de la demande en carburants alternatifs dans le contexte de la crise des marchés de l'énergie fossile (< !> impacts sur les coûts de l'électricité également) • Mise en œuvre de la ZFE-m comme accélérateur dans les stratégies des acteurs du transport 	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastructures de charge • Gestion de la voirie (accès) • Stationnement (lien aux communes)

c. Évolution du transport maritime

L'idée proposée est de reprendre les scénarios étudiés dans le rapport *Prospective 2040-2060 des transports et des mobilités*³. Différents leviers d'action sont explicités pour diminuer l'impact des ports et du transport maritime.

Levier d'action	Impact maximal sur la consommation prévue en 2050	Acteurs
Amélioration du design	Baisse de 40%	Constructeur, armateur et régulateur
Retrofit (conversion de la motorisation d'un bateau)	Baisse de 15%	Armateur et régulateur
Réduction de la vitesse en eaux profondes	Baisse de 5%	Armateur et régulateur
Propulsion vélique	Baisse de 5%	Armateur et régulateur
Electrification à quais	Changement de vecteur à hauteur de 2% de la consommation	Port et régulateur

Tableau 12 – Hypothèses sur les leviers d'actions sur le transport maritime dans chacun des scénarios

Le changement de carburant utilisé dans les bateaux impacte aussi les émissions directes du secteur :

- | Le GNL permet une baisse de 20% des émissions par rapport au fioul lourd ;
- | L'ammoniac permet une baisse de 100% des émissions par rapport au fioul lourd ;
- | L'hydrogène permet une baisse de 100% des émissions par rapport au fioul lourd.

Ces scénarios représentent des stratégies plus ou moins ambitieuses de réduction des émissions de GES du transport maritime et des ports français. Le scénario, dit « laxiste », représente l'équivalent du scénario Continuité. Le scénario dit « moyen » permet de réduire les émissions du secteur de 50% à horizon 2050 et sera choisi pour les scénarios ambitieux Exploratoire et Référence nationale.

³ <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/283713.pdf>

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Valorisation de chaleur fatale	Pas de valorisation de chaleur fatale	99 GWh (équivalent des études en cours)	S1 + 100 GWh (on double l'ambition par rapport à S1)

Tableau 13 – Ambitions des actions menées dans le transport maritime en fonction du scénario

d. Évolution des infrastructures de recharge

Afin de soutenir les évolutions de motorisation envisagées dans chacun des scénarios, il est nécessaire de prévoir une augmentation des sites de recharge en électricité, hydrogène et GNV. Ces ambitions dans les infrastructures de recharge ont été discutées et ajustées dans l'atelier Production.

Type de point de charge	Puissance individuelle	Coût d'installation	Niveau de déploiement
Prise renforcée privée (particuliers)	3 kVA	1 000€	50% du nombre de voitures particulières
Borne privée (entreprise)	7 kVA	2 500€	100% du nombre de VUL
Borne publique (parking ou voirie)	22 kVA	4 500€	9,5% du nombre de véhicules
Borne de recharge rapide	50 kVA	30 000€	0,5% du nombre de véhicules

Tableau 14 – Hypothèses sur les points de charge pour les véhicules électriques dans chacun des scénarios⁴

Pour le GNV, deux types de stations ont été considérées⁵ :

- | Station à débit lent : destinée aux véhicules légers, cette station est dimensionnée pour 120 véhicules et l'investissement initial est de 500 k€
- | Station à débit rapide : destinée exclusivement aux poids lourds, cette station est dimensionnée pour 60 véhicules et l'investissement initial est de 1,3 millions €.

⁴ Source pour les infrastructures électriques : enquête comportementale faite par Enedis

⁵ Source pour les infrastructures GNV : <https://www.otre.org/wp-content/uploads/2018/11/Gaz-naturel-v%C3%A9hicule-GNV-le-carburant-pour-un-transport-routier-durable.pdf>

Pour l'hydrogène, des stations permettant de fournir jusqu'à 250 kg d'hydrogène ont été considérées. Ces stations nécessitent un investissement par station de 2,5 millions € avec un surcoût de 80% pour installer des électrolyseurs et produire l'hydrogène localement. ⁶

3.5. Production d'énergie renouvelable

a. Chaleur fatale

Le diagnostic a identifié les principaux éléments suivants :

- | Des études sont en cours pour augmenter la production de chaleur urbaine via récupération de chaleur fatale :
 - Total Energies a annoncé un projet de récupération de 95 GWh de chaleur fatale en lien avec RésOcéane ;
 - La récupération de chaleur fatale depuis l'usine de torréfaction Les Cafés Legal augmenterait la production de chaleur de 4 GWh pour SDCMG.
- | Le potentiel de récupération de chaleur fatale maximale a été évaluée à 1,4 TWh dans le diagnostic (estimé selon une étude statistique basée sur les productions de déchets des industriels, voir diagnostic). Des investigations complémentaires site par site permettraient d'identifier les projets véritablement valorisables. Ce potentiel permettrait d'accompagner la décarbonation du mix énergétique dans le bâtiment, en lien avec la politique de rénovation énergétique du bâtiment.

Ainsi, chaque scénario possède une ambition de valorisation de chaleur fatale décrite ci-dessous.

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Valorisation de chaleur fatale	Pas de valorisation de chaleur fatale	99 GWh (équivalent des études en cours)	S1 + 100 GWh (on double l'ambition par rapport à S1)

Tableau 15 – Objectifs de valorisation de chaleur fatale en fonction du scénario

Arbitrages sur la récupération de chaleur et valorisation

► L'enjeu est de promouvoir le développement des réseaux de chaleur dans le cadre de la politique de rénovation énergétique des bâtiments (rénovation globale qui doit penser réduction de la demande et conversion aux systèmes bas carbone). Là où la présence d'un RCU est pertinente, cela implique la substitution de la chaleur des RCU aux besoins actuellement couverts par des énergies fossiles (fioul et gaz)

La stratégie de développement des réseaux de chaleur considère les impacts de la réduction de la consommation de gaz sur l'équilibre financier du réseau, la possible fragilisation du modèle économique du réseau. Le réseau de gaz est un actif, propriété de la Communauté urbaine, dont l'exploitation est encadrée par les autorités de régulation de l'énergie dans une approche de péréquation nationale ; mais la Communauté urbaine peut veiller à prioriser le

⁶ Source pour les infrastructures hydrogène : site de l'AFHYPAC

développement des RCU en considérant les enjeux de démantèlement de tronçons ciblés du réseau de gaz.

Éléments de contexte favorables à une orientation

- Hausse du prix du gaz naturel qui renforce la compétitivité relative des réseaux de chaleur urbains

Leviers politiques de la Communauté Urbaine

- Contrats de DSP : objectifs du concessionnaire
- Investissements dans les réseaux et unités de production
- Consolider les perspectives de densification et d'extension des réseaux existants (enjeux fonciers)
- Accompagner la mise en place d'une structure porteuse de projets de récupération d'énergie qui sécurise les investissements des industriels
- Elaborer une politique de développement de petits réseaux de chaleur en secteur périurbain/centres bourgs, accompagnés d'une politique de densification des bourgs, notamment sur le bâti public (lien PLUi, ZAN)

b. Solaire

Bâtiments existants

Chaque scénario présente des ambitions différentes en termes d'installations de panneaux solaires sur les toitures des bâtiments existants. Le scénario Continuité est basé sur la projection des rythmes d'installation actuels, plutôt modestes, alors que les scénarios Exploratoire et de Référence nationale sont beaucoup plus ambitieux.

Pour le solaire thermique, on suppose que le rythme d'installation reste faible jusqu'en 2040, au vu de l'effondrement du marché français depuis plusieurs années.

Pour le solaire photovoltaïque, il s'agira de promouvoir le développement de panneaux intégrés au bâti, en lien avec la politique de rénovation énergétique des bâtiments.

Bâtiments neufs

On suppose que la réglementation thermique RT 2020 est correctement appliquée, et par conséquent que les bâtiments neufs couvrent l'intégralité de leurs consommations énergétiques par des ENR. Ces consommations sont couvertes à la fois par du solaire photovoltaïque, et du solaire thermique.

Production solaire au sol

Le potentiel de production solaire au sol repose sur la mobilisation de différents types de surfaces :

- | Parkings : dans ce cas, les panneaux photovoltaïques sont placés au-dessus des places de stationnements, en ombrière
- | Zones polluées ou impropres à l'implantation d'autres usages (anciennes carrières, décharges, etc.). Ces sites sont déterminés à partir des bases BASOL, BASIAS et CORINE Land Cover.

Le développement du solaire PV devra se faire selon un principe de non artificialisation, en priorisant les toitures.

Ci-dessous est rassemblé l'ensemble des hypothèses utilisées dans chacun des scénarios.

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Production de biométhane	Production de 183 GWh	Production de 405 GWh (100% du potentiel)	Production de 354 GWh (80% du potentiel de 2050)

Tableau 16 – Objectifs d'installation de panneaux solaires en fonction du scénario

Arbitrages sur la production solaire PV

► Des objectifs à définir sur le développement du solaire PV sur toitures existantes, sur toitures à créer (enjeu règlement d'urbanisme), de centrales au sol sur terrains délaissés, de centrales sur ombrières de parking.

Le solaire PV intégré au bâti peut être promu et accompagné dans le cadre de la politique de rénovation énergétique des bâtiments.

Le solaire PV est la filière à enjeu pour le développement de gros projets de production d'électricité renouvelable (la Communauté Urbaine est engagée dans un projet d'ampleur autour de l'appel à projet « European Union City Facility »). Il s'agit de trouver la posture pour accompagner l'investissement des acteurs du territoire et de faciliter les montages efficaces (autoconsommation vs. raccordement au réseau selon les cas de figure).

Éléments de contexte favorables à une orientation

- Des prix de l'électricité sur les marchés qui invitent à penser des modèles différents, favorisant le développement de l'autoconsommation individuelle et collective

Leviers politiques de la Communauté urbaine

- Mise à disposition de toitures et fonciers publics
- Animation de collectifs de projets (particuliers, entreprises)
- Contraintes d'intégration urbaine/paysagère
- Définir et mettre en œuvre un plan de solarisation des bâtiments publics du territoire
- Organiser et animer un AMI sur les sites à fort potentiel en solaire PV sur toitures et terrains délaissés pour mobiliser les investissements des acteurs du territoire (lien avec la Société d'Economie Mixte ASER).

c. Eolien onshore

Trois contraintes réglementaires majeures restreignent la possibilité d'installer des éoliennes sur le territoire de la Communauté urbaine :

- La distance de 500m minimum avec les habitations
- Le littoral qui crée une bande d'exclusion de 1km le long du littoral
- La présence d'un radar militaire créant une zone d'exclusion de 5km de rayon au centre du territoire

Sauf évolution réglementaire majeure, l'implantation d'éoliennes sur le territoire apparaît donc très complexe. Aucune production n'est retenue dans les différents scénarios.

d. Eolien offshore

L'éolien marin est une filière mature pour laquelle la France a des objectifs ambitieux de développement. Un débat public est en cours à l'échelle nationale au sujet des parcs d'éolien marin au large de la Normandie ⁷. L'électricité produite sera injectée sur le réseau de transport de RTE.

A l'échelle nationale, l'installation de parcs éoliens offshore permettra de baisser le contenu carbone moyen de l'électricité française. Par conséquent, le contenu carbone de cette électricité « nationale » utilisée à l'échelle de la Communauté urbaine baissera également.

Compte tenu de la gestion supra-territoriale de la production d'électricité à partir d'éoliennes offshore, aucune production éolienne n'est retenue dans les scénarios locaux.

e. Gaz renouvelable

Actuellement, il n'existe pas d'unité de méthanisation sur le territoire de la Communauté Urbaine Le Havre Seine Métropole, cependant plusieurs projets sont à l'étude :

- | Projet Méthan'up mené par Urbeez : production estimée à 14 GWh/an à partir de 2024
- | LH Biogaz : production estimée à 19 GWh/an
- | Salamandre, mené par Engie : production estimée à 150 GWh/an de méthane de synthèse à partir de 2025

Le potentiel de production de gaz renouvelable par méthanisation est évalué à 255 GWh/an en 2050.

Pour le scénario Exploratoire, tout ce potentiel est exploité (environ 14 nouveaux projets de taille moyenne avec une production annuelle estimée de 16 GWh/an pour chacun des sites) alors que dans le scénario de Référence nationale, l'exploitation de 80% du potentiel est envisagée (environ 11 nouveaux projets).

La conversion des systèmes de chauffage doit intégrer la perspective de maintien du réseau de gaz comme un actif du territoire, avec un travail nécessaire sur le verdissement de l'énergie transportée, par le développement du biométhane (en local et au niveau national).

⁷ Le débat public est accessible ici : <https://eolmernormandie.debatpublic.fr/>

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Production de biométhane	Production de 183 GWh	Production de 405 GWh (100% du potentiel)	Production de 354 GWh (80% du potentiel de 2050)

Tableau 17 – Objectifs de production de biométhane en fonction du scénario

Arbitrages sur la méthanisation

► Des hypothèses à définir sur le développement des unités de méthanisation territoriales pour injection du gaz au réseau.

La Communauté urbaine peut faciliter et d'accompagner des projets qui peinent dans leur acceptabilité ; il s'agit de donner de la hauteur à la filière dans l'approvisionnement énergétique du territoire et la contribution à une visée d'augmentation de l'autonomie énergétique.

Éléments de contexte favorables à une orientation

- Hausse du prix du gaz naturel sur les marchés qui invitent à penser un approvisionnement plus local et à coûts maîtrisés

Leviers politiques de la Communauté urbaine

- Animation des filières
- Développement de projets sur déchets urbains
- Achat de (bio)gaz
- Mettre en place une animation dans le territoire pour favoriser l'adhésion aux projets de production de biométhane
- Définir une stratégie d'achat de gaz en appui des projets locaux de biométhane
- Engager le projet de méthanisation des boues de la station d'épuration STEP Edelweiss

f. Bois énergie

A la différence des autres potentiels de production renouvelable, la production « locale » de bois-énergie s'entend avec un rayon d'approvisionnement de 75 km autour du territoire de la Communauté urbaine. Pour éviter le phénomène de concurrence avec les territoires voisins, une hypothèse de répartition de la ressource au prorata de la population est faite pour garantir une juste répartition entre les différents territoires.

Les forêts publiques et privées proches du territoire de la Communauté urbaine ainsi que les industries produisant des produits connexes du bois (sciure, écorce, ...) ont un potentiel de production durable compris entre 200 et 250 GWh/an. Or la consommation actuelle de 260 GWh/an dépasse déjà ce potentiel.

Ainsi, dans chacun des scénarios, pour faire du bois énergie une énergie renouvelable durable, l'effort est mené sur la relocalisation de la production de bois et sur une augmentation de l'efficacité de ses usages. Une augmentation de la quantité consommée ne peut pas être envisagée du fait du déséquilibre actuel entre consommation et potentiel de production durable et locale, mais une meilleure utilisation du bois énergie est l'objectif de tous les scénarios afin de chauffer plus de logements avec la même quantité de bois tout en faisant des efforts de relocalisation via des actions comme l'initiative Carbolocal.

