CAHIER DES PHOTOMONTAGES



Méthodologie

CONTEXTE

Les présents photomontages ont été réalisés à la demande de l'État, dans le cadre du débat public « Éoliennes en mer au large de la Normandie », qui a débuté le 15 novembre 2019. Ce débat s'inscrit dans le cadre du lancement de la prochaine procédure de mise en concurrence pour un projet éolien en mer, ainsi que dans le cadre de la planification de projets éoliens en mer ultérieurs. L'État souhaite ainsi que le débat public l'éclaire sur la localisation préférentielle d'une ou de plusieurs zones de projet éolien en mer, dont une première pour un parc d'une puissance d'IGW à attribuer en 2020, puis pour d'autres parcs potentiels ultérieurs.

En effet, les zones d'implantation de ces futurs parcs éoliens en mer ne sont pas encore connues. Contrairement aux appels d'offres précédents (comme ceux de Courseulles-sur-Mer, Fécamp ou Dieppe-le-Tréport), le débat public intervient désormais en amont du choix de la localisation des parcs.

Ces photomontages ont donc été réalisés dans le but d'éclairer le public sur l'impact paysager potentiel d'un parc éolien en mer, qui dépend de sa distance vis-à-vis de la côte et de sa localisation. Pour donner à voir les différentes configurations, les services de l'État ont placé des parcs éoliens en mer fictifs au sein de la macro zone soumise au débat public. Leur localisation ne préjuge d'aucune préférence de la part de l'État et ont simplement vocation à illustrer le degré de visibilité des parcs à différentes distances et localisations. Les contraintes socio-économiques ou environnementales n'ont pas été prises en compte dans le choix de la localisation de ces parcs fictifs.

Ces parcs fictifs sont simulés en proche côtier, le long des côtes du Cotentin ou de la Seine Maritime, puis plus au large.

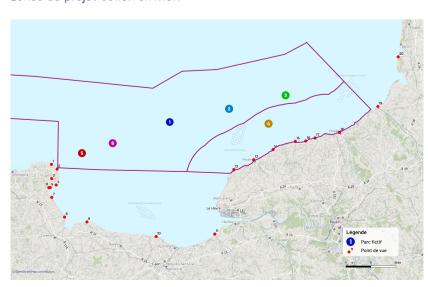
Afin de réaliser ces photomontages, des choix technologiques ont dû être arbitrés. Il a été décidé de représenter l'éolienne la plus puissante développée à ce jour, soit l'Haliade X de 12 MW produite par Général Electric, c'est-à-dire une éolienne de 260 mètres en bout de pâle. Il a également été décidé de représenter une fondation monopieu. Pour chaque parc fictif d'1GW, 83 éoliennes sont représentées.

Par ailleurs, le balisage des éoliennes (couleur des mâts et des pâles, feux de nuit...) a été défini conformément aux règles de balisage aérien arrêtées par la direction de l'aviation civile. La prise en compte de ces règles est particulièrement importante en ce qui concerne les photomontages de nuit.

Enfin, afin que le public puisse évaluer l'impact paysager des parcs dans leur globalité, les photomontages ci-contre représentent également les parcs déjà attribués, c'est-à-dire les parcs éoliens en mer de Fécamp, Courseulles-sur-Mer et Dieppe-le-Tréport.

La macro-zone

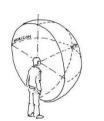
Cette macro zone s'inscrit dans le cadre du Document Stratégique de Façade (DSF) Manche Est Mer du Nord (MEMN), outil de planification déclinant la stratégie nationale pour la mer et le littoral adoptée en 2017. Elle est également en cohérence avec des consultations menées en 2015 par les Préfets coordonnateurs de façade dont l'objectif était l'identification de zones de projet éolien en mer.



MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION DES PHOTOMONTAGES

Les photomontages présentés ici tentent d'offrir à l'observateur une expérience visuelle aussi proche que possible d'une observation en situation réelle.

La vision humaine



Il est habituellement reconnu que le champ visuel horizontal « utile », pour reconnaître des objets et des couleurs, est limité à une valeur comprise entre 50 et 60°. Le champ visuel utile à la lecture est limité à seulement quelques degrés (fovéa).

Sur cette base, le photomontage doit présenter à l'observateur un champ visuel d'au moins 60° pour que l'image occupe une grande partie de son champ visuel « utile » lorsque celle-ci est placée à la distance adéquate.

La simulation par photomontage

Le photomontage doit permettre à un observateur de se faire une opinion, aussi précise que possible, de la perception visuelle habituelle du projet éolien dans son environnement. Il est un outil indispensable pour évaluer les impacts visuels.

Pour être fiable, il doit être réalisé suivant des critères bien définis : format du support en relation avec le champ visuel présenté, résolution suffisante de l'image, qualité de la reprographie.

Pour être précis, il doit être présenté et observé selon des règles connues. Une distance précise d'observation doit être indiquée (distance orthoscopique) et utilisée par l'observateur afin que l'image perçue occupe son champ visuel de façon analogue à la situation réelle. Un éclairage suffisant doit permettre de distinguer les détails et les nuances.

L'usage du photomontage a aussi ses limites. En effet, le photomontage représente l'impact visuel potentiel des éoliennes dans les conditions météorologiques proches de la photographie utilisée, depuis un point de vue particulier, avec une orientation des nacelles définie. Un photomontage imprimé ne permet pas de reproduire les aspects dynamiques des éoliennes et du paysage. Le photomontage ne remplacera jamais une expérience d'observation réelle.

Les 25 photomontages présentés dans ce cahier ont été réalisés avec le plus grand soin par Geophom. Ils offrent une variété de points de vue, de situations d'éclairage et de météorologies permettant d'apprécier les effets attendus des projets sur le paysage.

Mode opératoire

L'objectif du photomontage est de produire une vue photographique dans laquelle le projet est représenté de façon fidèle. La technique utilisée est de superposer une image de synthèse (image virtuelle) à une vue réelle (photographie). Pour ce faire, un logiciel 3D spécialisé (Resoft Windarm r4.2) a été utilisé pour créer un environnement numérique, qui contient la topographie, les amers identifiés sur le territoire, tels que les clochers, châteaux d'eau, pylône, phares, etc., et les éoliennes des projets. Pour chaque point de vue photographié, une image de synthèse a été produite à partir d'une caméra virtuelle dont les caractéristiques (localisation, orientations, champ visuel, projection) sont identiques à la vue photographique. La superposition des deux vues (virtuelle et réelle) permet d'obtenir le photomontage.

Les photographies

Les photographies ont été réalisées à l'aide d'un appareil photographique numérique reflex plein format d'une résolution de 36 MegaPixels, équipé d'un objectif à focale fixe de 50mm. Chaque prise de vues consiste à photographier les 360° autour du point de vue. La précision des prises de vues est assurée par l'utilisation d'un pied photo équipé d'un niveleur, pour un plan de rotation parfaitement horizontal, et d'une tête panoramique étalonnée, afin de supprimer les effets de la parallaxe. La position du point de vue a été mesurée par GPS et validée sur cartographie. La date et l'heure des prises de vues ont été enregistrées. Les sémaphores de Barfleur, la Hève, ou Ault ont été régulièrement interrogés sur les observations météorologiques pendant les



journées de prises de vues photographiques.

Certaines photographies utilisées dans ce cahier ont déjà été utilisés pour les projets éoliens en mer en cours de développement: projets au large de Courseulles-sur-Mer, Fécamp et Dieppe-le-Tréport"

<u> L'assemblage</u>

Pour chaque point de vue, la série de 15 photographies est assemblée pour former une vue panoramique horizontale de 360° (à l'aide d'une tête panoramique "crantée", une photographie est prise tous les 24°). Les assemblages ont été réalisés à l'aide d'un logiciel spécialisé. La projection utilisée est cylindrique.

Le recalage

Le recalage est possible une fois l'environnement numérique créé à l'aide du logiciel spécialisé Resoft Windfarm R 4.2. L'opération de recalage consiste à aligner précisément l'orientation de la caméra virtuelle du logiciel 3D à l'identique de l'orientation de l'appareil photo réel. Le logiciel affiche la vision numérique du modèle vue à travers la caméra virtuelle, en superposition de la photographie réelle. La superposition précise des deux vues est réalisée par glissement de la vue numérique sur la vue réelle en ajustant finement les axes de rotation de la caméra virtuelle. La superposition des deux vues est considérée parfaite lorsque les amers photographiés et numériques se superposent parfaitement dans la vue.

Rendu photoréaliste

Pour produire une image cohérente avec les conditions atmosphériques photographiées, l'orientation et la hauteur du soleil sont utilisés pour produire des ombres cohérentes. La nature de l'éclairage (beau temps, ciel gris, etc.) est également utilisée dans le calcul de l'image. L'opacité atmosphérique a été réglée de façon à donner une perspective aux éoliennes du projet par une atténuation progressive de la visibilité avec la distance, sans toutefois compromettre la visibilité des éoliennes éloignées. Afin de retranscrire le plus fidèlement possible la perception du parc éolien en mer, l'orientation des nacelles a été définie selon les vents dominants (245°). L'effet de la courbure de la terre sur la perception visuelle des éoliennes en mer ont été pris en compte dans les photomontages.



Le marnage n'a pas été pris en compte dans ces photomontages. Le balisage lumineux diurne n'a pas été simulé. Compte-tenu des distances en jeu, et du format d'impression, ces caratéristiques ne sont pas perceptibles dans les photomontages.

Les trois projets éoliens en mer déjà attribués (Courseulles-sur-Mer, Fécamp et Dieppe-le Tréport) ont été simulés conformément aux photomontages déjà produits sur ces projets.

Insertion paysagère

L'insertion paysagère consiste à intégrer l'image virtuelle des éoliennes (le rendu) dans la photographie, et parfois à faire disparaître les éoliennes qui peuvent être masquées ponctuellement par un obstacle (arbres, maisons, bateau, etc.).

Photomontages nocturnes

Les photomontages de nuit sont réalisés sur la base du recalage d'une vue surexposée ou d'une vue diurne. Les balisages lumineux ont été ajoutés au sommet des nacelles conformément à la réglementation en vigueur (arrêté du 23 avril 2018).

LECTURE

Support imprimé

La forme du support

L'observation à plat est possible compte tenu de l'amplitude limitée du champ visuel, cependant l'observation courbée est toujours préférable. Courbez le photomontage selon un arc de cercle équivalent au champ visuel du photomontage (90° est équivalent à un quart de cercle) et placez votre regard au centre de cet arc de cercle.



Vous serez amené(e) à tourner légèrement la tête de gauche à droite pour observer les détails sur la largeur de l'image. Dans cette situation, les échelles sont bien retranscrites et l'image occupe le même espace qu'en situation réelle.

La distance d'observation

Pour reconstituer une perception proche de la réalité, il est recommandé d'observer le photomontage à la distance indiquée en bas de chaque page.

<u>L'éclairag</u>

Le paysage réel est perceptible sous l'effet de l'éclairage naturel. Pour faire apparaître les détails des photomontages imprimés, il est indispensable de les exposer à un éclairage assez fort : au moins 800 lux⁽¹⁾. Pour comparaison, un éclairage en galerie d'art est d'environ 2000 à 3000 lux. Un éclairage naturel extérieur peut atteindre 50 000 lux.

<u>Écran électronique</u>

Les photomontages sont disponibles sur Internet via une interface spécialisée développée par Geophom⁽²⁾. Cet espace, dédié à la visualisation des photomontages, indique la distance d'observation adaptée pour respecter les échelles et favoriser une perception juste des photomontages. Attention, un mauvais réglage de l'écran peut néanmoins dégrader la restitution de la simulation.