Arbitrages sur le bois énergie

► Des objectifs à définir pour le développement de la production de chaleur bois par les différents types d'équipements, à consommation constante de ressource : chaufferies bois pour alimenter des réseaux de chaleur ou bâtiments collectifs, chaudières bois petit collectif/petit tertiaire, équipements individuels (poêle, chaudières, etc.).

Il y a peu de bois sur le territoire, avec la perception d'une mauvaise gestion de la ressource ; il y a un fort enjeu de gestion de la filière et de production de combustible de qualité.

Un enjeu à optimiser la consommation de la ressource bois : 260 GWh de bois énergie consommés annuellement, avec 200 GWh de bois énergie disponible dans un rayon de 75 km. Un travail sur les usages doit être réalisé aux côtés du travail sur le gisement : produire plus de chaleur (avec des équipements plus efficaces) et chauffer plus de logements (mieux isolés) avec la même ressource bois... En particulier pour nourrir la forte ambition sur les réseaux de chaleur.

g. Géothermie

La ressource géothermique n'est pas particulièrement intéressante en Seine Maritime et le fonctionnement actuel des réseaux de chaleur n'est pas adapté, d'après le Schéma Directeur du réseau SECGO de Gonfreville l'Orcher se basant sur un rapport de ITherm Conseil :

« *Le fonctionnement actuel du réseau n'est pas adapté à l'utilisation d'une ressource géothermique pour les raisons suivantes :*

- | *Réchauffage des températures retour du réseau par la chaufferie G'DO ;*
- | *Débats primaires non adaptés aux besoins réels des abonnés ;*
- | *Pas de mise en cascade du réseau (tubes HT, tubes MT, tubes BT). »*

La géothermie de surface quant à elle est considérée via l'installation de PAC géothermique individuelle dans le résidentiel et le tertiaire, et ne sera pas exploitée comme un potentiel ENR mais plutôt comme une action de réduction de la consommation du bâtiment (acquisition d'un équipement de chauffage plus performant).

h. Hydrogène

Le potentiel de production locale d'hydrogène vert fait plus intervenir une volonté politique que de réelles contraintes locales. Le déploiement d'électrolyseurs utilisant de l'électricité renouvelable pourra permettre de produire de l'hydrogène.

La production d'électricité renouvelable pouvant être absorbée de manière locale (autrement dit consommée instantanément), l'hydrogène comme moyen de flexibilisation du système électrique n'est pas utile à l'échelle du territoire de la Communauté urbaine. Des réflexions à une échelle plus globale pourront être menées.

A ce jour, seul le projet HYNAMICS prévoyant l'installation progressive d'une capacité de 6 MW d'électrolyseurs à horizon 2030 est envisagé. La production est estimée à 10,5 GWh d'hydrogène, d'après le Rapport de la commission présidée par Patrick CRIQUI sur les coûts d'abattement publié en Janvier 2022). Le dynamisme de la Seine-Maritime sur le sujet de l'hydrogène permet d'entrevoir un développement d'un écosystème au sein de la Communauté urbaine.

A noter, le projet Air Liquide Normand'Hy consiste à construire un électrolyseur d'au moins 200 MW dans la zone industrielle de Port-Jérôme pour alimenter entre autres les raffineries de présentes sur le territoire de la Communauté urbaine. Un tel électrolyseur aura une capacité de production envisagée plus de 30 fois plus élevée que sur le territoire de la Communauté urbaine.

	S0 Continuité	S1 Exploratoire	S2 Référence nationale
Production d'hydrogène par électrolyseur	10,5 GWh H2/an (capacité installée de 6 MW)	S0 + besoins pour les usages de mobilité lourde	S0 + besoins pour les usages de mobilité lourde

Tableau 18 – Objectifs de production d'hydrogène par électrolyseur en fonction du scénario

i. Bilan

Le bilan des énergies renouvelables produites sur le territoire est présenté dans la figure ci-dessous.

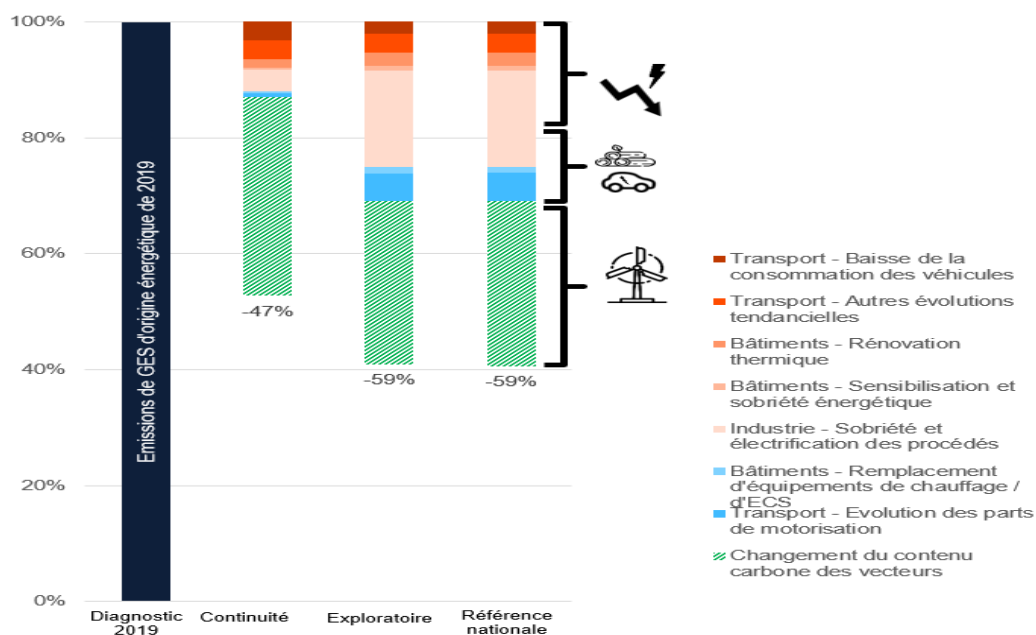


Figure 6 - Production locale d'ENR&R (GWh)

4. Résultats des scénarios Continuité, Exploratoire et Référence Nationale

4.1. Résultats globaux des scénarios

a. Focus sur les émissions de GES d'origine énergétique

Les émissions de GES d'origine énergétique diminuent considérablement à horizon 2040. Trois catégories d'actions sont pour cela nécessaires :

- | Des actions de **réduction des consommations énergétiques** (rénovations, sensibilisation, gain d'efficacité...).
- | Des actions de **report vers des vecteurs énergétiques moins carbonés** (électrification de la mobilité et des procédés industriels, déploiement des RCU pour remplacer des chaudières fossiles, sortie du fioul...).
- | Des actions de **verdissement de la production d'énergies** importées des réseaux nationaux.

Le verdissement des énergies permet à lui seul une baisse des émissions de GES de plus de 1 MtCO₂ dans chacun des scénarios sur le territoire de la Communauté urbaine, soit plus de 30% des émissions de GES d'origine énergétique du territoire de la CU de 2019.



- Ce verdissement est tiré des objectifs ambitieux de production renouvelable à l'échelle nationale. Il dépend donc des efforts de l'ensemble du territoire français à mettre en place des projets de production renouvelable.

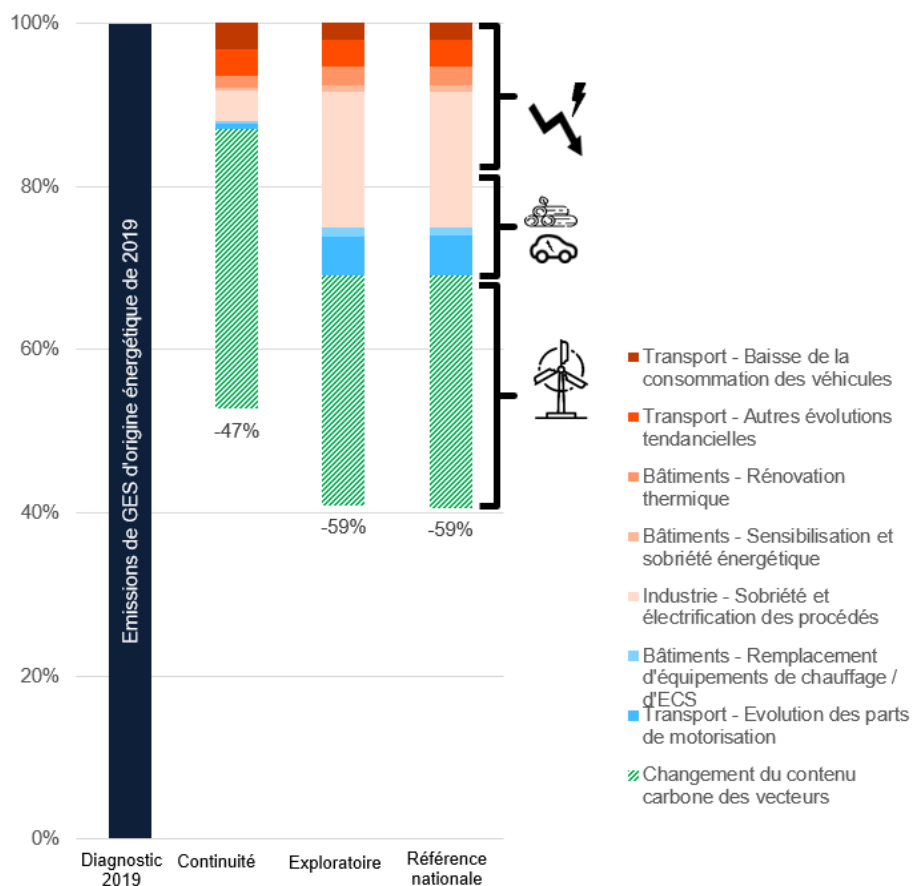


Figure 7- Évolution des émissions de GES d'origine énergétique par rapport à 2019

b. Focus sur les consommations d'énergie

Le secteur de l'**industrie** présente la **contribution la plus forte dans la baisse globale de consommation** (entre 900 GWh et 3,4 TWh selon le scénario). Cela est dû notamment au déploiement de système de management de l'énergie, à la baisse tendancielle des volumes produits ainsi qu'à l'électrification des procédés industriels allant de pair avec un gain d'efficacité. Le secteur des **transports** (routier et maritime) présente la **deuxième contribution la plus élevée dans la baisse globale de consommation** (entre 1,1 TWh et 1,4 TWh). Cela est principalement dû à l'amélioration tendancielle de l'efficacité des moteurs des véhicules routiers comme des navires de commerce.

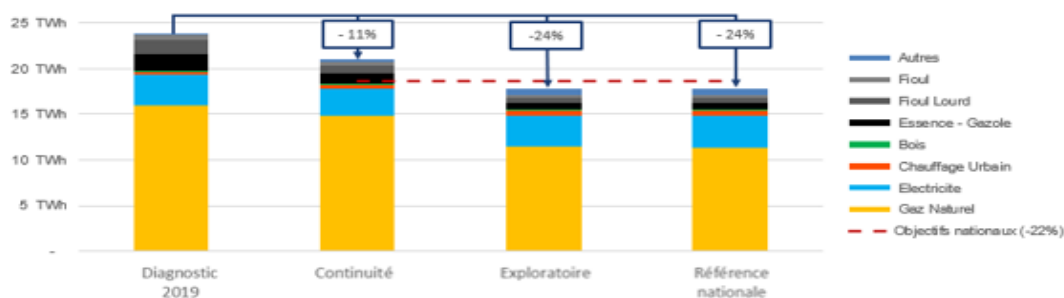


Figure 8- Évolution de la consommation énergétique par secteur par rapport à 2019

La réduction des émissions passe également par un report vers l'utilisation d'énergies moins émissives :

- | Sortie du fioul et du GPL dans le résidentiel et le tertiaire
- | Déploiement du chauffage urbain en remplacement de chaudières à gaz principalement
- | Motorisation alternative à la fois pour le transport maritime (baisse de l'utilisation du fioul lourd) et pour le transport terrestre (électricité, GNV et hydrogène en remplacement de l'essence – gazole)

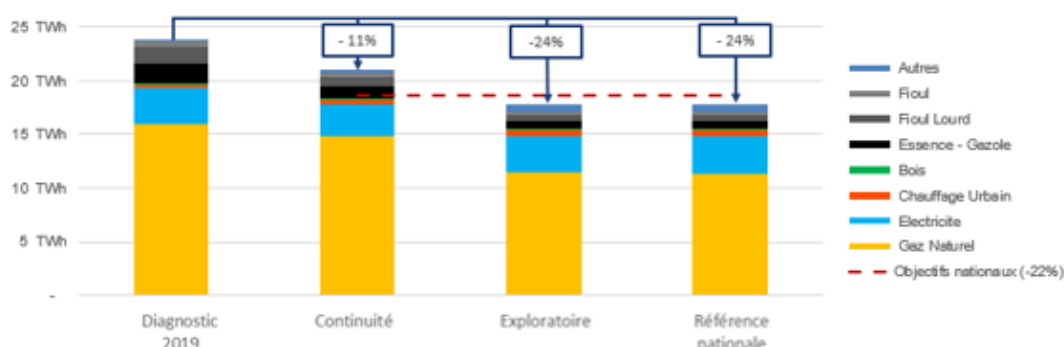


Figure 9- Évolution de la consommation énergétique par énergie par rapport à 2019

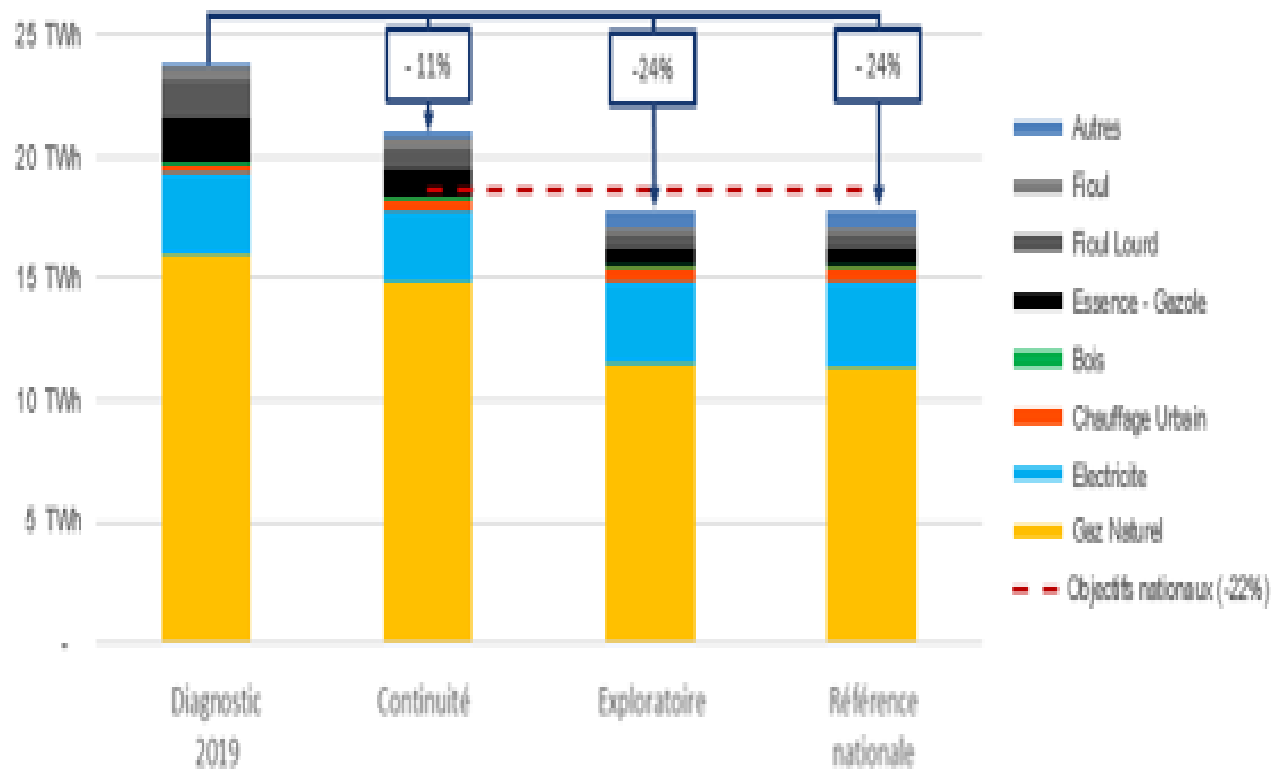
c. Focus sur la production d'énergie

L'augmentation des moyens de production ENR&R représente un levier indispensable à la diminution des émissions de GES d'origine énergétique

- | Dans le scénario Continuité, la production renouvelable double par rapport à la situation actuelle. Les scénarios Exploratoire et Référence nationale proposent d'accroître les efforts pour multiplier la production par 5 et atteindre en 2040 une production locale d'ENR&R correspondant à 11% de la consommation d'énergie du territoire.
- | Le photovoltaïque installé sur les bâtiments existants représente la majorité de la production, suivi des filières gaz renouvelable, chaleur fatale industrielle, bois-énergie et photovoltaïque au sol et sur ombrières.

Dans la figure suivante, la production de chaleur décentralisée par combustion de bois a été prise en compte contrairement au rapport du diagnostic afin de ne pas biaiser l'interprétation du graphique. La relocalisation de la production de la ressource de bois énergie est un enjeu fort pour le territoire pour chacun des scénarios prospectifs.





4.2. Résultats par secteur

a. Focus sur le secteur des bâtiments (résidentiel et tertiaire)

La baisse de la consommation énergétique présente la plus forte contribution dans la baisse des émissions de GES des bâtiments. Cette baisse de la consommation est expliquée par les actions ci-dessous :

- | Rénovation énergétique des bâtiments ;
- | Sensibilisation et sobriété des usages ;
- | Remplacement des équipements de chauffage et d'eau-chaude (gain d'efficacité lors du remplacement).

Le changement du contenu carbone des vecteurs permet à lui seul une baisse de 28% des émissions de GES pour le scénario Référence nationale.



- Cet impact ne dépend pas uniquement des actions réalisées sur le territoire et est très ambitieux à l'échelle nationale. Ce verdissement est en effet tiré des objectifs ambitieux de production renouvelable à l'échelle nationale. Il dépend donc des efforts de l'ensemble du territoire français à mettre en place des projets de production renouvelable. Il semble donc judicieux pour le territoire de miser avant tout sur les piliers sobriété et choix d'énergies moins carbonées.

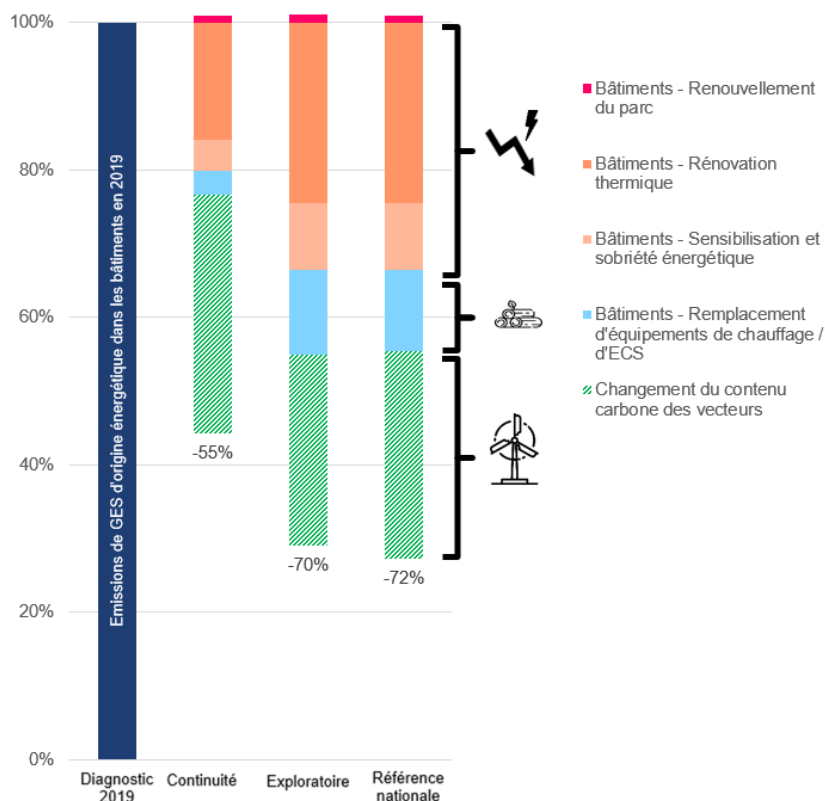


Figure 10- Évolution des émissions de GES d'origine énergétique des secteurs résidentiel et tertiaire par rapport à 2019

Focus sur la rénovation des bâtiments

Tous les scénarios présentent des ambitions très élevées en termes de rénovation thermique (plus de 35% du parc résidentiel dans chacun des scénarios). Au-delà de la réduction des émissions de GES, la rénovation thermique présente de nombreux co-bénéfices :

- | Amélioration du confort des occupants ;
- | Retombées économiques locales ;
- | Baisse de la facture et de la précarité énergétique.

Cependant, ces ambitions doivent aussi bien être reflétées en nombre de logements rénovés qu'en intensité des rénovations. Les scénarios Exploratoire et Référence nationale proposent des rénovations systématiquement plus lourdes que les rénovations tendanciennes du scénario Continuité (baisse de la consommation énergétique de 47% au lieu de 20% en moyenne dans le tendanciel).

Afin d'atteindre la baisse de consommation observée dans les scénarios Exploratoire et Référence nationale, certaines actions peuvent être mises en place :

- | Envisager une aide à la rénovation conditionnée au passage à un logement BBC (atteindre tout de suite le « bon niveau » sur ce que l'on entreprend)
- | Agrandir le service d'aide à la rénovation thermique des bâtiments : plateforme de la rénovation énergétique.

Focus sur les équipements de chauffage

Le renouvellement des équipements de chauffage permet à la fois une baisse de la consommation énergétique (gain d'efficacité) mais aussi l'utilisation d'énergies moins carbonées (passage d'une chaudière à fioul au chauffage urbain par exemple) :

- | Le scénario Exploratoire est davantage axé sur le chauffage au gaz **(+30 000 abonnés)** par rapport au scénario Référence nationale). Le scénario Référence nationale a un mix davantage orienté sur **l'électricité (+ 23.500 abonnés)** par rapport au scénario Exploratoire) et le **chauffage urbain (+6.000 abonnés)**.
- | La part du chauffage électrique augmente dans tous les scénarios, via notamment le déploiement de pompes à chaleur.
- | Le **bois** est actuellement fortement sollicité pour la consommation du territoire de la CU. Pour être source de décarbonation, sa production doit être **relocalisée** plus proche du territoire.
- | La **PAC hybride** est un équipement encore peu connu des ménages et nécessite potentiellement un soutien spécifique de la CU ou du gestionnaire de réseau pour se développer.

	Continuité	Exploratoire	Référence nationale
Gaz	62.000 <i>dont 1 300 PAC hybrides</i>	51.500 <i>dont 26.000 PAC hybrides</i>	21.000 <i>dont 1 300 PAC hybrides</i>
Electricité	41.000 <i>dont 3.000 PAC</i>	38.500 <i>dont 18.500 PAC</i>	62.000 <i>dont 43.000 PAC</i>
Chauffage urbain	20.000	34.000	40.000

Tableau 19 - Nombre de logements par énergie de chauffage par scénario

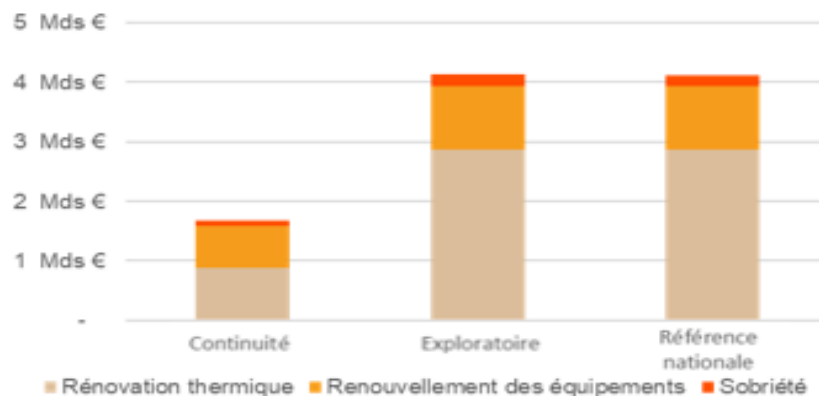


Figure 11 - Répartition des équipements de chauffage dans le résidentiel par scénario

Focus sur les investissements nécessaires dans le secteur des bâtiments

Les investissements dans le secteur des bâtiments sont répartis selon 3 types d'actions :

- | Les rénovations thermiques concentrent la grande majorité des investissements du secteur résidentiel :
 - 2,9 Mds€ sur l'ensemble de la période 2019-2040 pour les scénarios Exploratoire et Référence nationale (900 millions € pour le scénario Continuité)
 - 86% du surinvestissement ⁸ par rapport au scénario Continuité.
- | La sensibilisation présente un faible coût par rapport à un retour non négligeable en termes de baisse de la consommation.
- | Les changements d'équipements nécessitent un investissement assez faible au regard des émissions évitées.
 - Ces actions présentent en revanche un gisement limité : les remplacements d'équipements ont lieu majoritairement à la fin de vie des équipements.

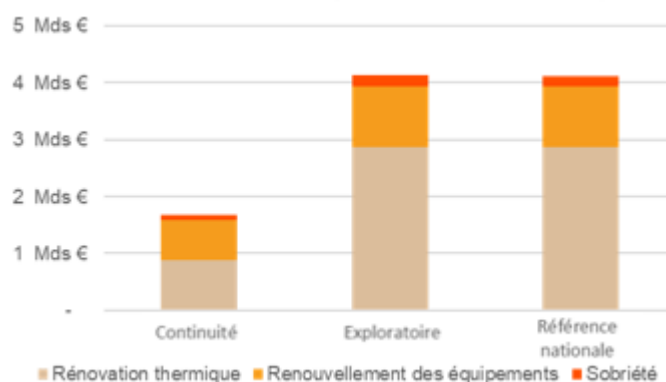


Figure 12 - Investissements sur la période 2019-2040 pour le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire)

Figure Erreur ! Document principal seulement. - Production locale d'ENR&R (GWh)⁸

⁸ Surinvestissement : écart d'investissement entre le scénario Continuité (état projeté de référence, fil de l'eau) et les autres scénarios prospectifs

Outre la réduction des émissions de GES d'origine énergétique ces investissements visent la réduction de la facture énergétique territoriale. Là où la facture énergétique augmente de 20 millions € par an dans le scénario Continuité, celle-ci baisse d'environ 60 millions € dans les scénarios Exploratoire et Référence nationale.

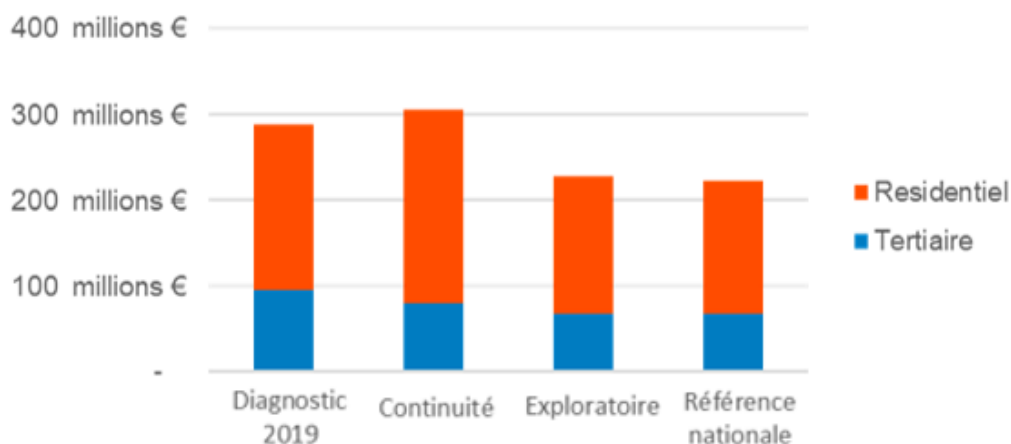


Figure 13 - Facture énergétique du secteur des bâtiments par scénario

b. Focus sur le secteur des transports

Rappel des hypothèses :

- | Les données de déplacement ont été gardées à l'identique dans la construction des scénarios. Les objectifs portés par le PDM définissent les hypothèses de parts modales du scénario final ;
- | Les parts de motorisation (répartition des véhicules par carburant) dépendent quant à elles des scénarios ;
- | L'amélioration de l'efficacité des moteurs sont communes à tous les scénarios en tant qu'évolution tendancielle ne dépendant pas d'actions spécifiques du territoire.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution des parts de motorisation pour chacun des scénarios.

	Continuité	Exploratoire	Référence nationale
Thermiques	146.000 <i>dont 2.600 PL et 26.000 VUL</i>	83.000 <i>dont 1.500 PL et 15.000 VUL</i>	
Electriques ⁹	18.000 <i>dont 960 VUL</i>	103.000 <i>dont 5.000 VUL</i>	109.000 <i>dont 11.000 VUL</i>
GNV	2.400 <i>dont 200 PL</i>	8.500 <i>dont 1.100 PL</i>	2.400 <i>dont 900 PL</i>
Hydrogène ¹⁰	-	200	400

Tableau 20 - Nombre de véhicules par scénario en 2040

⁹ Véhicules électriques et hybrides rechargeables. Aucun poids lourd électrique n'est envisagé en 2040 dans chacun des scénarios

¹⁰ L'hydrogène est envisagé uniquement pour la motorisation des poids lourds en 2040.

Afin d'accompagner l'évolution des parts de motorisation dans chacun des scénarios, il est nécessaire de prévoir des infrastructures de recharges des différents véhicules en 2040.