(1) Lux : unité de mesure de l'éclairement. Un lux est équivalent à 1 lumen par mètre corré.

(2) http://eoliennesenmeroulorgedelonormandie.geophom.info/

GÉOPHOM

Géophom est une entreprise indépendante dont l'acitivité principale est de produire des photomontages éoliens dans le cadre de l'instruction des projets éoliens.

L'expertise de Geophom en photomontage éolien terrestre et en mer est reconnue par de nombreux acteurs de la filière éolienne et par les services instructeur de l'État.

Géophom a déjà produit les photomontages des projets éolien en mer de Saint-Nazaire, Noirmoutier, Dieppe -Le Tréport, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc, Groix, Provence Grond-Lorge, Groix, EFGL et EolMed.

EVALUATION DE LA VISIBILITÉ

Méthodologie

La visibilité météorologique de jour est définie par l'organisation Météorologique Mondiale (OMM, 1992a; 2003) comme la plus grande distance à laquelle un objet noir, de dimensions appropriées¹, situé au sol, peut être vu et identifié sur le fond du ciel à l'horizon.

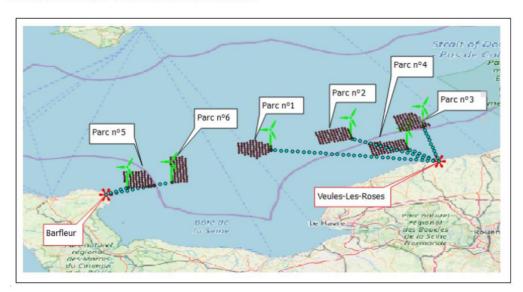
Quand elle n'est pas mesurée directement, la visibilité peut se calculer à partir du type, de la taille et de la concentration des gaz et particules présents dans l'atmosphère. Ceux-ci impactent la transparence des couches traversées et donc la visibilité.

Pour cette étude, une climatologie de visibilité a été établie par Météo-France à partir des données du modèle haute résolution AROME de Météo-France. Les données utilisées sont celles des années 2000 à 2019. Pour chaque axe d'étude entre le point de vue côtier et l'éolienne la plus proche du parc fictif, Météo-France a effectué un calcul de visibilité totale en intégrant les données de points espacés de 2,5 km à partir de données horaires entre 06 h et 21 h UTC.

Pour chaque couple parc fictif / point de vue côtier, des statistiques de fréquence de parc éolien en mer fictif visible pour différentes hauteurs ont alors été établies. Les données à 100 m jugées les plus adaptées sont indiquées dans le tableau ci-après.

Les réductions de visibilité liées aux embruns ne sont cependant pas prises en compte dans cette étude. Les résultats qui suivent peuvent donc être surestimés dans certains cas.

Présentation des zones d'études





Nom et localisation du point de vue



Matérialisation du parc fictif avec son nom et la position de chaque éolienne



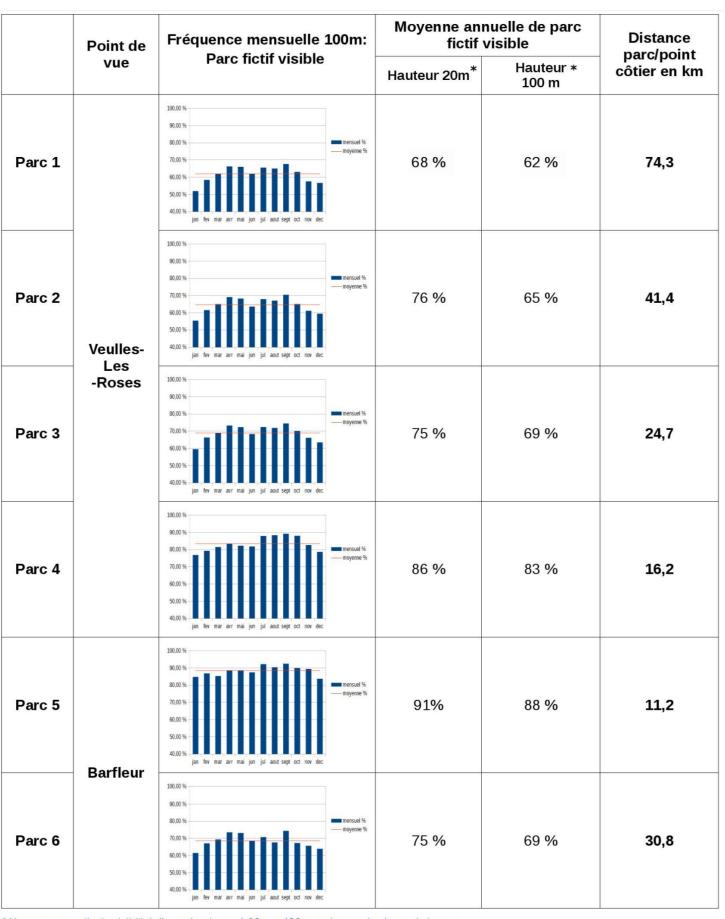
Position de l'éolienne la plus proche du point de vue côtier



Points entrant dans le calcul de visibilité le long de l'axe entre le point de vue et le parc éolien fictif.

Tableau récapitulatif

Moyennes des fréquences de parcs fictifs visibles en fonction de leurs positions relatives et des points de vue côtiers.



^{*} Moyenne annuelle de visibilité d'un point de vue à 20m et 100m au dessus du niveau de la mer.

La visibilité météorologique

Conclusions

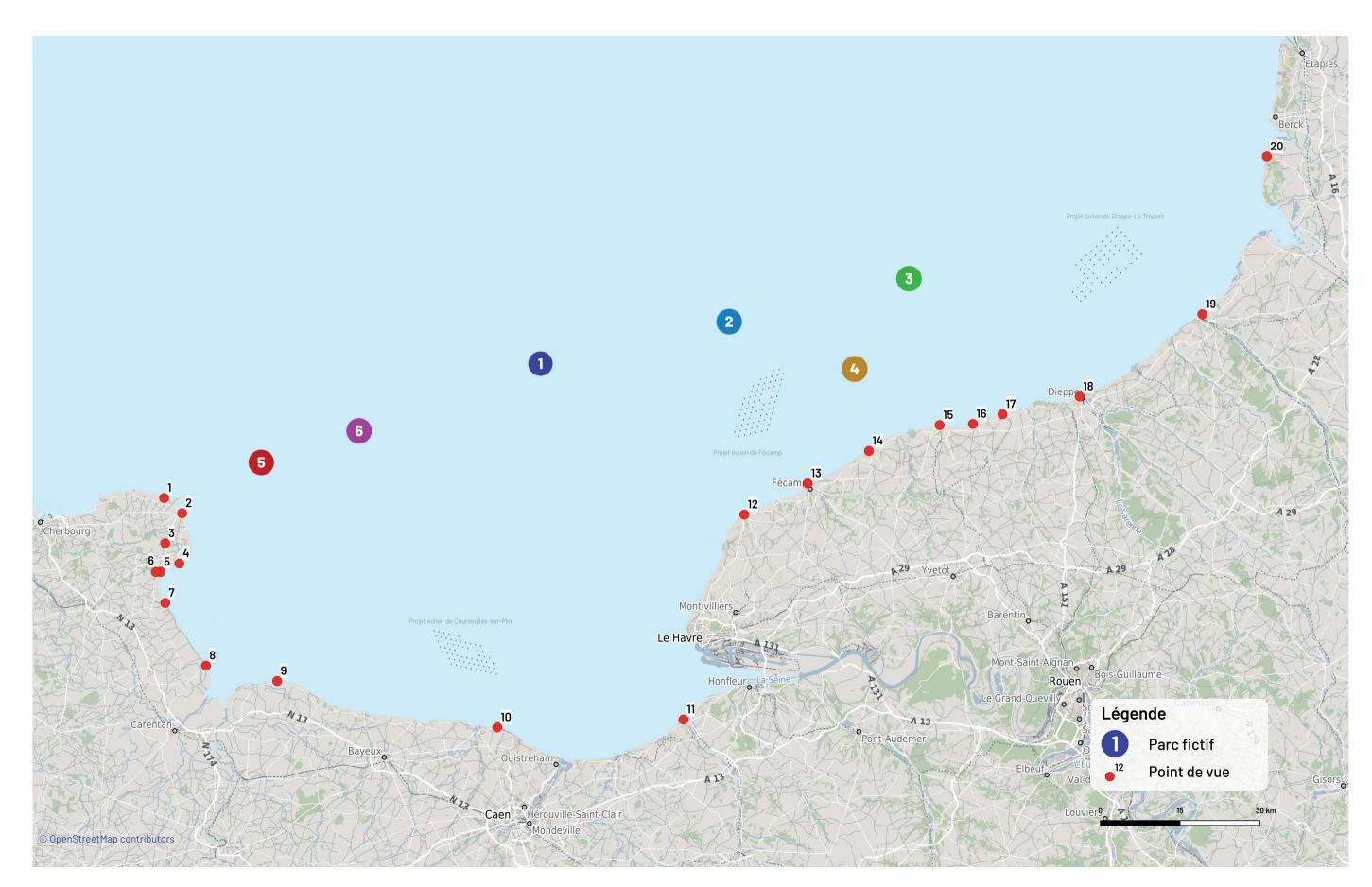
Il ressort de l'étude que quelle que soit la zone fictive et le point de vue, les visibilités évoluent en fonction de l'heure de la journée et de la saison. En effet les premières heures de la journée sont un moment propice aux phénomènes générant de faibles visibilités notamment près des côtes. De la même manière, au cours des mois d'été les durées de précipitations sont généralement plus faibles ce qui a une incidence sur la fréquence de visibilité des parcs fictifs. Ils seront donc plus visibles à cette période.

Dans tous les cas concernés par la présente étude, on constate que la visibilité d'un parc éolien en mer fictif est diminuée d'un pourcentage variant entre 9 % et 38 %.

Pour rappel, cette statistique surestime un peu les fréquences de visibilité dans la mesure ou elle ne prend pas en compte les cas où la présence d'embruns est observée. Par ailleurs, la rotondité de la terre peut avoir un effet de masquage de toute ou partie d'une éolienne en fonction de sa hauteur et de sa distance du point de vue. Cet aspect n'est pas pris en compte.