	Continuité	Exploratoire	Référence nationale
Electriques	11.000	64.000	71.000
GNV	22 <i>dont 3 à débit rapide</i>	80 <i>dont 18 à débit rapide</i>	27 <i>dont 15 à débit rapide</i>
Hydrogène	-	13	22

Tableau 21 - Nombre de points de recharge/stations par scénario en 2040

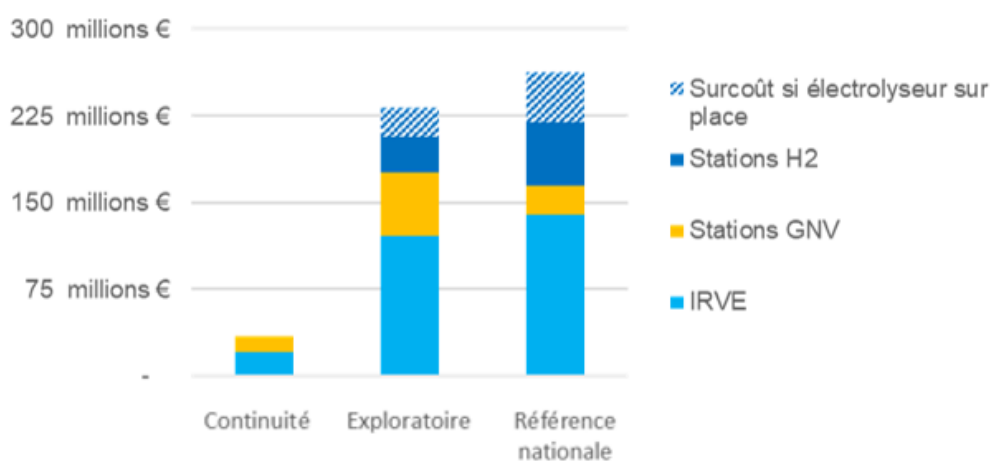


Figure 14 - Nombre d'installations de recharge de véhicules électriques

Les scénarios Exploratoire et Référence nationale nécessitent des investissements dans le développement des infrastructures de recharge de près de 10 fois supérieurs aux investissements nécessaires dans le scénario Continuité.

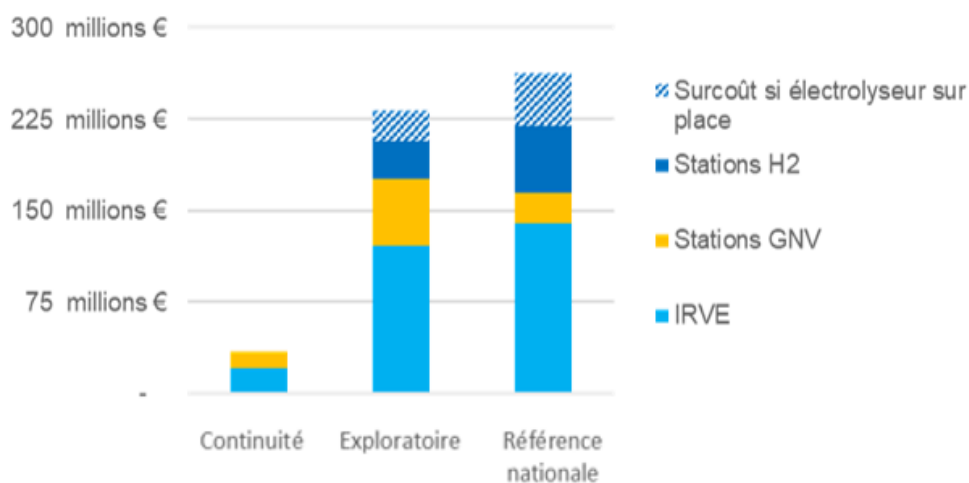


Figure 15 - Investissements sur la période pour l'approvisionnement énergétique du transport routier

Grâce à des changements ambitieux des parts de motorisation, les scénarios Exploratoire et Référence nationale atteignent les objectifs fixés par la SNBC à l'horizon 2040. En revanche, le scénario Continuité ne permet pas de respecter les objectifs nationaux. Cela est principalement dû à la motorisation du parc de véhicules qui conservent encore 146.000 véhicules thermiques contre 83.000 pour les deux autres scénarios.

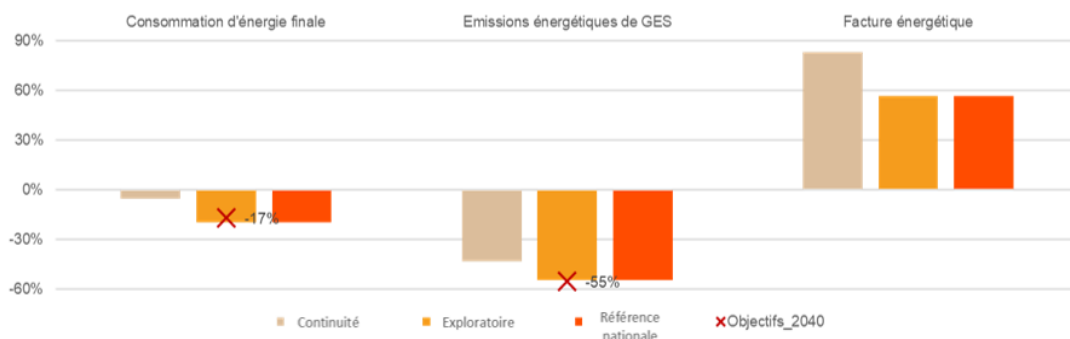


Figure 16 - Émissions de GES d'origine énergétique par scénario pour le transport routier

Le changement des facteurs d'émissions des vecteurs permet à lui seul une baisse des émissions de GES d'origine énergétique de près de 100 ktCO₂ dans chacun des scénarios.



- Pour permettre le changement progressif des motorisations, il est nécessaire de prévoir des investissements dans les stations d'approvisionnement et dans le réseau de recharge électrique

c. Focus sur l'industrie

L'électrification de 18% des consommations d'énergie fossile (hors raffineries et Yara, l'électrification des procédés dans ces secteurs industriels est aujourd'hui non envisagée dans les scénarios prospectifs habituels) et le déploiement de système de management de l'énergie (à hauteur de 50% des industriels pour les scénarios Exploratoire et Référence nationale) sont nécessaires pour atteindre les objectifs à horizon 2040 (-17% de consommation annuelle d'énergie finale et -55% d'émissions annuelles de GES).

Des études en puissance soutirée supplémentaire seraient bénéfiques aux industriels de la ZIP et à RTE afin de quantifier les besoins en réseaux nécessaires à l'électrification des procédés industriels.

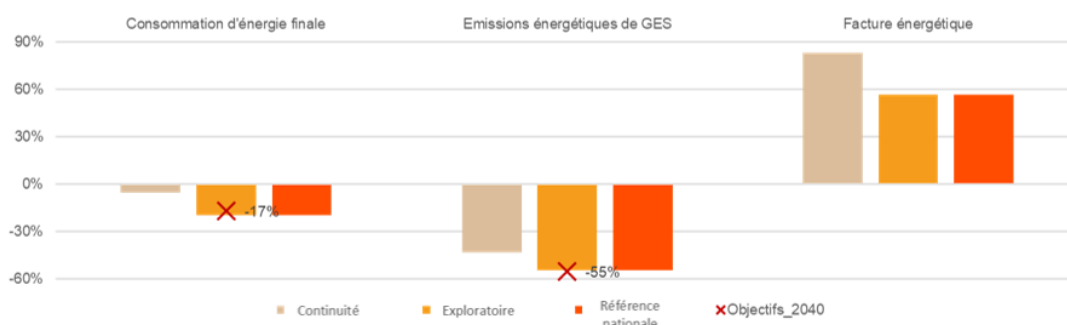


Figure 17 - Variations du secteur de l'industrie par rapport à 2019

Le changement du contenu carbone des vecteurs permet à lui seul une baisse des émissions de GES d'origine énergétique de près de 1 MtCO₂ dans chacun des scénarios, soit presque 24% des émissions de GES de la CU en 2019



- Cet impact ne dépend pas uniquement des actions réalisées sur le territoire et est très ambitieux à l'échelle nationale. Ce verdissement est en effet tiré des objectifs ambitieux de production renouvelable à l'échelle nationale. Il dépend donc des efforts de l'ensemble du territoire français à mettre en place des projets de production renouvelable. Il semble donc judicieux pour le territoire de miser avant tout sur les piliers sobriété et choix d'énergie moins carbonées.

d. Focus sur la production électrique

Les trois scénarios suivent des philosophies différentes

- Le scénario Continuité poursuit les efforts déjà engagés sur le territoire en termes de développement des panneaux solaires PV ;
- Le scénario Exploratoire est très ambitieux sur la production décentralisée (PV toitures et ombrières) ;
- Le scénario Référence nationale est très ambitieux sur la production PV au sol, et reste ambitieux sur la production décentralisée.

Les ambitions portées par les scénarios alternatifs demandent un **rythme d'installation** (et donc des investissements) **10 fois plus important** que dans le scénario Continuité. Les **revenus annuels générés** pour la collectivité sont également importants et permettent à terme de **rentabiliser les installations**.

11	Continuité	Exploratoire	Référence nationale
Production (GWh/an)	96	1 001	889
Investissements (M€)	260	2 640	2 120
Coûts de fonctionnement (M€/an)	8	75	59
Revenus générés (M€/an) ¹²	19	200	178

Tableau 22 – Coûts et revenus relatifs au développement du PV en fonction du scénario

e. Focus sur la production de gaz

Chaque scénario développe de manière plus ou moins intense la production de gaz renouvelable

- | **Continuité avec les projets engagés sur le territoire** : pyrogazéification avec le projet Salamandre et méthanisation avec les projets Méthan'up et LH Biogaz
- | **Exploratoire** : exploitation de tout le potentiel de méthanisation du territoire : **14 nouveaux projets** équivalents à Méthan'up ou LH Biogaz
- | **Référence nationale** : exploitation de la majorité du potentiel de méthanisation du territoire : **11 nouveaux projets** équivalents à Méthan'up et LH Biogaz

Les ambitions portées par les scénarios alternatifs demandent un **rythme d'installation** (et donc des investissements) **5 à 7 fois plus important** que dans le scénario Continuité. Les **revenus annuels générés** pour la collectivité sont également importants et permettent à terme de **rentabiliser les installations**.

13	Continuité	Exploratoire	Référence nationale
Production (GWh/an)	33	255	204
Investissements (M€)	12	93	74
Coûts de fonctionnement (M€/an)	2	17	14
Revenus générés (M€/an) ¹⁴	3	25	20

Tableau 23 – Coûts et revenus relatifs au développement de la production de gaz renouvelable en fonction du scénario

¹¹ Les hypothèses de coûts ont été produites dans le rapport sur les coûts moyens de ENR de l'ADEME en 2020 : <https://bibliothèque.ademe.fr/cadic/767/couts-energies-renouvelables-et-recuperation-donnees-2019->

¹² Le tarif d'achat de l'électricité produite est évalué à 200€/MWh : <https://www.qualit-enr.org/photovoltaïque-tarifs-dachat-delectricite-solaire-photovoltaïque/>

¹³ Les hypothèses de coûts ont été produites dans le rapport sur les coûts moyens de ENR de l'ADEME en 2020 : <https://bibliothèque.ademe.fr/cadic/767/couts-energies-renouvelables-et-recuperation-donnees-2019->

¹⁴ Le tarif d'achat du gaz renouvelable produit est évalué à 100€/MWh : <https://www.grdf.fr/acteurs-biomethane/vente-biomethane>

f. Focus sur la production de chaleur

Le développement de réseau de chaleur urbain est un levier d'action de la CU qui nécessite la coopération avec la ZIP

- Par rapport aux projets déjà engagés dans le scénario Continuité, les scénarios alternatifs proposent de récupérer 100 et 200 GWh de chaleur fatale supplémentaire, soit l'équivalent d'un projet comme celui de Total
- L'étude tient compte de la fermeture prochaine des cogénérations au gaz
- Le potentiel de consommation permet de trouver des particuliers ou des entreprises clientes pour cette chaleur, à condition d'étendre les zones desservies par les réseaux actuels.

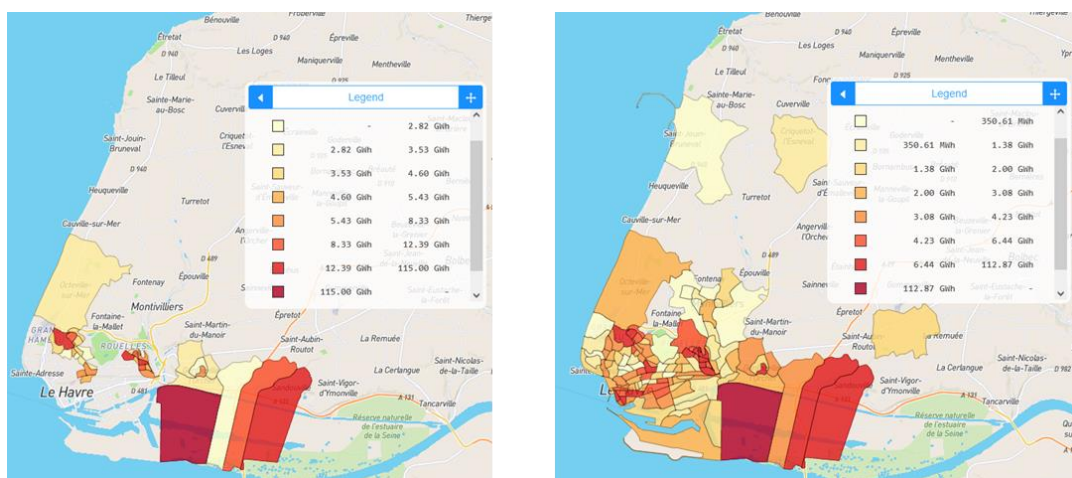


Figure 18 - Consommation de chauffage urbain à la maille IRIS dans le scénario actuel (2019) à gauche et dans le scénario Référence nationale à droite

Une note spécifique sur le développement des RCU est disponible en [annexe 7](#).

5. Compte rendu de l'atelier consommation du 31 Mai 2022

OBJET DE LA RÉUNION

Atelier de travail sur les hypothèses des scénarios relatives à la consommation

DATE DE LA RÉUNION

Mardi 31 mai

RÉDACTEUR

PROCHAINE RÉUNION

ORGANISME	REPRÉSENTANTS ¹⁵	MAIL
Logeo seine		
GRDF		
SYNERZIP		
HAROPA Port		
Habitat76		
AURH		
Transdev		
LHSM		
Artelys		

Les ateliers s'inscrivent dans la démarche d'élaboration du PCAET de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole, pour discuter de l'ambition et des orientations à inscrire dans la démarche et nourrir la phase de scénarisation.

5.1. Introduction de l'atelier

Dans le cadre du Schéma Directeur des Énergies, la scénarisation vise à construire des scénarios différenciés d'évolution du territoire. L'année 2040 est retenue comme centre des échanges car :

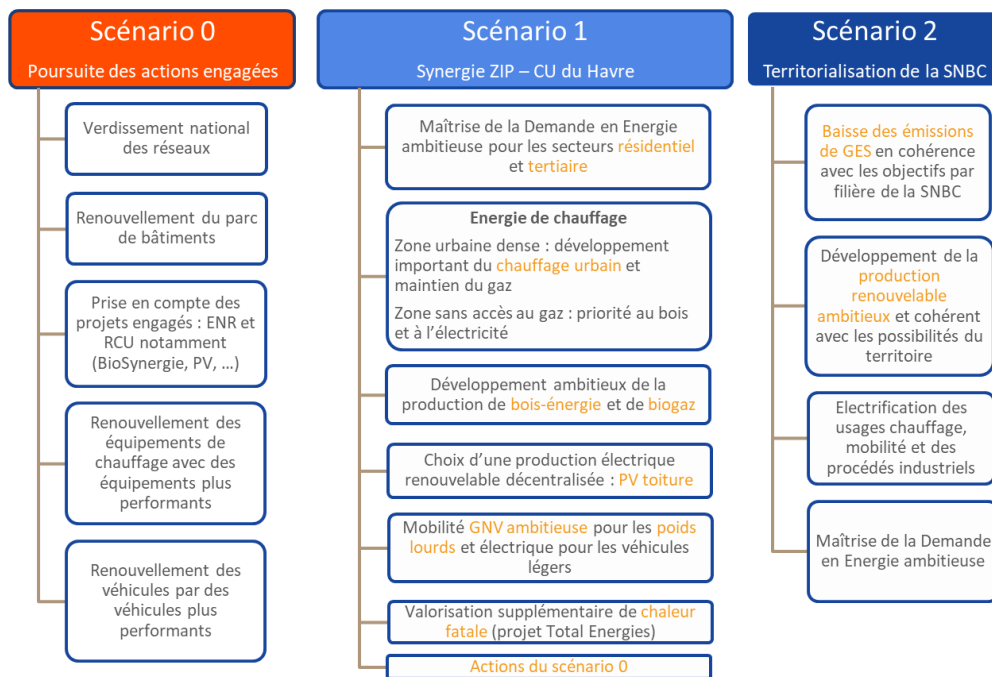
- | Elle est assez éloignée pour permettre d'engager des actions ayant un impact fort
- | Elle est assez proche pour permettre de se projeter « raisonnablement »

On propose l'étude des 3 scénarios suivants :

- | Scénario S0 dit « tendanciel » : prolongation des effets observés actuellement, prenant en compte les actions déjà prises par LHSM. Les ambitions de LHSM ou d'autres acteurs qui n'ont pas encore été formellement actées ne sont pas prises en compte
- | Scénario S1 dit « exploratoire » : synergie ZIP -CU du Havre
- | Scénario S2 dit « normatif » : territorialisation des objectifs nationaux de la SNBC

La philosophie des scénarios est détaillée ci-dessous pour les différents axes pris en compte : bâtiments, mobilité alternative, production renouvelable, transport, industrie.

¹⁵ Le nom des représentants des différents organismes a été masqué pour respecter la confidentialité

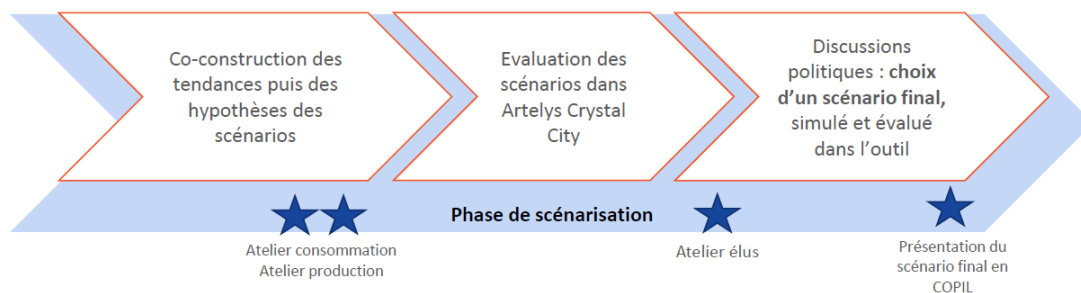


Les scénarios se distinguent par les ambitions portées sur les secteurs de consommation et les filières de développement de la production. Cet atelier vise à aborder les hypothèses qui seront utilisées pour le volet consommation. Les thématiques suivantes ont été abordées :

- | Sobriété du bâtiment
- | Équipement de chauffage des bâtiments
- | Industrie
- | Mobilités

Le support proposé avait vocation à être critiqué par les différents partenaires du territoire présent à l'atelier.

Suite à cet atelier, les scénarios seront construits et simulés par les consultants d'Artelys. Cela permettra un arbitrage politique sur un scénario final à la rentrée de septembre, comme décrit dans les étapes du diagramme ci-dessous.



5.2. Remarques sur le volet mobilités terrestres

- | Les notions d'ACV, de maintenance des véhicules et de garantie des batteries sont importantes dans la présentation des caractéristiques de la mobilité électrique.
- | Les parts de motorisation du GNV paraissent ambitieuses pour GRDF pour les véhicules légers sachant que la filière est en déclin côté constructeurs pour les véhicules légers.
- | Le bioGNV permet de verdir la motorisation GNV.
- | Information : 3 stations GNL existantes au Havre

5.3. Remarques sur le volet mobilités maritimes

- | Les parts de GNL paraissent élevées pour HAROPA. Proposition : réduire le GNL à 10% des consommations et ajouter du méthanol à hauteur de 10%.
- | Haropa donne l'indication d'un coût de 20 M€ pour les projets d'électrification des 3 quais prévus. Actuellement, il existe un poste électrique au port de plaisance et 3 points de recharge sur l'axe Seine (secteur CU).
- | Haropa propose une piste supplémentaire pour le maritime : l'optimisation du chargement des conteneurs
- | Aujourd'hui les armateurs sont incités à faire du traitement de fumées, du retrofit et de l'abaissement de vitesse dans le port

5.4. Remarques sur le volet industrie

- | A noter : le projet Total Energies est confidentiel.
- | Un rapport de France Stratégies (mai 2022) sur les coûts d'abattement dans l'industrie peut permettre de chiffrer davantage les actions énergétiques de l'industrie.
- | Électrification des procédés : des difficultés à avoir des chiffres en ambition et en coût.
- | Des ambitions en matière d'hydrogène ont été réalisées en atelier décarbonation concernant notamment les émissions liées aux procédés.
- | Valorisation de chaleur fatale : une rente pour les entreprises qui revendraient de la chaleur, une baisse de consommation fossile pour les entreprises qui en achètent. Le gain énergétique ne doit être compté qu'une seule fois cependant.
- | Projet ZIBAC = ambition de diminuer de 81% les émissions CO2 via captage ou fabrication hydrogène

5.5. Remarques sur le volet bâtiments

- | Le PLH indique 7900 constructions neuves sur les 10 prochaines années.
- | Les coûts de rénovation sont en moyenne plus élevés dans la région havraise. Proposition : les majorer de 15% par rapport aux chiffres proposés.
- | Le gaz en logement neuf est presque proscrit : seule la PAC hybride permet de respecter les normes de la RE2020.
- | Proposition de réhausser les coûts des robinets thermostatiques (à hauteur de 300 € / robinet thermostatique) et du chauffe-eau solaire thermique (à hauteur de 7500 €)
- | Habitat 76 pourra communiquer ses objectifs d'éradication des passoires thermiques pour l'horizon 2027.
- | Logeo a un levier considérable en termes de rénovation de son parc (700 logements rénovés par an sur le parc Rouen – Le Havre)

5.6. Une problématique importante pour RTE sur l'augmentation de la demande électrique

- | La demande électrique est susceptible d'augmenter considérablement sur la CU avec notamment le besoin croissant des industriels;
- | Pour autant, un ordre de grandeur de 6 ans est nécessaire pour créer un poste haute tension, ce qui peut être long par rapport au rythme de croissance de la consommation électrique industrielle.
- | La CU, HAROPA et Synerzip souhaitent s'engager pour avoir un réseau suffisamment développé. De son côté, RTE est en attente des commandes privées pour lancer des travaux.

6. Compte rendu de l'atelier production du 1er Juin 2022

OBJET DE LA RÉUNION

Atelier de travail sur les hypothèses des scénarios relatives à la production

DATE DE LA RÉUNION

Mercredi 1^{er} juin

RÉDACTEUR

PROCHAINE RÉUNION

ORGANISME	REPRÉSENTANTS ¹⁶	MAIL
Chambre d'agriculture		
SYNERZIP		
RTE		
Normandie		
RésOcéane		
Enedis		
GRDF		
AURH		
SDE76		
Artelys		-

Les ateliers s'inscrivent dans la démarche d'élaboration du PCAET de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole, pour discuter de l'ambition et des orientations à inscrire dans la démarche et nourrir la phase de scénarisation.

6.1. Introduction de l'atelier

Dans le cadre du Schéma Directeur des Energies, la scénarisation vise à construire des scénarios différenciés d'évolution du territoire. L'année 2040 est retenue comme centre des échanges car :

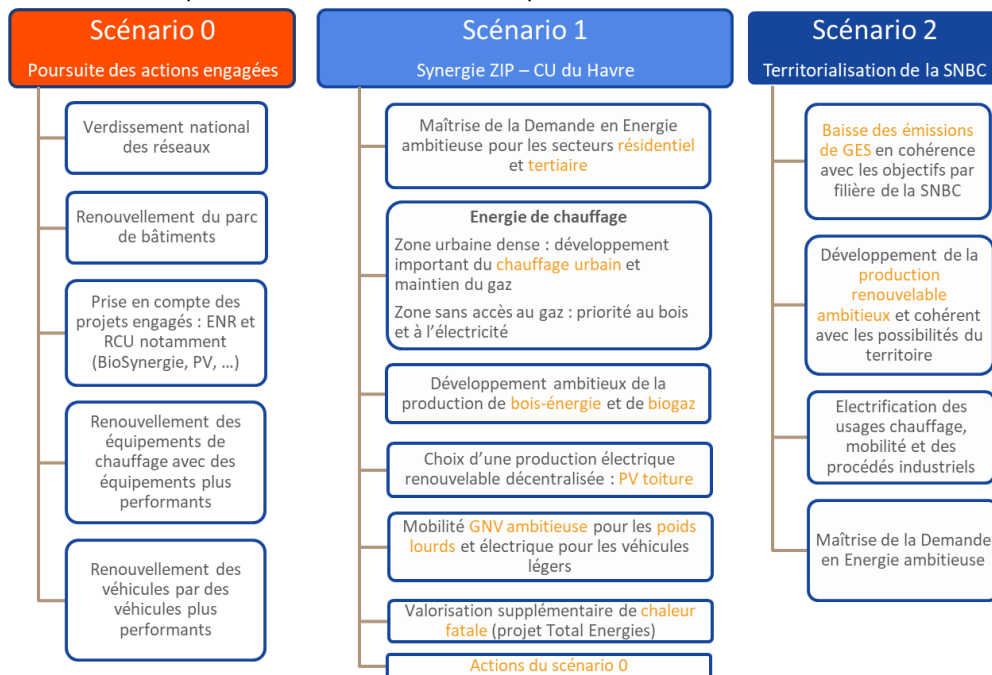
- | Elle est assez éloignée pour permettre d'engager des actions ayant un impact fort ;
- | Elle est assez proche pour permettre de se projeter « raisonnablement ».

On propose l'étude des 3 scénarios suivants :

- | Scénario S0 dit « tendanciel » : prolongation des effets observés actuellement, prenant en compte les actions déjà prises par LHSM. Les ambitions de LHSM ou d'autres acteurs qui n'ont pas encore été formellement actées ne sont pas prises en compte ;
- | Scénario S1 dit « exploratoire » : synergie ZIP -CU du Havre ;
- | Scénario S2 dit « normatif » : territorialisation des objectifs nationaux de la SNBC.

¹⁶ Le nom des représentants des différents organismes a été masqué pour respecter la confidentialité

La philosophie des scénarios est détaillée ci-dessous pour les différents axes pris en compte : bâtiments, mobilité alternative, production renouvelable, transport, industrie.

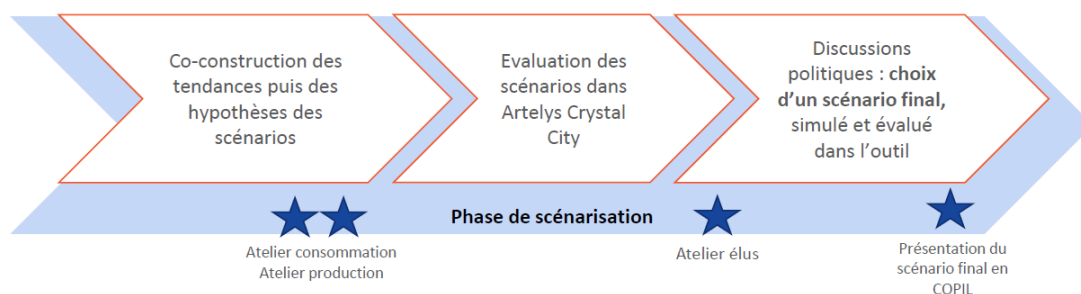


Les scénarios se distinguent par les ambitions portées sur les secteurs de consommation et les filières de développement de la production. Cet atelier vise à aborder les hypothèses qui seront utilisées pour le volet production. Les thématiques suivantes ont été abordées :

- | Potentiels EnR&R et développement de la production : ambitions par filière
- | Evolution des réseaux d'énergie : quel impact des actions énergétiques sur les réseaux ?
- | Focus sur le développement des infrastructures d'avitaillement pour la mobilité

Le support proposé avait vocation à être critiqué par les différents partenaires du territoire présent à l'atelier.

Suite à cet atelier, les scénarios seront construits et simulés par les consultants d'Artelys. Cela permettra un arbitrage politique sur un scénario final à la rentrée de septembre, comme décrit dans les étapes du diagramme ci-dessous.