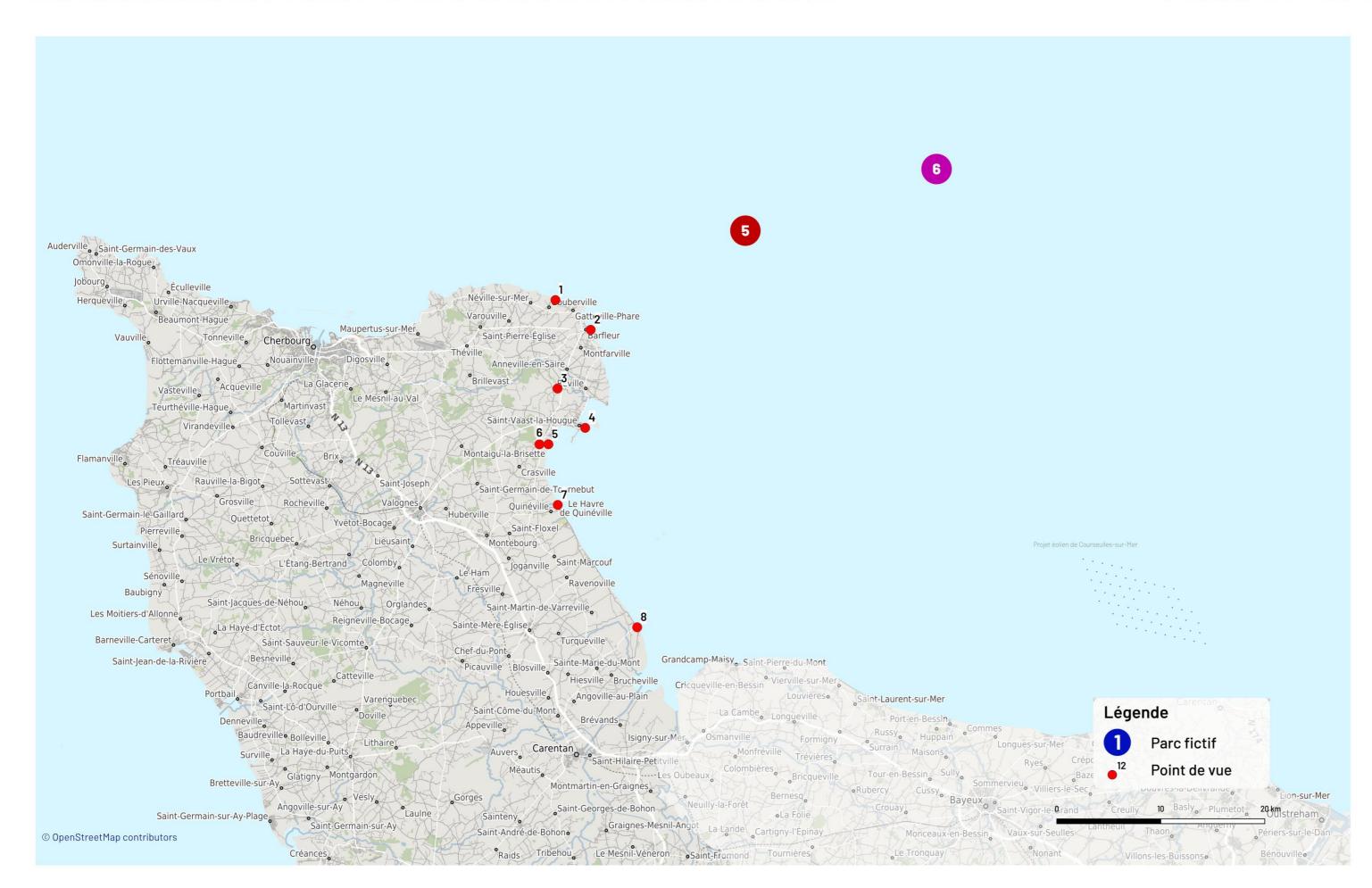
(1) La taille qui permet de distinguer un objet à l'œil nu en l'absence de phénomènes particuliers affectant la visibilité (brouillard, pluie, neige, etc.). Cette taille doit être suffisamment grande pour permettre de distinguer cet objet s'il est situé au-delà de l'horizon. En effet, en raison de la rotondité de la terre, tout objet de dimensions trop faibles, situé à plus de 4789 mètres (au-delà de l'horizon), sera masqué pour un observateur de 180 m

Points de vue



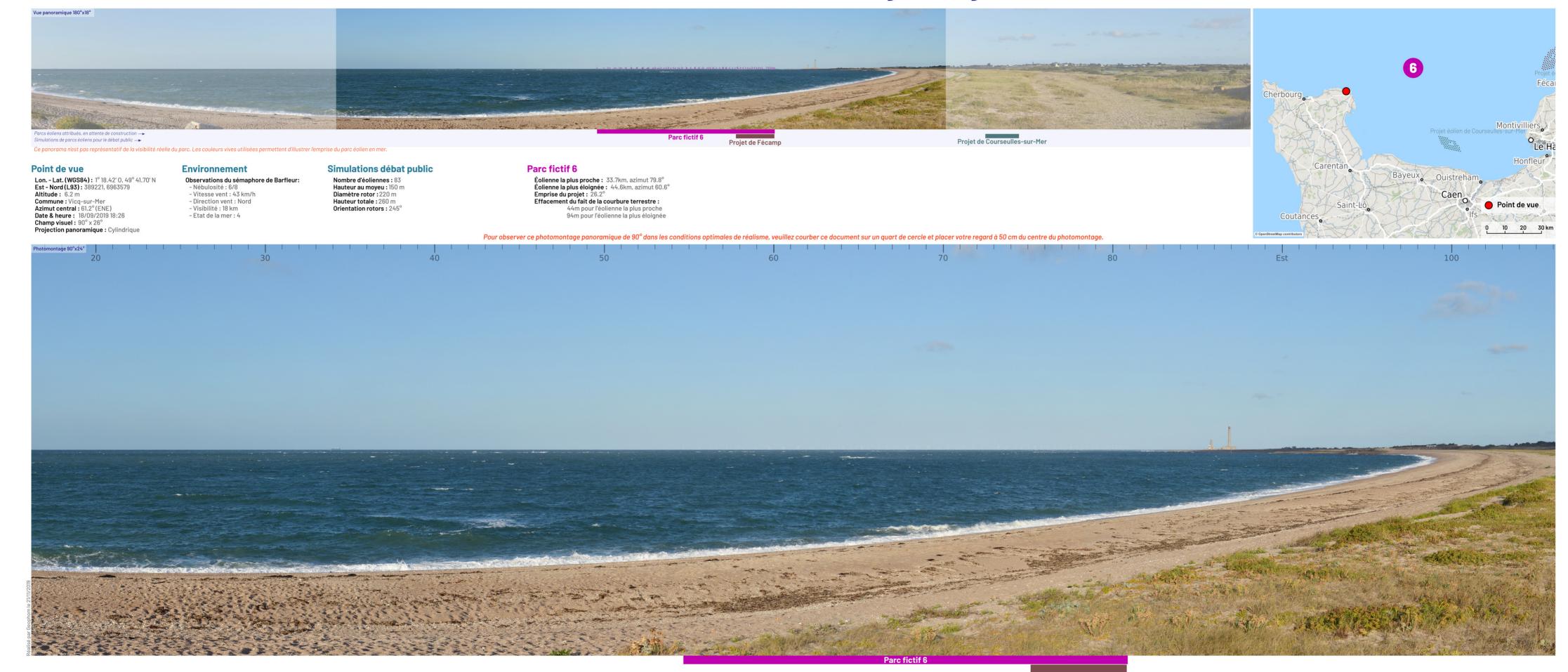
ID Point de vue	Lieu	Parc(s) fictif(s) simulés
1	Plage étang de Gattemare à Gatteville Phare	6
2a	Port de Barfleur	5
2b	Port de Barfleur	6
3a	La Pernelle	5
3b	La Pernelle	6
4	Port de St Vaast – extrémité jetée	6
5	La Redoute de Morsalines	6
6	Phare des Arquets - hauteurs Morsalines / Crasville	6
7	Le Havre de Quinéville	6
8	Musée du débarquement Utah Beach	6
9	Criqueville-en-Bessin, Pointe du Hoc	5, 6
10	Bernières-sur-Mer, la plage	1, 2, 5, 6
11	Deauville, la plage	1, 2
12	Etretat, la Chapelle Notre Dame de la Garde	1,2
13	Fécamp, la plateforme panoramique (nuit)	1, 2, 3
14	Les Petites Dalles, la plage	1, 2, 3
15	Saint-Valery-en-Caux, la plage	1, 2, 3
16a	Belvédère du point d'interrogation	1, 2, 3
16b	Belvédère du point d'interrogation	4
17a	St-Aubin-sur-Mer	1, 2, 3
17b	St-Aubin-sur-Mer	4
18	Promenade de Dieppe (jour)	1, 2, 3
19a	Belvédère de Notre-Dame de la Falaise (jour)	2, 3
19b	Belvédère de Notre-Dame de la Falaise (nuit)	2, 3
20	Fort-Mahon-plage	3, 4

Points de vue depuis la Manche

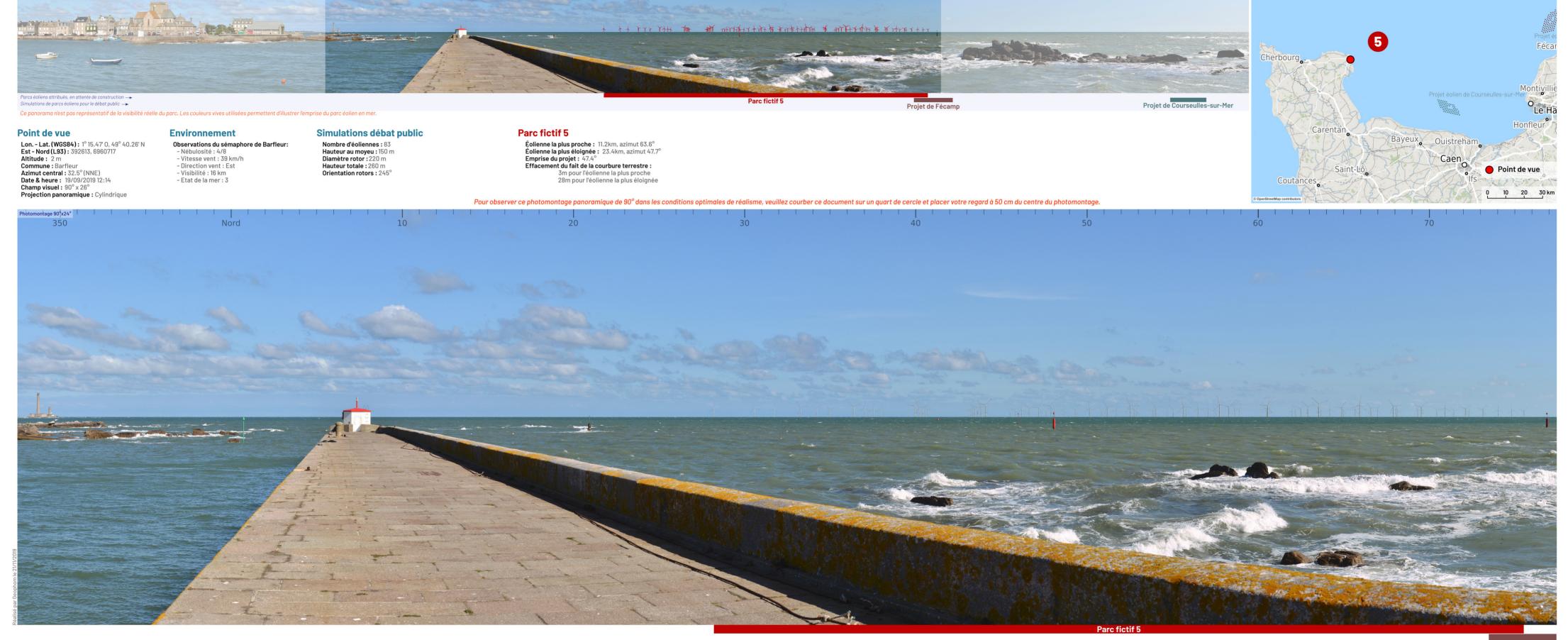


ID	Point de vue	Parc(s) fictif(s) simulés
1	Plage étang de Gattemare à Gatteville Phare	6
2a	Port de Barfleur	5
2b	Port de Barfleur	6
3a	La Pernelle	5
3b	La Pernelle	6
4	Port de St Vaast – extrémité jetée	6
5	La Redoute de Morsalines	6
6	Phare des Arquets - hauteurs Morsalines / Crasville	6
7	Le Havre de Quinéville	6
8	Musée du débarquement Utah Beach	6

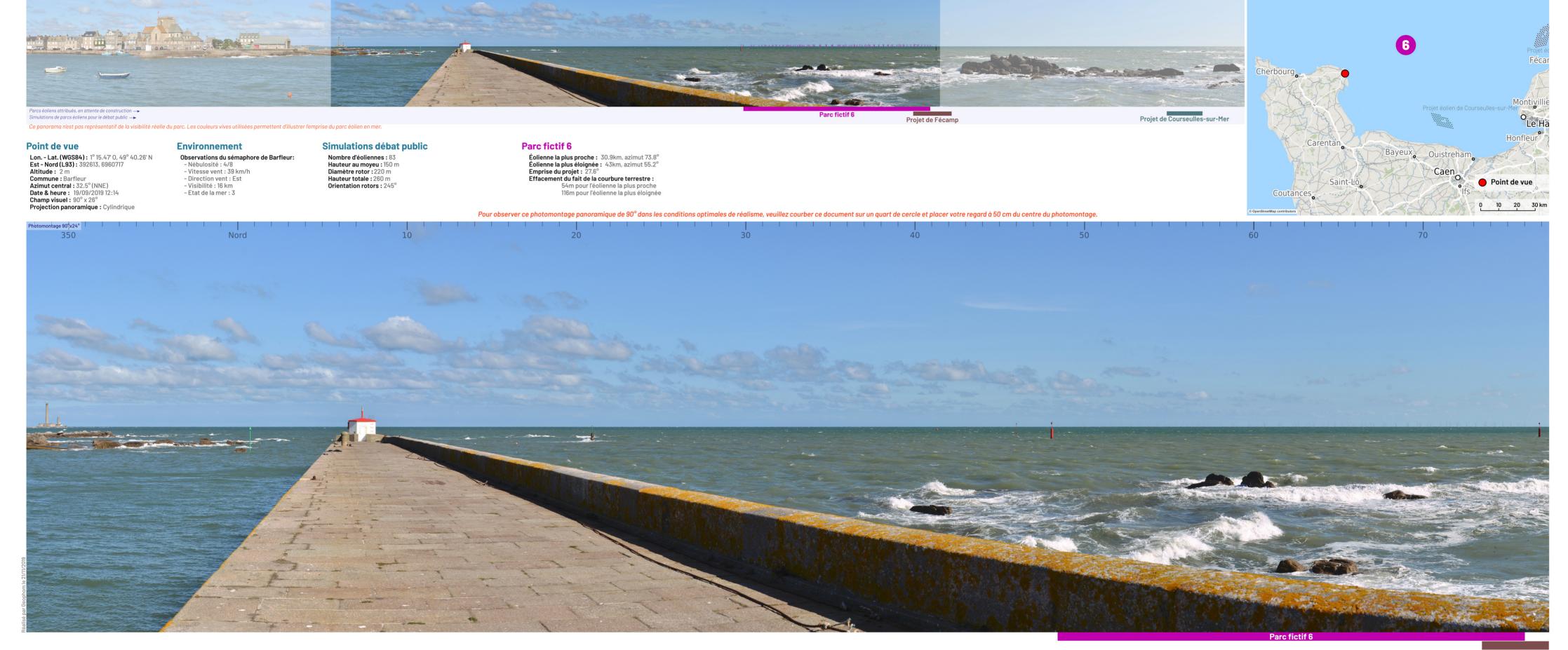
Plage étang de Gattemare à Gatteville Phare