6.2. Les filières renouvelables étudiées et scénarisées sur le territoire

Les filières de production renouvelable suivantes ont été abordées :

- | Solaire photovoltaïque toiture et sol
- | Eolien onshore et offshore
- | Bois énergie
- | Chaleur fatale
- | Géothermie
- | Gaz renouvelable

Des ambitions ont été proposées pour chacune d'entre elles par scénario. Les hypothèses détaillées sont fournies dans les supports de présentation joints au compte rendu. On propose ci-dessous un compte rendu des principaux échanges ayant eu lieu au cours des ateliers et modifiant les hypothèses proposées par les consultants.

a. Chaleur fatale

- | Identifier des débouchés de consommation de chaleur dans l'industrie serait également pertinent, et pas seulement via le chauffage des bâtiments où la demande des abonnés pourrait être inférieure à l'offre. Il est ainsi proposé d'ajouter la ZIP dans les zones de développement des RCU, notamment pour les études de faisabilité qui feront suite au SDE.
- | Artelys fait cependant remarquer qu'il peut y avoir une concurrence avec l'action d'électrification des usages, les usages de chauffage substituables par du chauffage urbain étant aussi concernés par l'électrification.
- | Remarque de SYNERZIP : des études complémentaires sont à mener pour identifier les besoins de chaleur des industriels et affiner l'évaluation des quantités de chaleur récupérable. Ces études sont à réaliser en partenariat avec la CU.
- | Le data center situé dans le périmètre de la CU est exclu pour l'instant de la stratégie car situé en zone peu dense. Les contraintes technico-économiques le rendent difficilement valorisable. Le développement des RCU pourrait être étudié sur St Romain de Colbosc (discussion en cours avec la CU sur les zones à étudier pour le développement des RCU), en tenant compte des projets d'aménagement de zones à proximité.
- | Remarque de RésOcéane : mettre en lien demande et production de chaleur sera indispensable notamment pour la saisonnalité des besoins des bâtiments.

b. Gaz renouvelable

- | Le projet d'Epouville correspond à une production de 19 GWh qu'on ajoutera au scénario tendanciel
- | GRDF réalise actuellement une étude sur les gisements de pyrogazéification. Les résultats ne sont pas encore disponibles. GRDF fait également noter une filière émergente mais peu encore mature : la gazéification hydrothermale.
- | Demande de la CU pour des études sociétales
- | Le SDE76 précise que les citoyens doivent être impliqués dans ces projets de méthanisation

c. Eolien

- | Des contraintes fortes pour le grand éolien (radar militaire sur le Havre). Le potentiel du petit éolien (<80m) est quant à lui faible. RTE précise qu'il existe une carte produite par la DREAL sur ce potentiel.

d. Energies marines

- | La filière n'est pas encore mature (R&D en cours), des possibilités sont envisageables à l'horizon 2040 mais n'entre pas en compte dans le cadre de cet exercice.

e. Toutes filières

- | On veillera dans le cadre de l'exercice de scénarisation à mettre en lien les objectifs de production avec les consommations projetées.

6.3. Les infrastructures d'avitaillement pour la mobilité

- | IRVE :
 - Il sera intéressant de comparer les résultats avec ceux de l'étude du SDE76 (ambition de déploiement de 10 000 bornes publiques pour la région à horizon 2035) en veillant à bien distinguer les prises des bornes chez les particuliers.
 - Un SDIRVE est en cours sur la CU avec 150 bornes prévues sous 24 mois
- | Stations GNV : GRDF dispose d'une étude de déploiement des stations GNV transmise au groupement
- | Mobilité Hydrogène : un projet CIM par électrolyse de l'eau en cours

7. Note de synthèse du potentiel des réseaux de chaleur

7.1. Introduction

Le Schéma Directeur des Énergies de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole est une démarche visant à :

- | Renforcer la connaissance de la situation énergétique du territoire de la CU ;
- | Construire une vision partagée et une feuille de route commune à l'ensemble des acteurs.

La **première phase de construction du modèle énergétique du territoire** a consisté à réaliser un diagnostic sur le sujet des consommations et productions énergétiques, ainsi que sur les déploiements possibles d'énergies renouvelables (photovoltaïque, biogaz, ...). Cette première phase est le point de départ de la **deuxième phase de stratégie**, visant à construire différents scénarios d'évolution possibles du territoire, permettant d'évaluer la trajectoire énergétique dans le cas d'un suivi strict des évolutions tendanciennes, ou au contraire de scénarios plus ambitieux.

En particulier, le SDE a permis d'investiguer la question du potentiel des réseaux de chaleur du territoire sur les volets consommation et production.

Le présent document constitue le rapport de synthèse du potentiel des RCU. Il décrit :

- | Les ambitions des 3 scénarios prospectifs de développement des RCU en matière de production ;
- | Les hypothèses de développement des RCU en matière de consommation ;
- | L'analyse des résultats des scénarios permettant l'identification préliminaire à une étude de faisabilité des zones les plus favorables en termes de gisement de consommation pour le développement des RCU sur le territoire.

L'analyse des résultats des scénarios permet l'identification des zones les plus favorables en termes de gisement de consommation pour le développement des RCU sur le territoire. Cette analyse est un préalable à des études de faisabilité plus approfondies pour le raccordement de nouveaux consommateurs et l'installation de nouvelles sources énergétiques sur le territoire de la CU.

7.2. Ambitions des 3 scénarios de développement des RCU en matière de production

La scénarisation vise à construire des scénarios différenciés d'évolution du territoire. L'année 2040 est retenue comme centre des échanges car :

- Elle est assez éloignée pour permettre d'engager des actions ayant un impact fort ;
- Elle est assez proche pour permettre de se projeter « raisonnablement ».

Dans ce cadre, trois scénarios prospectifs d'évolution du territoire, et en particulier des réseaux de chaleur, ont été élaborés :

- | **Un premier scénario S0, dit « tendanciel »** propose de prolonger les effets observés actuellement, prenant en compte les actions déjà prises sur le territoire. Les ambitions de LHSM ou d'autres acteurs qui n'ont pas encore été formellement actées ne sont pas prises en compte. En particulier, sur le volet RCU, le scénario prend en compte la fermeture annoncée des cogénérations fonctionnant actuellement au gaz naturel dans les différents RCU ainsi que des extensions prévues et/ou en cours comme l'extension de RésOcéane (avec le projet BioSynergie) et de SDCMG. La production sur les réseaux de chaleur s'élève à **400 GWh** dans ce premier scénario.

- | **Un second scénario S1, dit « exploratoire »** : ce scénario est basé sur une synergie poussée entre la Zone Industriale-Portuaire et la ville du Havre et ses alentours. Il prend en compte les actions du scénario tendanciel, ainsi qu'une augmentation de la production des réseaux de chaleur urbains du territoire de 100 GWh, représentant l'équivalent des projets actuellement sous étude (TotalEnergies et Cafés Légal). Au total, ce scénario propose une production de **500 GWh** sur les réseaux de chaleur du territoire.
- | **Un troisième scénario S2, dit « de référence nationale »** a pour objectif de traduire la territorialisation des objectifs nationaux de la SNBC pour la CU LHSM. Dans ce scénario, on double les ambitions de valorisation de chaleur fatale du scénario exploratoire tout en gardant les projets déjà engagés du scénario tendanciel. Cela représente une capacité supplémentaire de 200 GWh par rapport aux projets actés sur le territoire. Ainsi, la production de ce scénario s'élève à **600 GWh**.

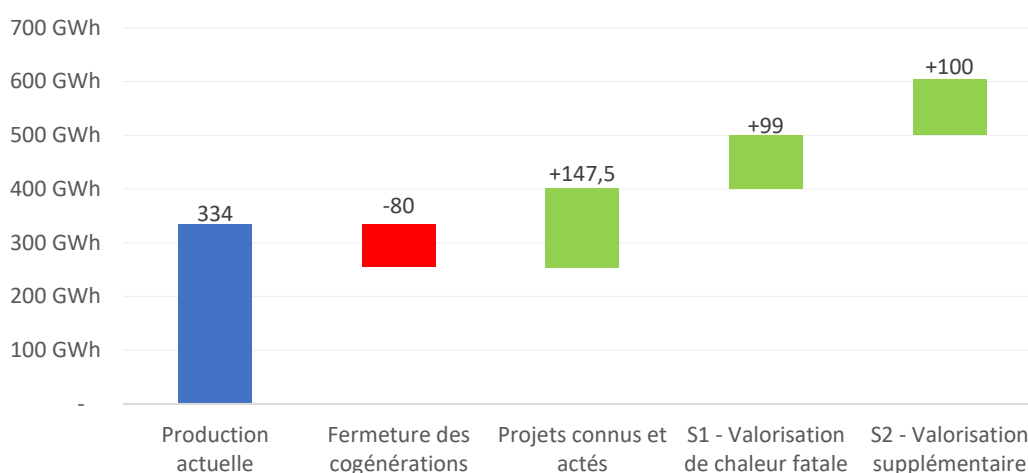


Figure 19 - Évolution de la production de chaleur via les RCU dans chacun des scénarios

7.3. Hypothèses de développement en matière de consommation

a. Définition des zones ouvertes au développement des réseaux de chaleur dans chacun des scénarios

Après avoir évalué le potentiel de production supplémentaire sur le territoire dans chacun des scénarios, il convient de définir le périmètre des consommateurs raccordables. Outre les zones actuellement traversées par des réseaux de chaleur, les nouvelles zones traversées par les extensions prévues des réseaux de chaleur ont été prises en compte dans les 3 scénarios.

Dans les deux autres scénarios (exploratoire et de référence nationale), une discussion avec les services de la Communauté urbaine a mené à l'étude d'une extension supplémentaire aux zones suivantes :

- | La zone du Havre
 - Extension vers les quartiers sud et ouest non ou pas totalement desservis du Havre : Les neiges, Quartier de L'Eure, Vallée Bereult, Aplemont, Rouelles, Sainte Cécile, Gravelle, Sainte Marie et Saint Léon
 - Zones proches des cafés Legal via la densification ou l'extension du réseau SDCMG : Mont-Gaillard, Bléville, Mare Rouge, Sainte-Adresse et Octeville Sur Mer

| Les zones proches de la ZIP

- Rogerville
- Harfleur
- Gonfreville l'Orcher

| Les autres zones, via la création de nouveaux réseaux ou l'extension de réseaux existants

- Montivilliers
- Octeville sur Mer
- Saint Romain de Colbosc
- Criquetot l'Esneval
- Saint Jouin Bruneval

La Figure 20 ci-dessous représente ainsi les zones dans lesquelles l'exercice d'allocation de chaleur urbaine a été effectuée.



Figure 20 – Cartographies des zones (en rouge) présentant de la consommation de chaleur urbaine dans le diagnostic (à gauche), dans le scénario tendanciel (au milieu) et dans les scénarios exploratoire et de référence nationale (à droite)

b. Cibles de raccordement au RCU

La dernière étape consiste à attribuer le potentiel de production de chaque scénario à des potentiels de consommation présents dans les zones déterminées dans la partie précédente. Dit autrement, on s'assure que la quantité de chaleur fatale disponible trouve un débouché de consommation et permet ainsi de respecter l'équilibre offre-demande sur le réseau de chaleur urbain.

Concrètement, **les principaux candidats au raccordement au RCU sont les bâtiments utilisant comme énergie de chauffage principale le gaz naturel, le fioul ou le GPL (ces bâtiments possèdent en pratique un réseau d'eau interne et utilisent une énergie de chauffage assez carbonée)**. Ainsi, le volume de consommation équivalent aux besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire est raccordé au prorata des consommateurs concernés sur les zones déterminées.

Deux situations peuvent se présenter :

- | Le volume de consommation équivalent aux besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire pour les bâtiments possédant un réseau d'eau interne est **plus faible** que la production estimée du scénario : cela signifie que le potentiel de consommation sur le territoire n'est pas assez élevé et

ne peut pas mettre en relation avec le potentiel de production. On peut alors décider d'étendre encore le RCU à de nouvelles zones (nécessitant des travaux d'infrastructure), de diminuer la production du RCU ou de chercher des bâtiments n'ayant pas de réseau d'eau interne (nécessitant des travaux au sein même des bâtiments)

Le volume de consommation équivalent aux besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire pour les bâtiments possédant un réseau d'eau interne est **plus élevé** que la production estimée du scénario : cela signifie qu'il y a suffisamment de consommateurs candidats au sein des zones indiquées pour le potentiel de production estimé dans le scénario. Sur le territoire de la CU, c'est ce deuxième cas qui est observé.

7.4. Résultats des 3 scénarios de développement en matière de consommation

a. Analyse du développement des RCU à l'échelle du territoire

A l'échelle du territoire, le nombre de consommateurs de chauffage urbain augmente de manière importante dans chacun des scénarios, notamment grâce aux actions combinées d'une part de **l'augmentation de la production de chauffage urbain** et d'autre part de la **baisse de la consommation des bâtiments** (comme la rénovation thermique des bâtiments ou la sensibilisation et le développement de la sobriété dans les secteurs du résidentiel et du tertiaire). **Cela entraîne ainsi un passage de 13.000 abonnés en 2019 à 29.000, 46.000 ou 55.000 abonnés dans les trois scénarios en 2040**, comme indiqué dans le Tableau 24 ci-dessous.

	Diagnostic (2019)	Tendanciel (2040)	Exploratoire (2040)	Référence nationale (2040)
Nombre de bâtiments raccordés (résidentiel et tertiaire)	13.000	29.000	46.000	55.000
Consommation énergétique, en GWh (résidentiel et tertiaire)	166	241	330	396

Tableau 24 – Nombre de bâtiments raccordés et consommation énergétique de chauffage urbain en fonction du scénario sur l'ensemble du territoire ¹⁷

b. Analyse du développement des RCU à la maille commune

A l'échelle des communes, la consommation de chauffage urbain est très inhomogène. **Le potentiel de consommation le plus important se trouve dans la commune du Havre pour laquelle un potentiel de consommation d'au moins 348 GWh est disponible.** Les communes limitrophes (Gonfreville l'Orcher, Harfleur, Montivilliers, Sainte-Adresse, Octeville-sur-Mer et Rogerville) consomment en cumulée 45 GWh dans le scénario le plus ambitieux. En particulier, les communes de Harfleur, Montivilliers et de Sainte-Adresse ont l'air particulièrement intéressantes pour le développement d'un nouveau réseau de chaleur (ou l'extension d'un existant, comme RésOcéane), le potentiel de consommation atteignant plus de 6 GWh dans chacune des trois communes.

¹⁷ Les consommations industrielles ne sont pas représentées dans ce tableau de résultat, les scénarios étudiés ne prenant pas en compte une augmentation de la consommation de l'industrie en chauffage urbain.

A noter, la consommation de chauffage urbain dans la commune d'Octeville-sur-Mer est censée diminuer à horizon 2040 : il n'y a pas de potentiel de consommation suffisamment important permettant de compenser les actions de baisse de la demande énergétique (i.e. rénovation thermique, sobriété, efficacité...).

Saint-Romain-de-Colbosc, Criquetot-l'Esneval et Saint-Jouin-Bruneval sont trois communes qui ne peuvent bénéficier d'extension des grands réseaux de chaleur urbain existants (RésOcéane, SDCMG et SECGO). Le potentiel de consommation atteint 1.9 GWh à Saint-Romain-de-Colbosc alors qu'il reste assez faible pour les deux autres communes (0.6 GWh pour Criquetot-l'Esneval et 0.1 GWh pour Saint-Jouin-Bruneval). Si une étude de faisabilité devait être menée pour la mise en place d'un nouveau réseau de chaleur urbain dans l'une de ces trois communes, il serait plus intéressant de commencer par celle de Saint-Romain-de-Colbosc.

Le

Tableau 25 ci-dessous détaille les consommations énergétiques de chauffage urbain des bâtiments (résidentiel et tertiaire) par commune en fonction du scénario.

GWh	Diagnostic (2019)	Potentiel (2019) ¹⁸	Tendanciel (2040)	Exploratoire (2040)	Référence nationale (2040)
Le Havre	148	1 105	221	294	348
Gonfreville-l'Orcher	15	136	15	19	22
Harfleur	-	36	3,0	5,6	7,2
Montivilliers	-	85	-	3,8	6,7
Sainte-Adresse	-	45	-	3,6	6,1
Octeville-sur-Mer	3,0	17	1,9	2,0	2,1
Saint-Romain-de-Colbosc	-	21	-	1,1	1,9
Rogerville	-	15	0,3	0,6	0,9
Criquetot-l'Esneval	-	10	-	0,3	0,6
Saint-Jouin-Bruneval	-	2	-	0,1	0,1

Tableau 25 – Consommation énergétique de chauffage urbain des bâtiments (résidentiel et tertiaire) par commune en GWh en fonction du scénario¹⁹

c. Analyse de la quantité de chauffage urbain livrée à la maille IRIS

Dans cette partie, l'analyse se portera sur la quantité de chauffage urbain livrée à la maille IRIS sur la zone du Havre et de ses communes limitrophes. En effet, les zones IRIS de Saint-Romain-de-Colbosc, Criquetot-l'Esneval et Saint-Jouin-Bruneval étant confondues avec les communes, l'analyse a déjà été effectuée dans la partie précédente.

Dans la cartographie de la Figure 21 ci-dessous, le potentiel de chauffage urbain semble réparti de manière assez homogène sur la commune du Havre et les communes limitrophes. En effet, hormis 5 zones (le centre-ville du Havre et les zones dans lesquelles il y a actuellement du chauffage urbain : le

¹⁸ Le potentiel maximum est déterminé en sommant toutes les consommations énergétiques pour les usages du chauffage et de l'eau chaude sanitaire dans les secteurs du résidentiel et du tertiaire pour les vecteurs du chauffage urbain, du gaz naturel, du GPL et du fioul

¹⁹ Les communes non représentées ne possèdent pas de consommation de chauffage urbain quel que soit le scénario observé.

centre-ville de Gonfreville-l'Orcher et les quartiers de Caucriauville, de Montgaillard et de Tourneville) qui regroupent la quasi-totalité des IRIS à très fort potentiel (consommation de chauffage urbain dépassant les 5 GWh), 63 zones IRIS possèdent un potentiel élevé compris entre 1 et 5 GWh.

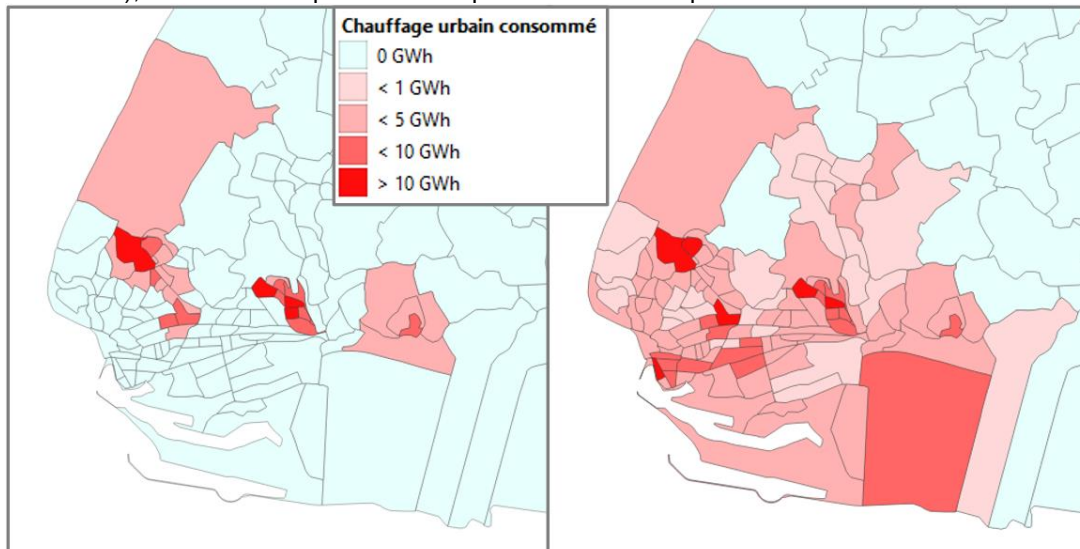


Figure 21 – Cartographie de la consommation de chauffage urbain des bâtiments (résidentiel et tertiaire), à la maille IRIS, pour la zone du Havre et de ses communes limitrophes lors du diagnostic de 2019 (à gauche) et du scénario de Référence nationale en 2040 (à droite)

En croisant les données de potentiel de consommation et l'extension prévue de RésOcéane (voir Figure 22, ci-dessous), on constate que le nouveau tracé de RésOcéane permet de relier entre elles les principales zones à fort potentiel (notamment le centre-ville du Havre et le quartier de Caucriauville). **Le potentiel de consommation des zones traversées par les réseaux atteint plus de 300 GWh mais nécessite une densification du maillage des réseaux de chaleur.**

Aussi, d'autres zones d'intérêts ressortent de l'analyse du potentiel de consommation et ne semblent pas encore avoir été ciblées par l'extension prévue des réseaux de chaleur. Ces zones pourraient être candidates à de futures extensions :

- | La zone au sud de SDCMG (zone 1 de la Figure 22, les quartiers Sanvic, Anatole France Danton, Côté Ouest Ormeaux de la ville du Havre et le centre-ville de Sainte-Adresse). Cette zone possède un potentiel de consommation de plus de 30 GWh. Il serait intéressant d'effectuer des études de faisabilité pour une extension soit de SDCMG, soit de RésOcéane, voire même une interconnexion entre ces deux réseaux de chaleur.
- | La commune de Harfleur (zone 2 de la Figure 22). Cette zone située entre les réseaux de chaleur SECGO et RésOcéane possède un potentiel de consommation d'au moins 7 GWh. Une extension de SECGO pourrait permettre de densifier au passage le maillage de réseau de chaleur au sein même de Gonfreville l'Orcher, afin de fournir près de 30 GWh de chauffage urbain (somme des potentiels de consommation des communes de Gonfreville l'Orcher et de Harfleur) contre 15 GWh en 2019
- | La zone au sud du centre-ville du Havre et le port (zone 3 de la Figure 22). Cette zone semble jusqu'à présent être délaissée des programmes d'extension des réseaux de chaleur. Une extension pourrait permettre de développer les débouchés de valorisation de chaleur fatale des industriels présents dans la ZIP.

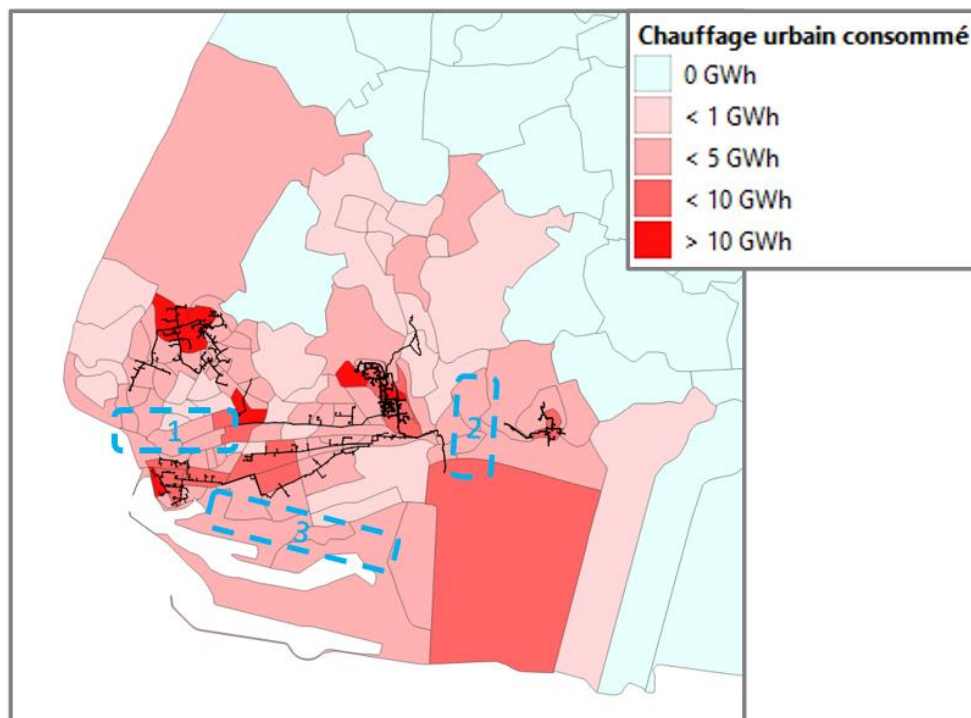


Figure 22 – Carte des réseaux de chaleur urbains et des potentiels de consommation de chauffage urbain des bâtiments (résidentiel et tertiaire) dans la ville du Havre et des communes limitrophes (scénario de Référence nationale en 2040)

7.5. Raccordement des bâtiments publics de la ville du Havre et de la Communauté urbaine

En complément à l'étude macroscopique réalisée grâce à la phase de scénarisation, l'analyse a été menée, avec l'appui du service chargé des réseaux de chaleur, de la Direction Energie et Maintenance des Bâtiments, sur un périmètre plus spécifique : les bâtiments publics appartenant directement à la ville du Havre ou à la CU (appelés plus simplement bâtiments publics dans la suite).

Les bâtiments publics ont été en premier lieu localisés afin de repérer ceux situés à moins de 500 mètres d'un réseau de chaleur existant ou en extension. En effet, ces bâtiments sont suffisamment proches pour pouvoir envisager un raccordement à un RCU. Sur les 382 bâtiments publics du territoire, 288 se trouvent dans ce cas, comme le montre la Figure 23 ci-dessous. Sur cette cartographie, une zone tampon de 500 mètres autour des réseaux de chaleur du territoire a été réalisée. Une très grande majorité des bâtiments publics se trouvent donc dans un périmètre proche d'un RCU.

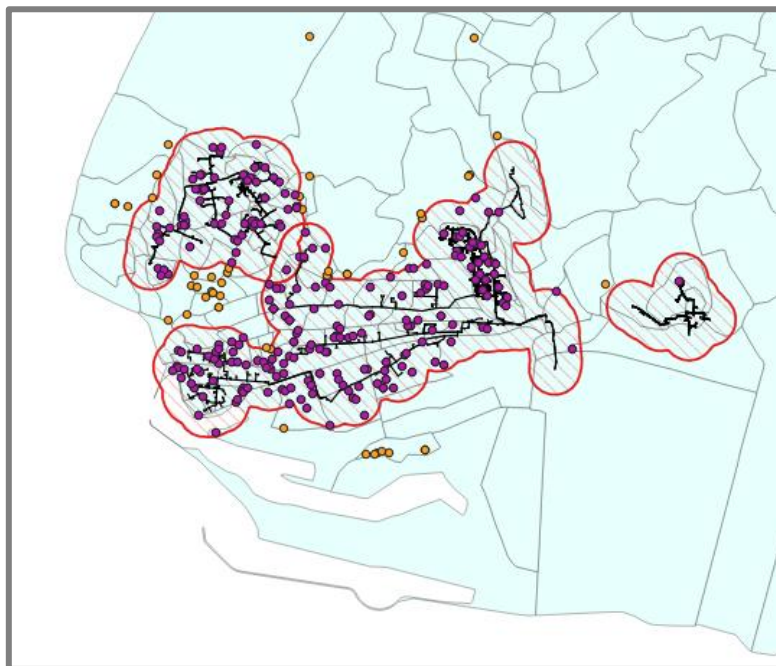


Figure 23 - Cartographie de la localisation des bâtiments publics sur le territoire de la CU, se trouvant à moins de 500m d'un RCU existant ou en extension

Ensuite, le potentiel raccordable a été estimé. Pour cela, ont été nécessaires, pour chaque bâtiment public, la consommation énergétique pour le chauffage ainsi que l'énergie de chauffage (gaz, électricité, fioul, etc.). Le

Tableau 26 ci-dessous présente les potentiels de consommation énergétique des différents bâtiments publics du territoire. Avec les extensions de réseau de chaleur prévues aujourd'hui, il est déjà prévu de raccorder 50 bâtiments publics supplémentaires pour atteindre 25 GWh de consommation de chaleur urbaine des bâtiments publics (10 GWh supplémentaire par rapport à 2019). En considérant que tous les bâtiments publics présents dans la zone tampon (500m autour du tracé des RCU) sont raccordés, au moins 40 GWh de consommation énergétique de chaleur urbaine serait atteinte pour un total de 288 bâtiments, soit plus de 80% de la consommation des bâtiments publics pour lesquels on dispose de l'information de chauffage

	Nombre total	Consommation énergétique (GWh)
Bâtiments publics (total)	382	48
Bâtiments publics non localisés	22	2,9

Bâtiments publics sans information de consommation de chauffage²⁰	159	-
Bâtiments publics proches d'un RCU	288	40
Bâtiments publics déjà raccordés à un RCU	70	15
Bâtiments publics en projet de raccordement à un RCU (projet acté)	50	10
Bâtiments publics potentiellement raccordables à un RCU	168	15

Tableau 26 – Nombre et consommation énergétique des bâtiments publics du territoire, par catégorie

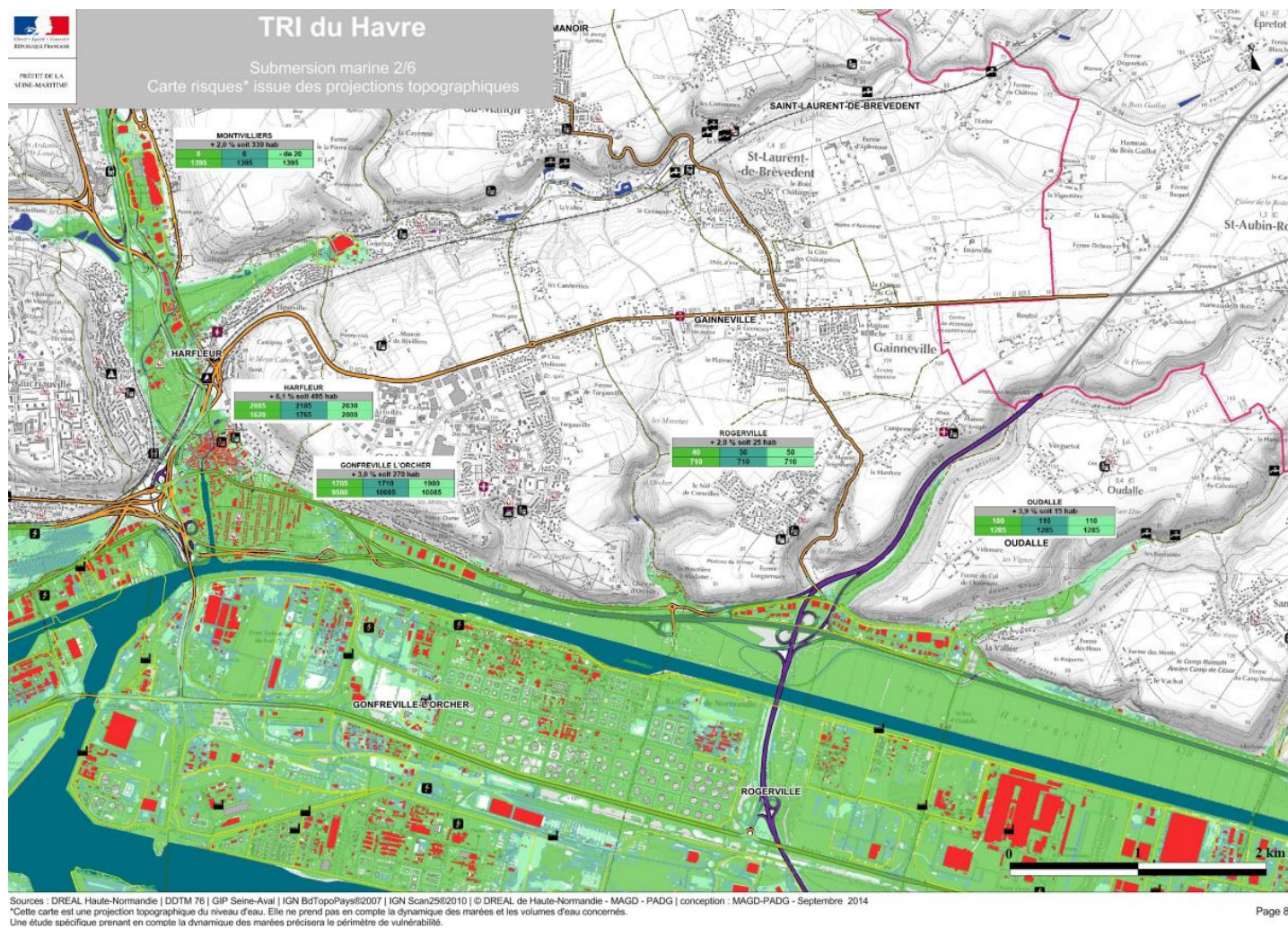
A noter, un nombre significatif de bâtiments ne possèdent pas d'information précise sur la consommation de chauffage (159 bâtiments sur les 382 du panel étudié) ou sur leur localisation (22 bâtiments). Il en résulte donc une évaluation d'un minorant du potentiel exploitable pour le raccordement des bâtiments publics au sein du territoire.