Port de Barfleur



Port de Barfleur



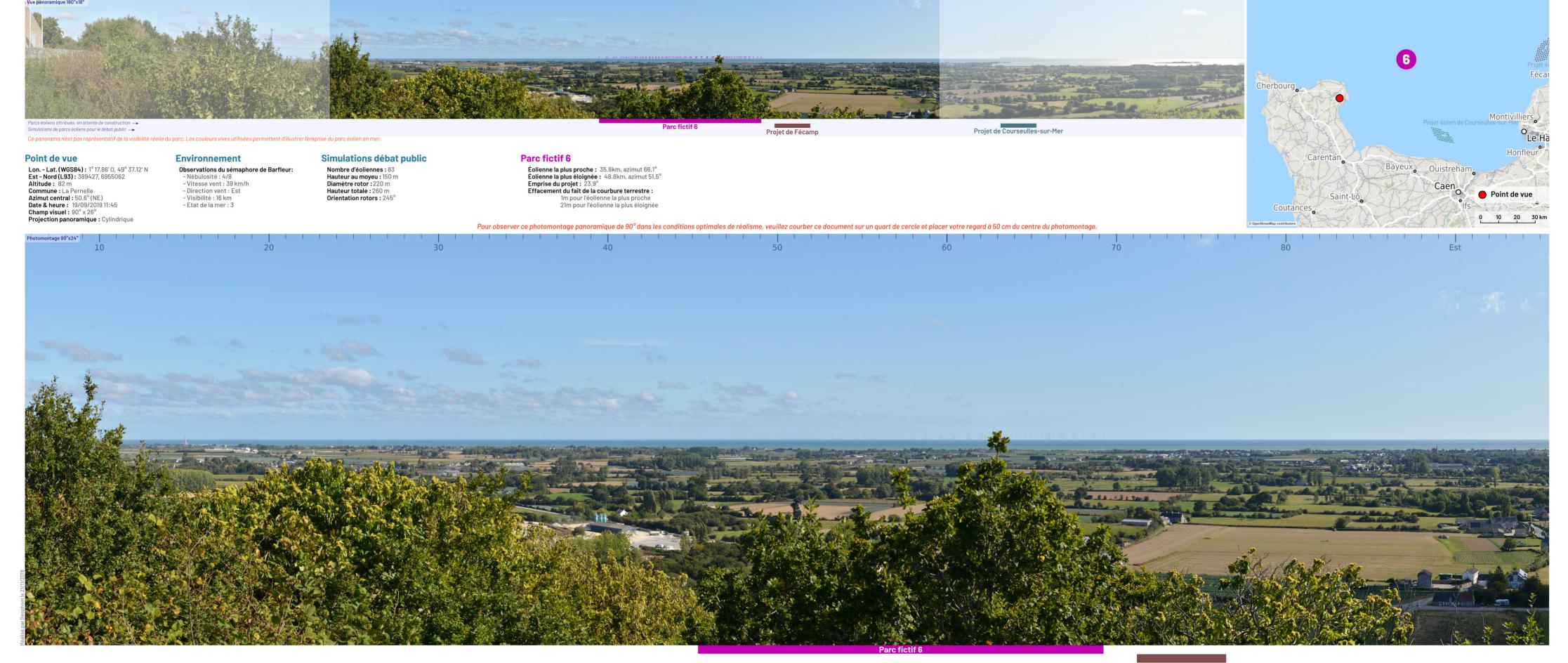
La Pernelle





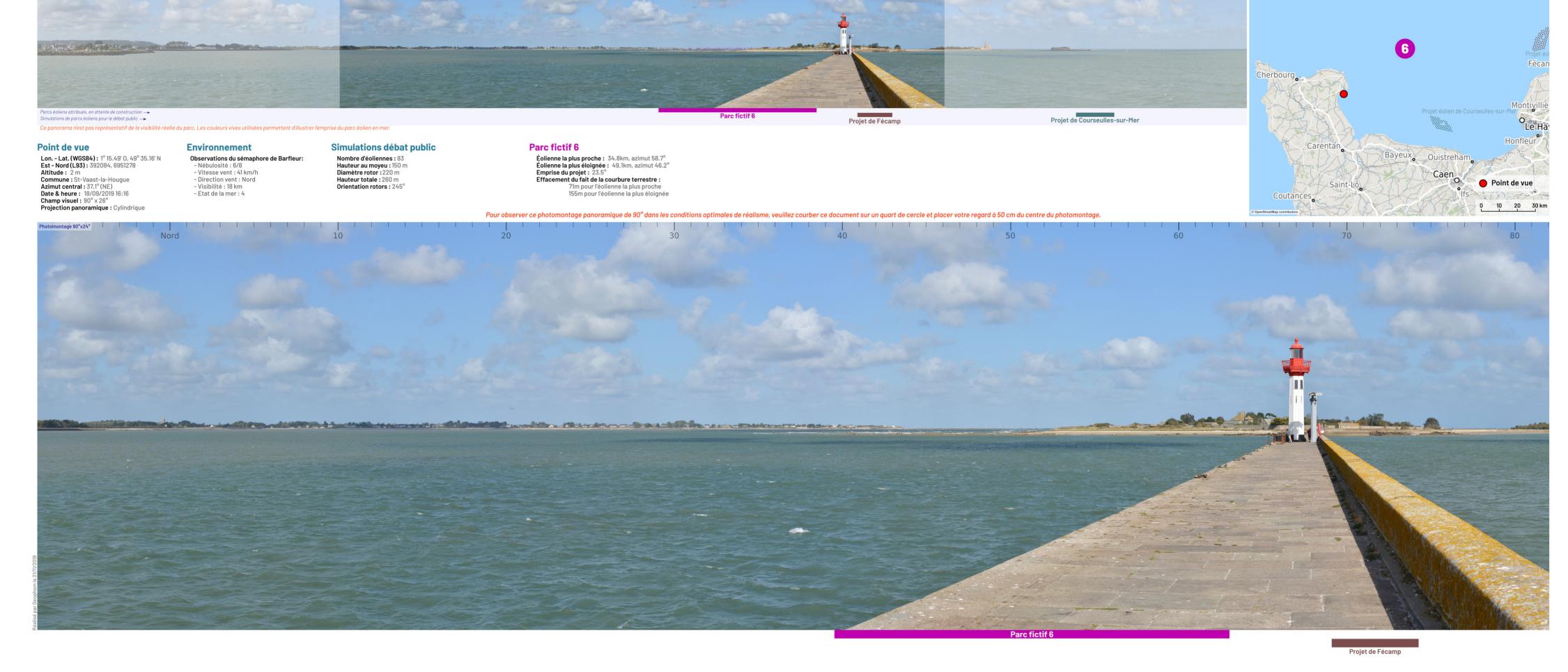
La Pernelle



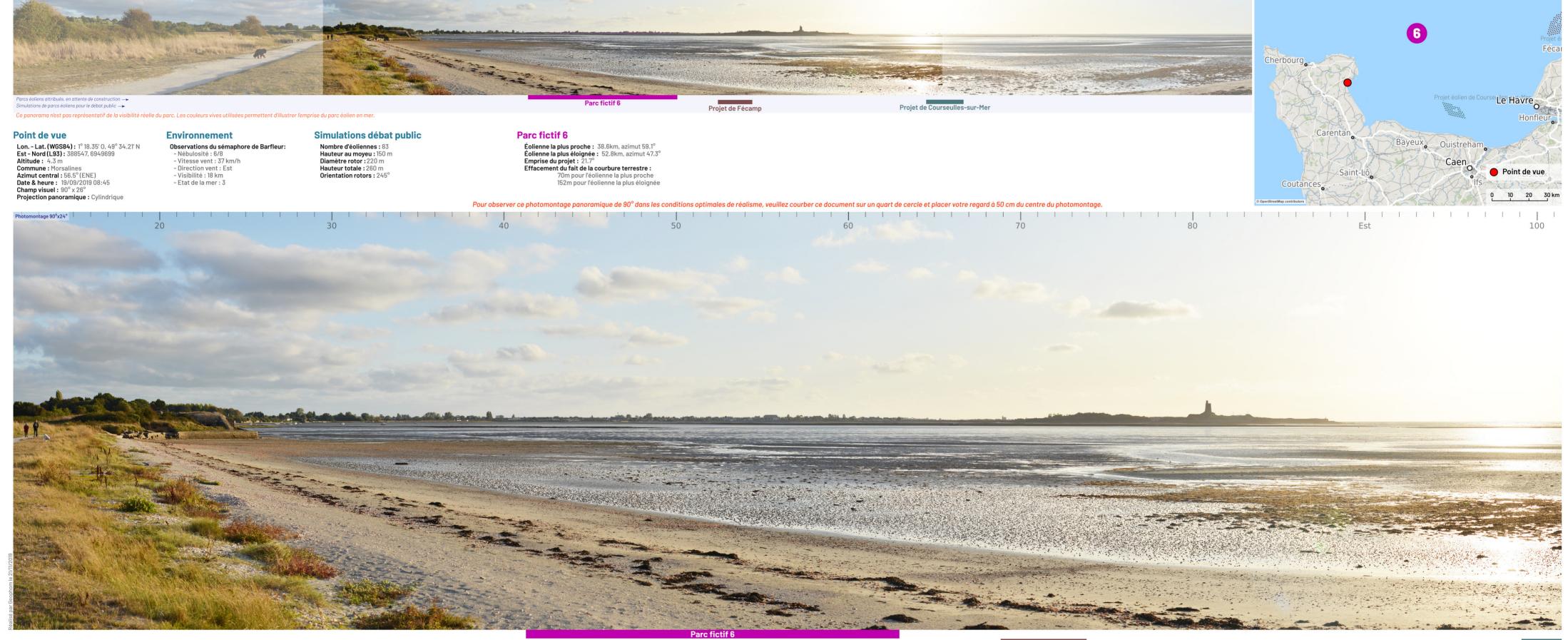


Port de St Vaast - extrémité jetée

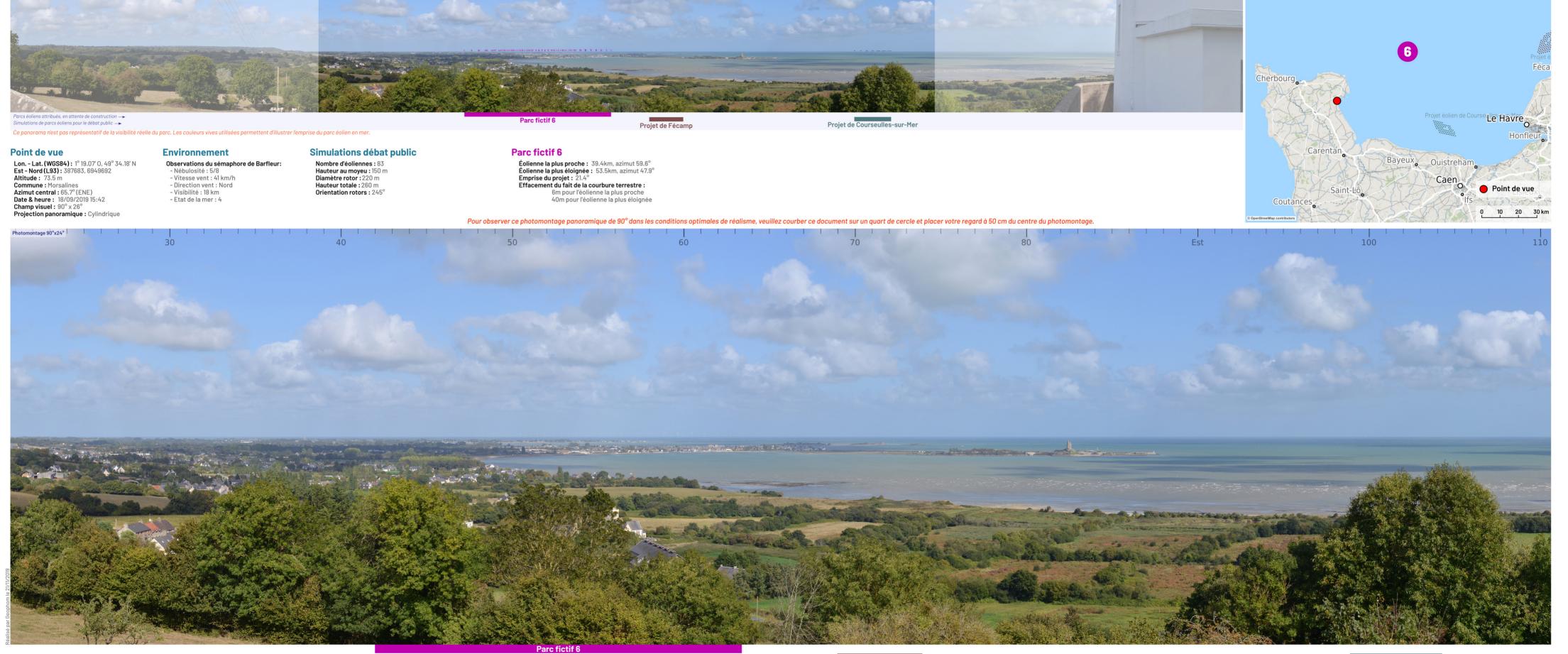




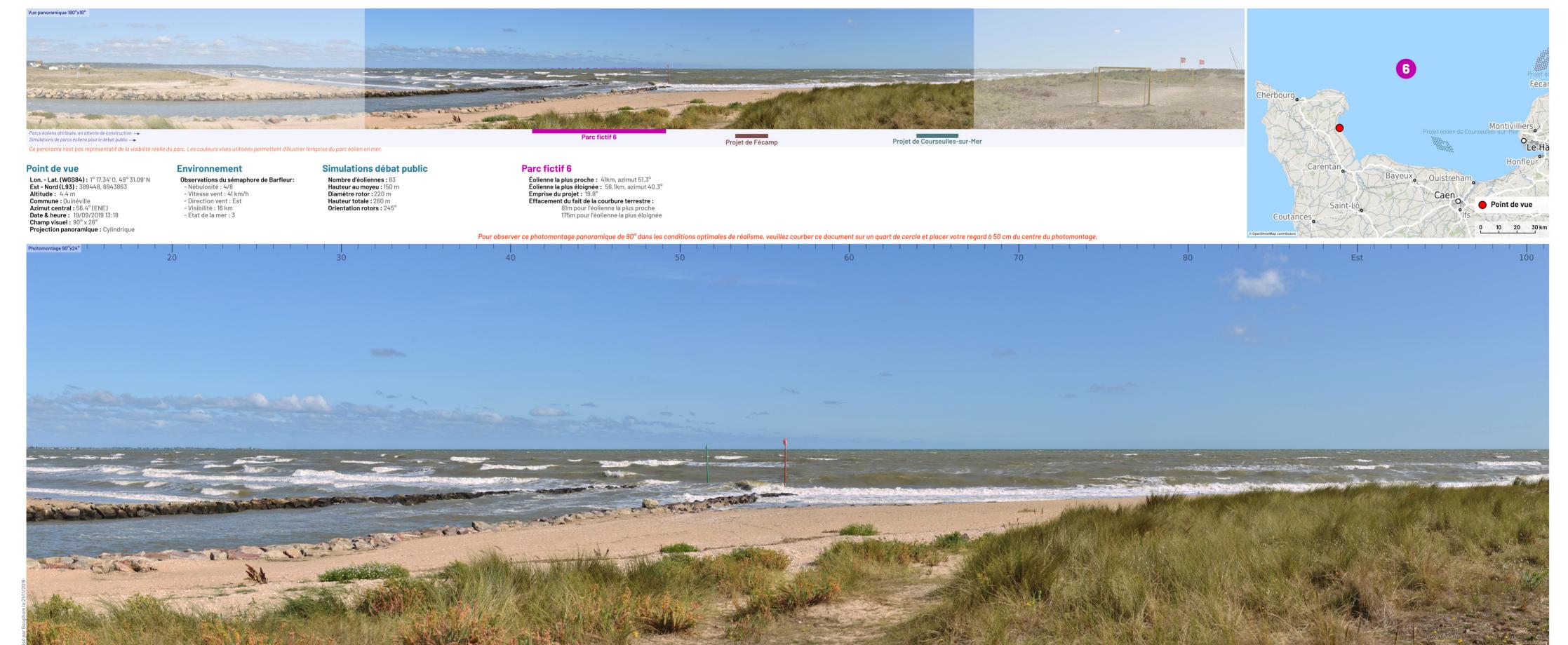








Le Havre de Quinéville

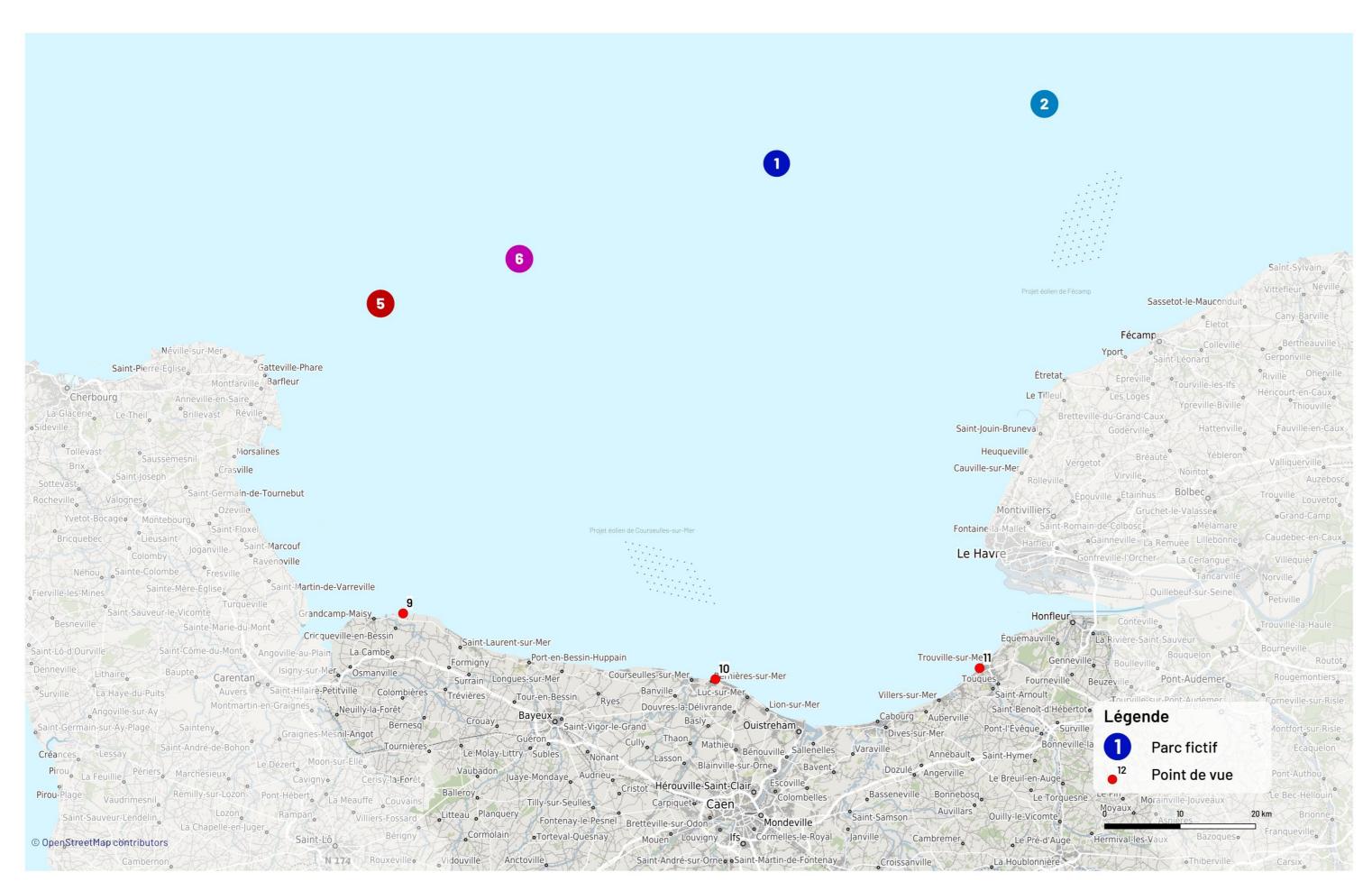


Musée du débarquement Utah Beach





Points de vue depuis le Calvados



ID	Point de vue	Parc(s) fictif(s) simulés
9	Criqueville-en-Bessin, Pointe du Hoc Bernières-sur-Mer, la plage Deauville, la plage	5, 6
10		1, 2, 5, 6
11		1. 2