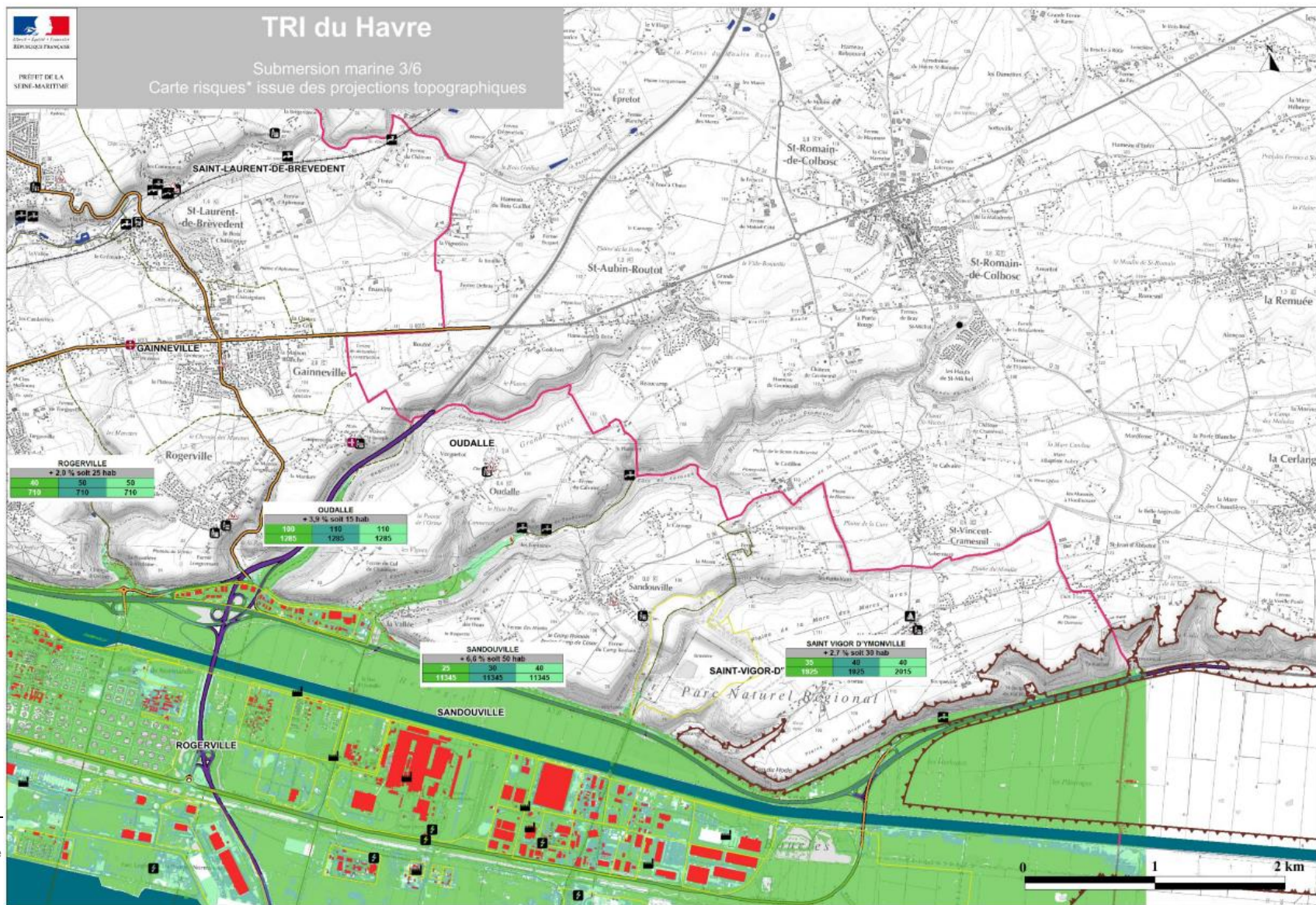
²⁰ Les bâtiments sans information de consommation de chauffage concernent les bâtiments pour lesquels le vecteur énergétique est inconnu, la consommation énergétique est inconnue ou la consommation énergétique est partagée avec un autre site présent dans la liste des bâtiments publics étudiés.

8. Cartographie du risque inondation et submersion

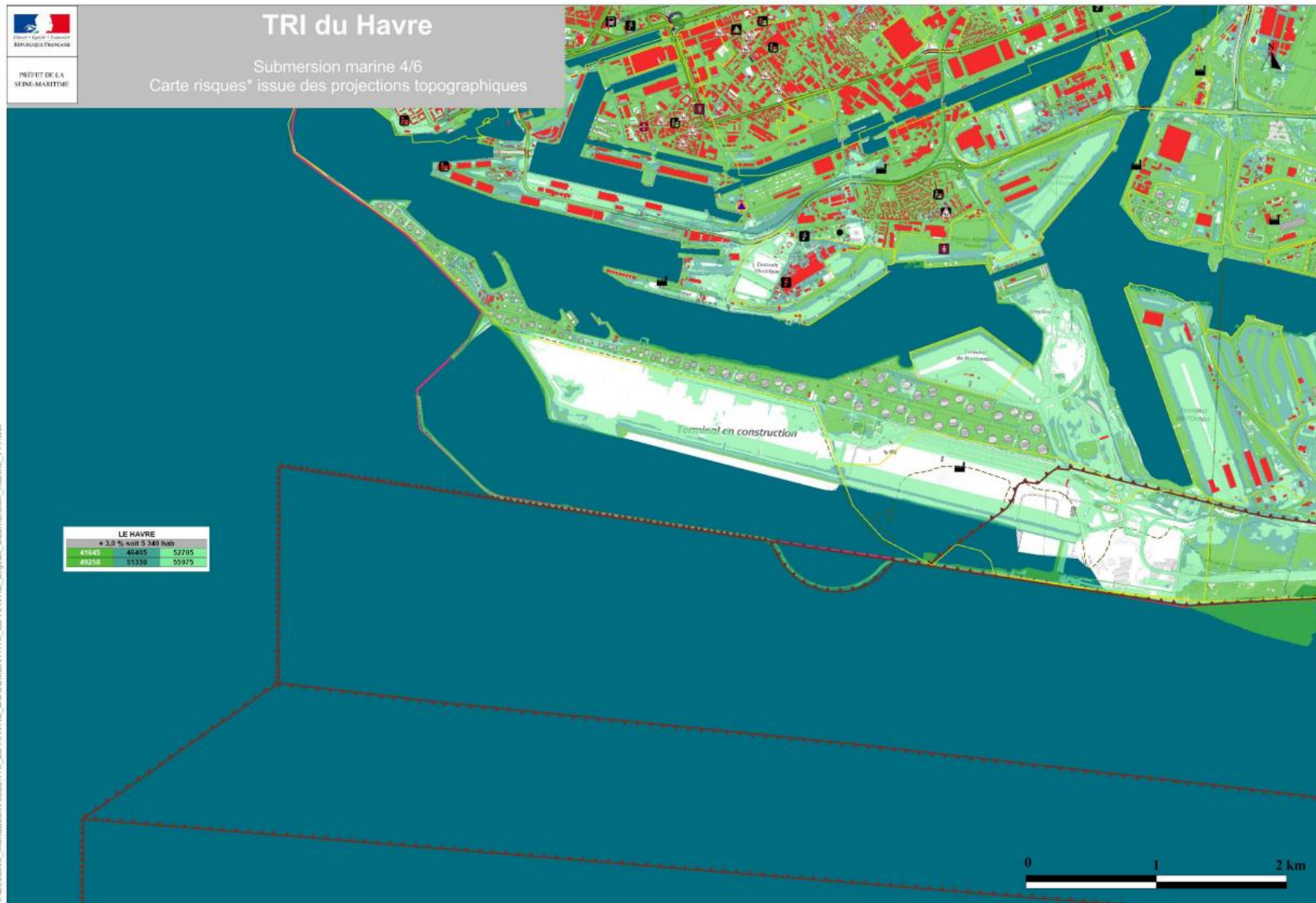
La cartographie de l'aléa inondation et submersion du PPRL PANES constitue le meilleur état de la connaissance de ces phénomènes.

Afin d'illustrer au mieux la localisation précise de ces aléas, ces cartes, disponibles sur le site de la DREAL, sont annexées ci-après.

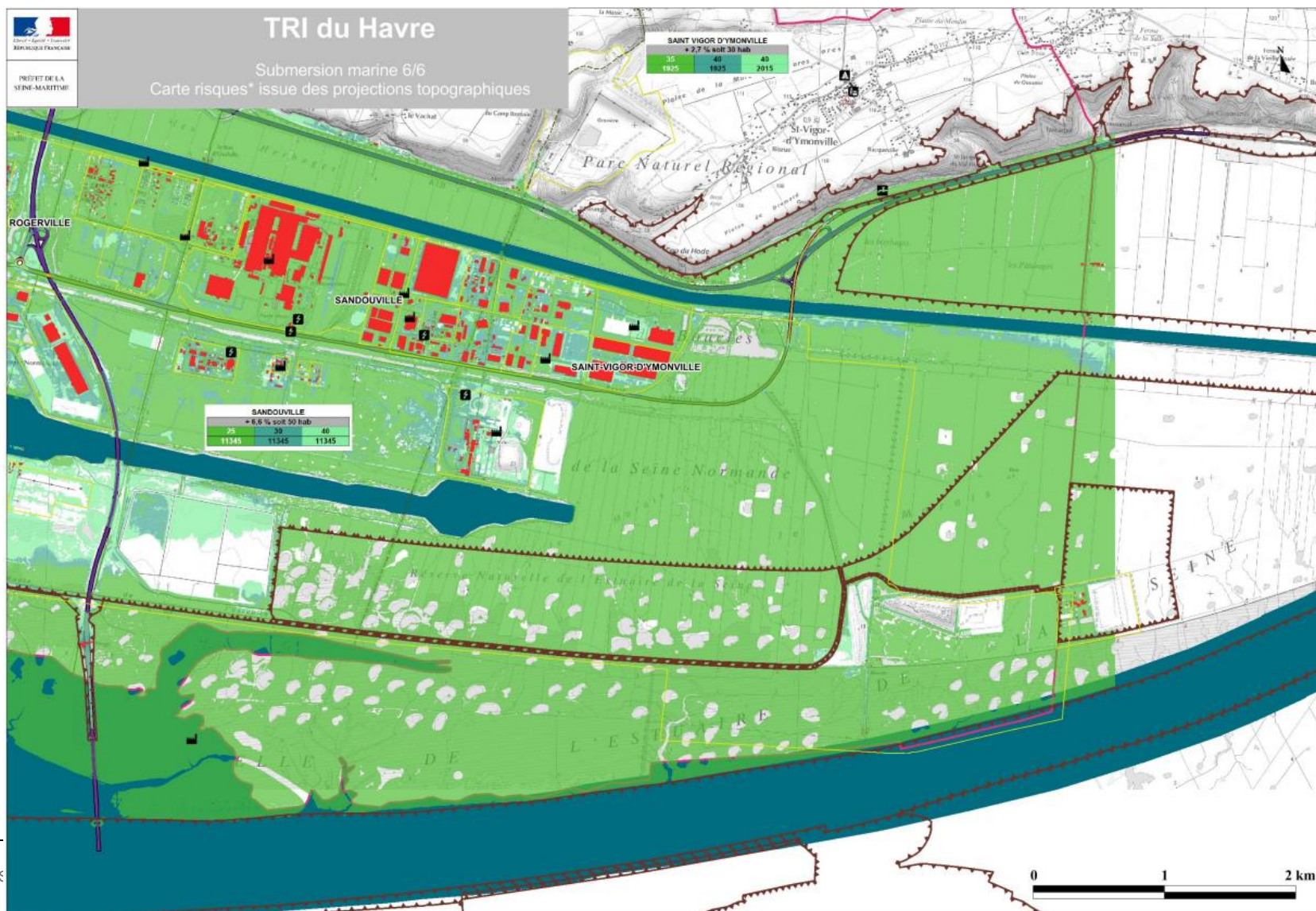




Sources : DREAL Haute-Normandie | DDTM 76 | GIP Seine-Aval | IGN BdTopoPays@2007 | IGN Scan25@2010 | © DREAL de Haute-Normandie - MAGD - PADG | conception : MAGD-PADG - Septembre 2014
* Cette carte est une projection topographique du niveau d'eau. Elle ne prend pas en compte la dynamique des marées et les volumes d'eau concernés.
Une étude spécifique prenant en compte la dynamique des marées précisera le périmètre de vulnérabilité.



Sources : DREAL Haute-Normandie | DDTM 76 | GIP Seine-Aval | IGN BdTopoPays®2007 | IGN Scan25®2010 | © DREAL de Haute-Normandie - MAGD - PADG | conception : MAGD-PADG - Septembre 2014
 *Cette carte est une projection topographique du niveau d'eau. Elle ne prend pas en compte la dynamique des marées et les volumes d'eau concernés.
 Une étude spécifique prenant en compte la dynamique des marées précisera le périmètre de vulnérabilité.



Sources : DREAL Haute-Normandie | DDTM 76 | GIP Seine-Aval | IGN BdTopoPays@2007 | IGN Scan25@2010 | © DREAL de Haute-Normandie - MAGD - PADG | conception : MAGD-PADG - Septembre 2014
*Cette carte est une projection topographique du niveau d'eau. Elle ne prend pas en compte la dynamique des marées et les volumes d'eau concernés.
Une étude spécifique prenant en compte la dynamique des marées précisera le périmètre de vulnérabilité.