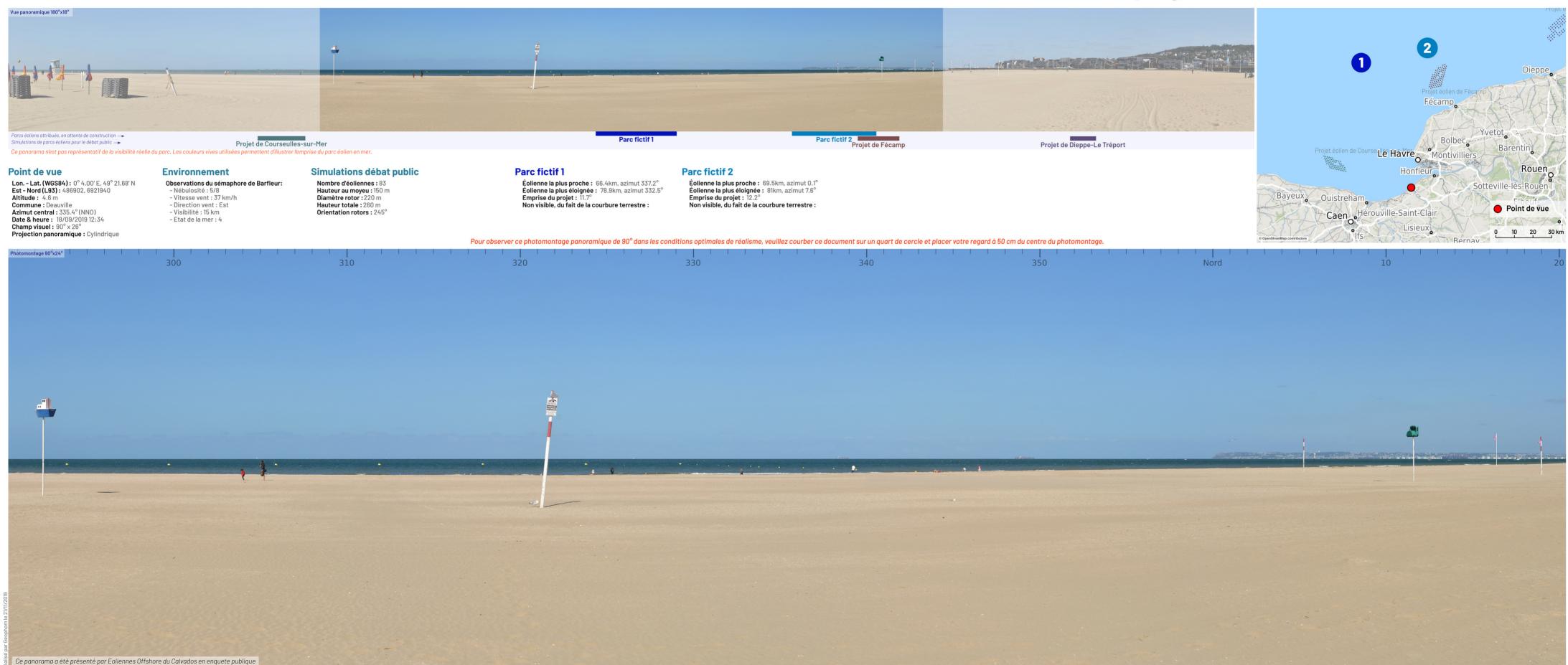
Criqueville-en-Bessin, Pointe du Hoc



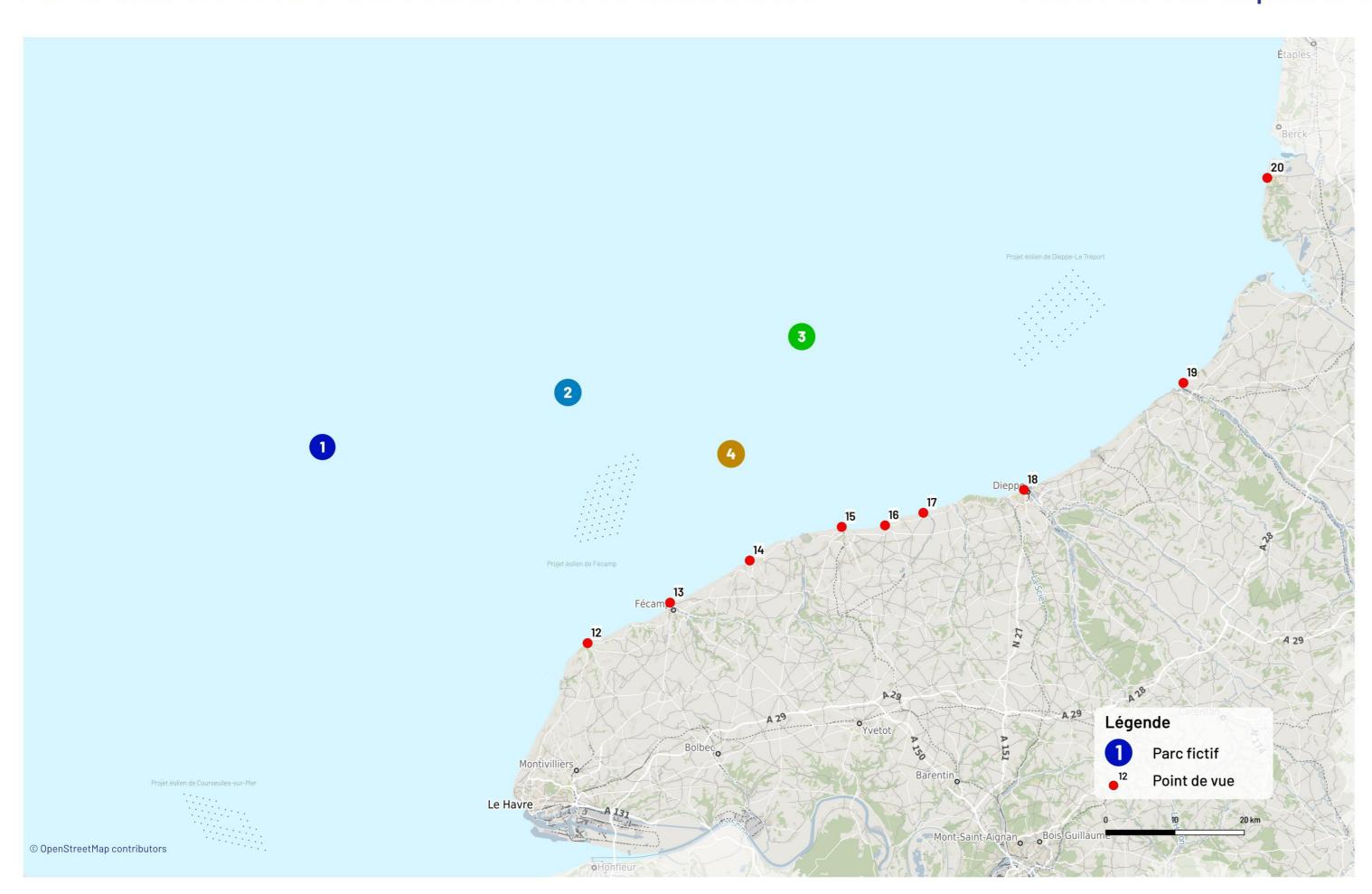
Bernières-sur-Mer, la plage



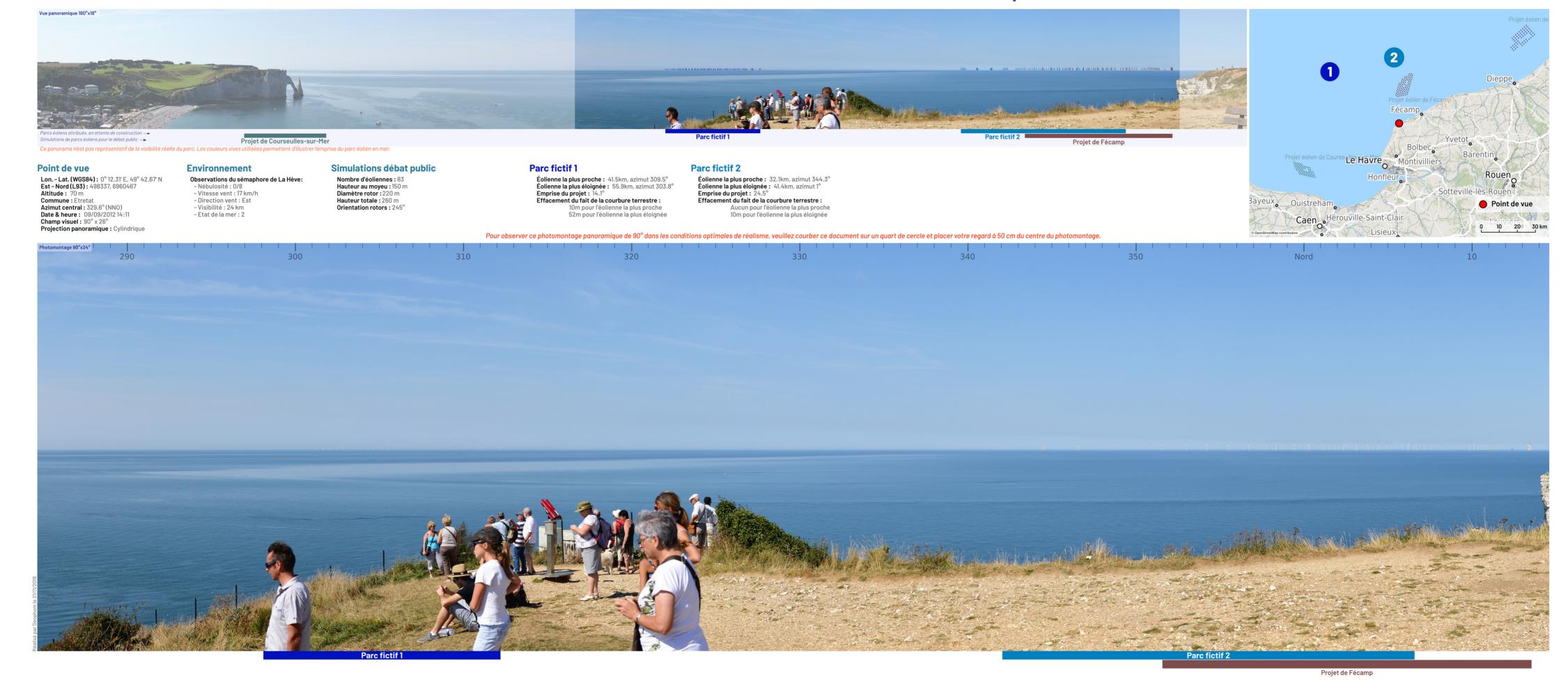
Deauville, la plage



Points de vue depuis la Seine-Maritime et la Somme



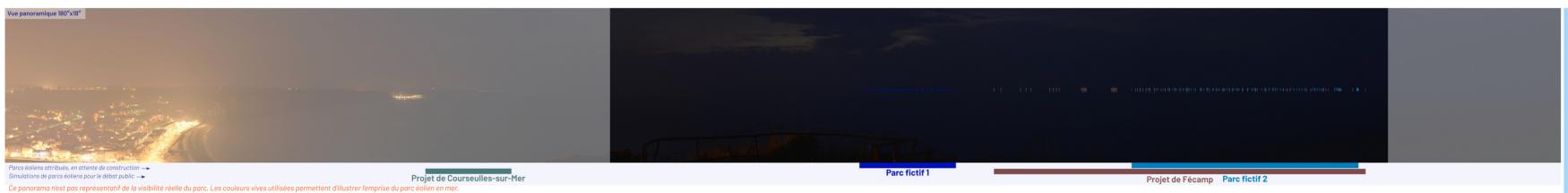
ID	Point de vue	Parc(s) fictif(s) simulés
12	Etretat, la Chapelle Notre Dame de la Garde	1,2
13	Fécamp, la plateforme panoramique (nuit)	1, 2, 3
14	Les Petites Dalles, la plage	1, 2, 3
15	Saint-Valery-en-Caux, la plage	1, 2, 3
16a	Belvédère du point d'interrogation	1, 2, 3
16b	Belvédère du point d'interrogation	4
17a	St-Aubin-sur-Mer	1, 2, 3
17b	St-Aubin-sur-Mer	4
18	Promenade de Dieppe (jour)	1, 2, 3
19a	Belvédère de Notre-Dame de la Falaise (jour)	2, 3
19b	Belvédère de Notre-Dame de la Falaise (nuit)	2, 3
20	Fort-Mahon-plage	3, 4



Fécamp, la plateforme panoramique

Projet de Fécamp





Point de vue

Lon. - Lat. (WGS84): 0° 22.06' E, 49° 46.04' N Est - Nord (L93): 510264, 6966323 Altitude: 103 m

Commune: Fécamp Azimut central: 303.1° (0S0)

Date & heure: 09/09/2012 21:28 Champ visuel: 90° x 26° Projection panoramique : Cylindrique

Environnement

- Visibilité : 11 km

- Etat de la mer : 2

Observations du sémaphore de La Hève:

- Nébulosité : 4/8 - Vitesse vent : 7 km/h - Direction vent : SF

Nombre d'éoliennes: 83 Hauteur au moyeu: 150 m Diamètre rotor: 220 m Hauteur totale: 260 m Orientation rotors: 245

Simulations débat public

Parc fictif 1

Éolienne la plus proche: 48.1km, azimut 294.9° Éolienne la plus éloignée : 63.3km, azimut 293.3° Effacement du fait de la courbure terrestre :

11m pour l'éolienne la plus proche 56m pour l'éolienne la plus éloignée

Parc fictif 2

Éolienne la plus proche: 29km, azimut 344.5° Éolienne la plus éloignée : 39.7km, azimut 323.6° Emprise du projet : 26.3° Effacement du fait de la courbure terrestre :

Aucun masque pour l'éolienne la plus proche 1m pour l'éolienne la plus éloignée

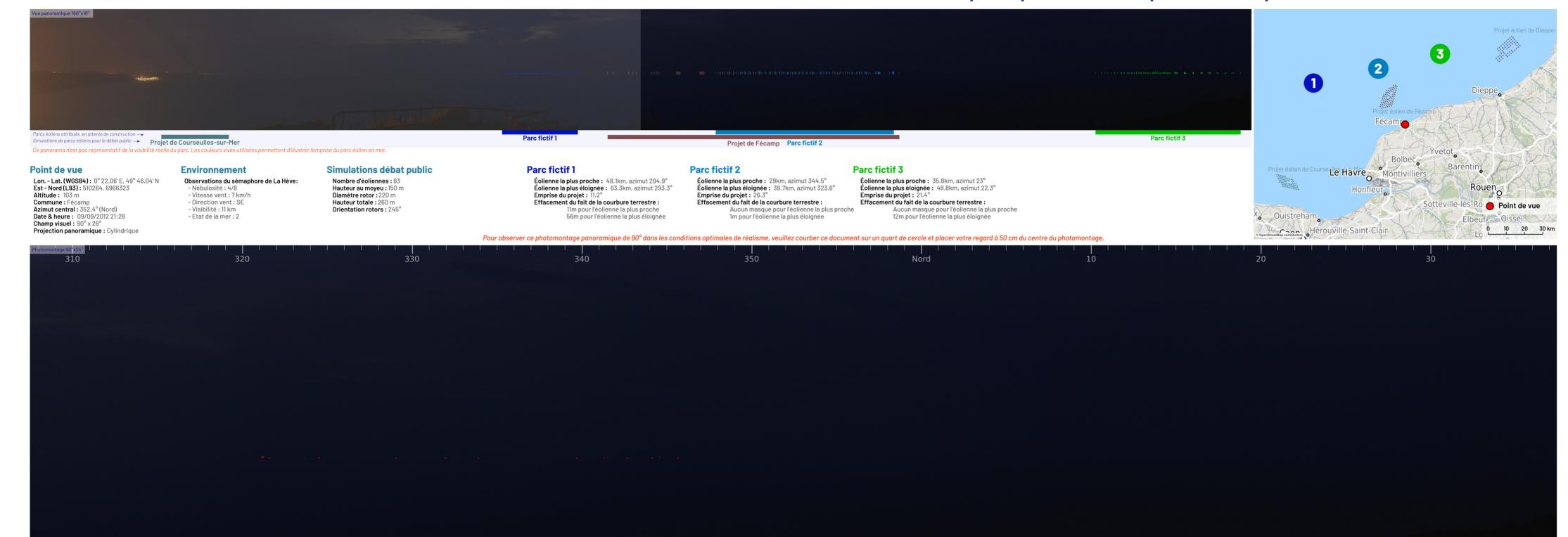
Pour observer ce photomontage panoramique de 90° dans les conditions optimales de réalisme, veuillez courber ce document sur un quart de cercle et placer votre regard à 50 cm du centre du photomontage

Fécamp Le Havre Mor

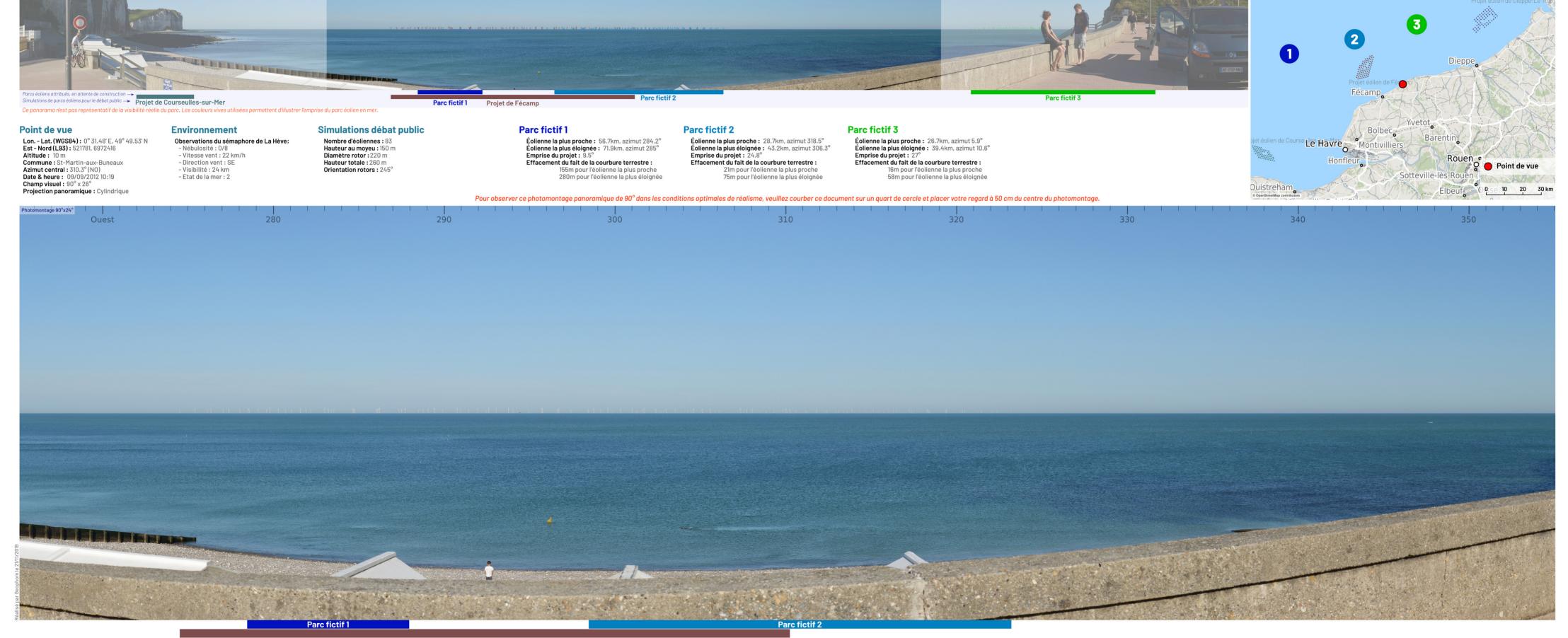


Fécamp, la plateforme panoramique



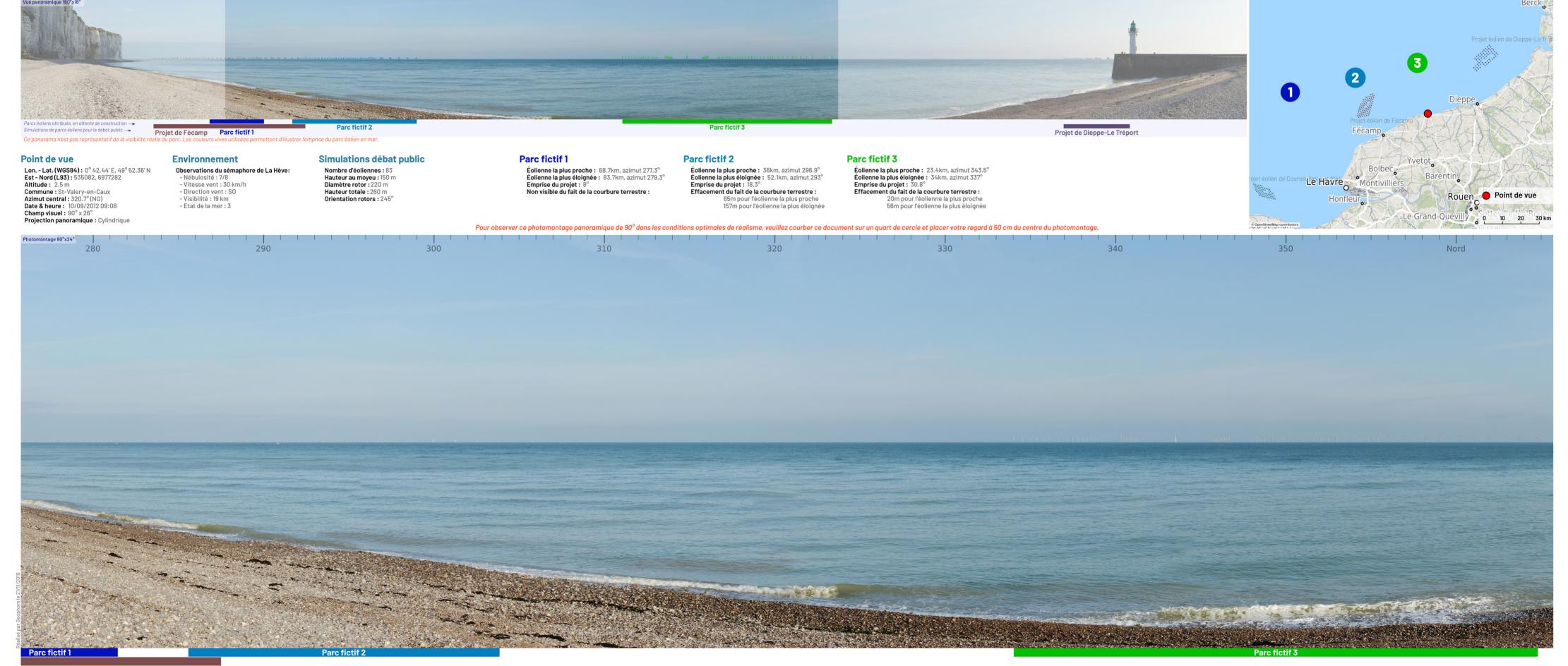


Parc fictif 2



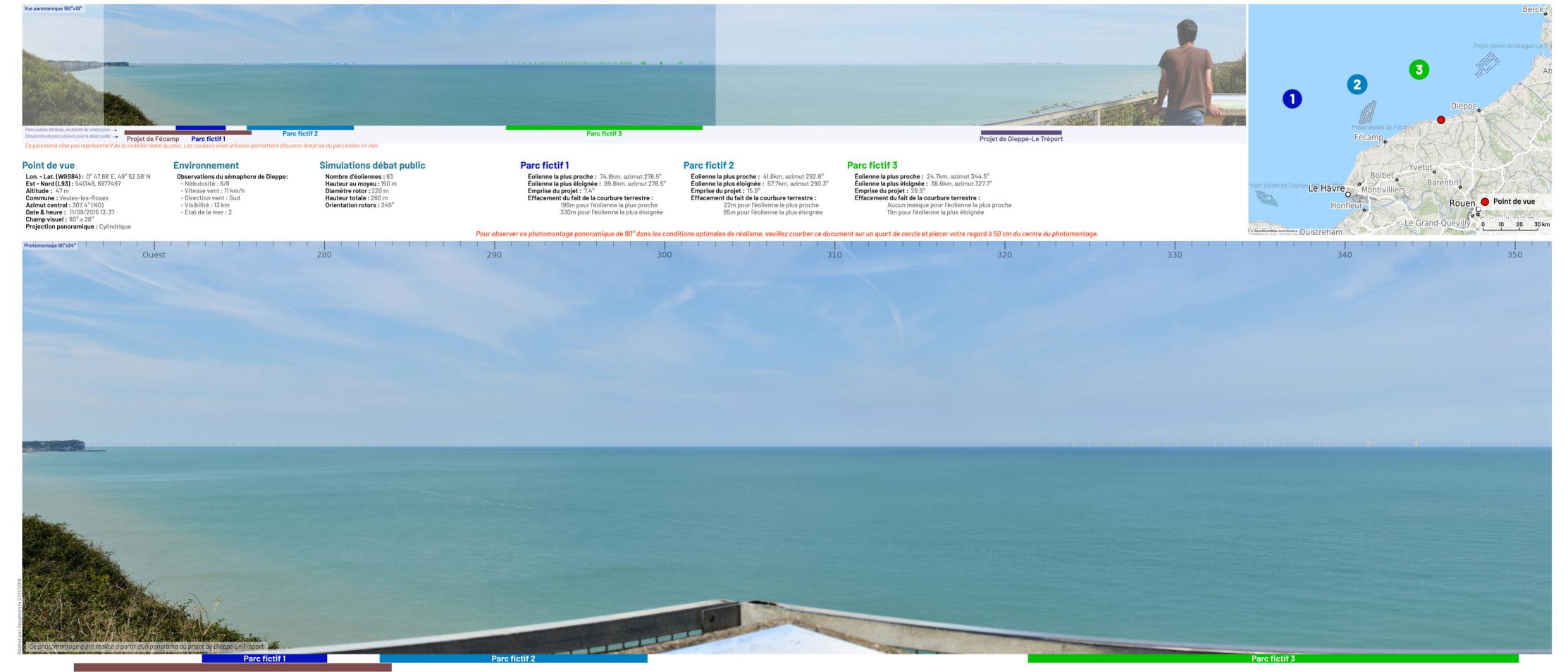
Saint-Valery-en-Caux, la plage





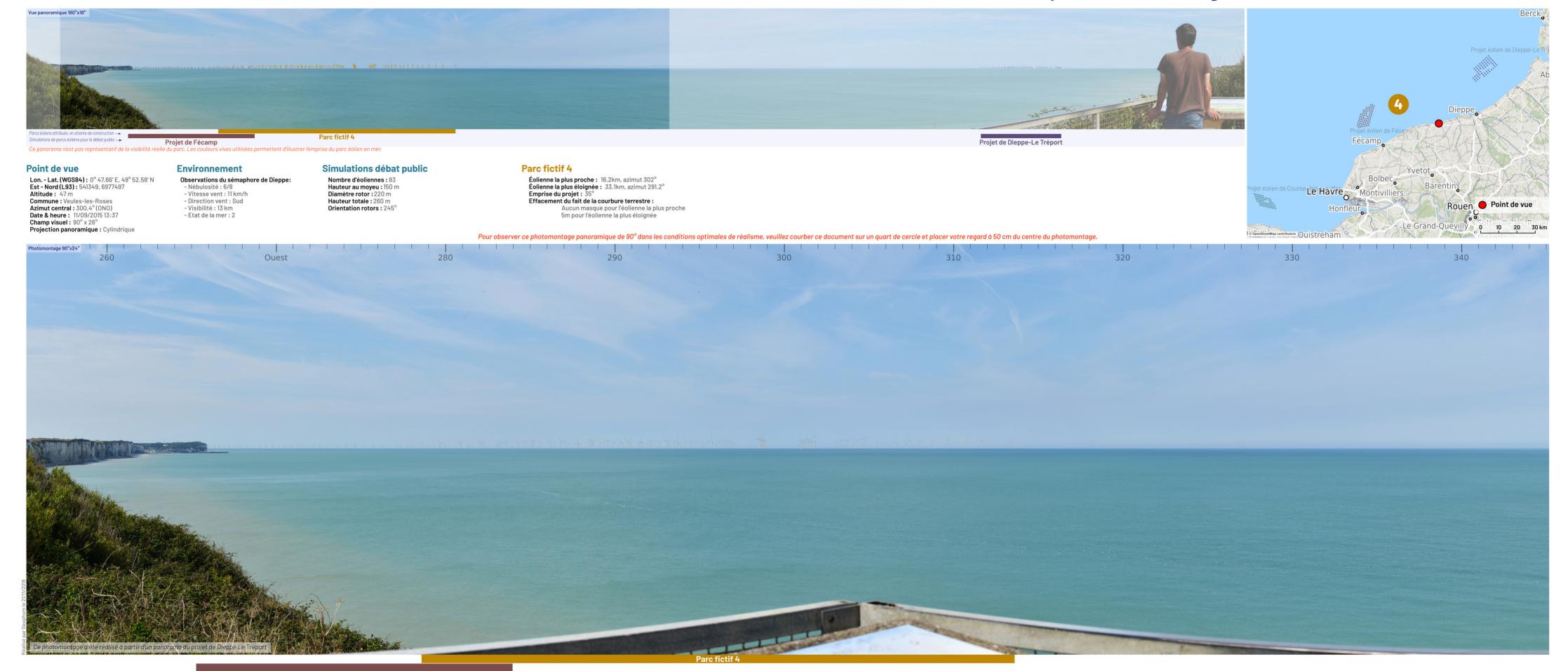
Belvédère du point d'interrogation





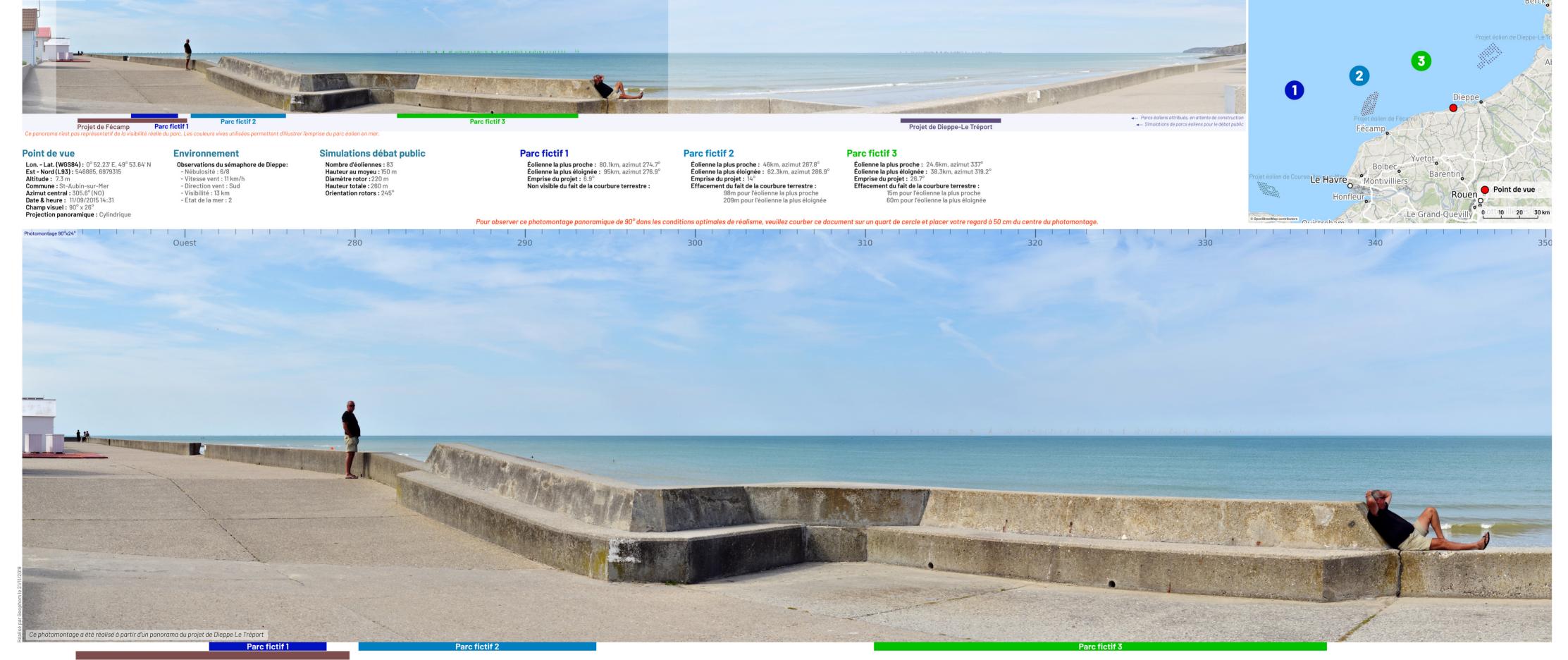
Belvédère du point d'interrogation





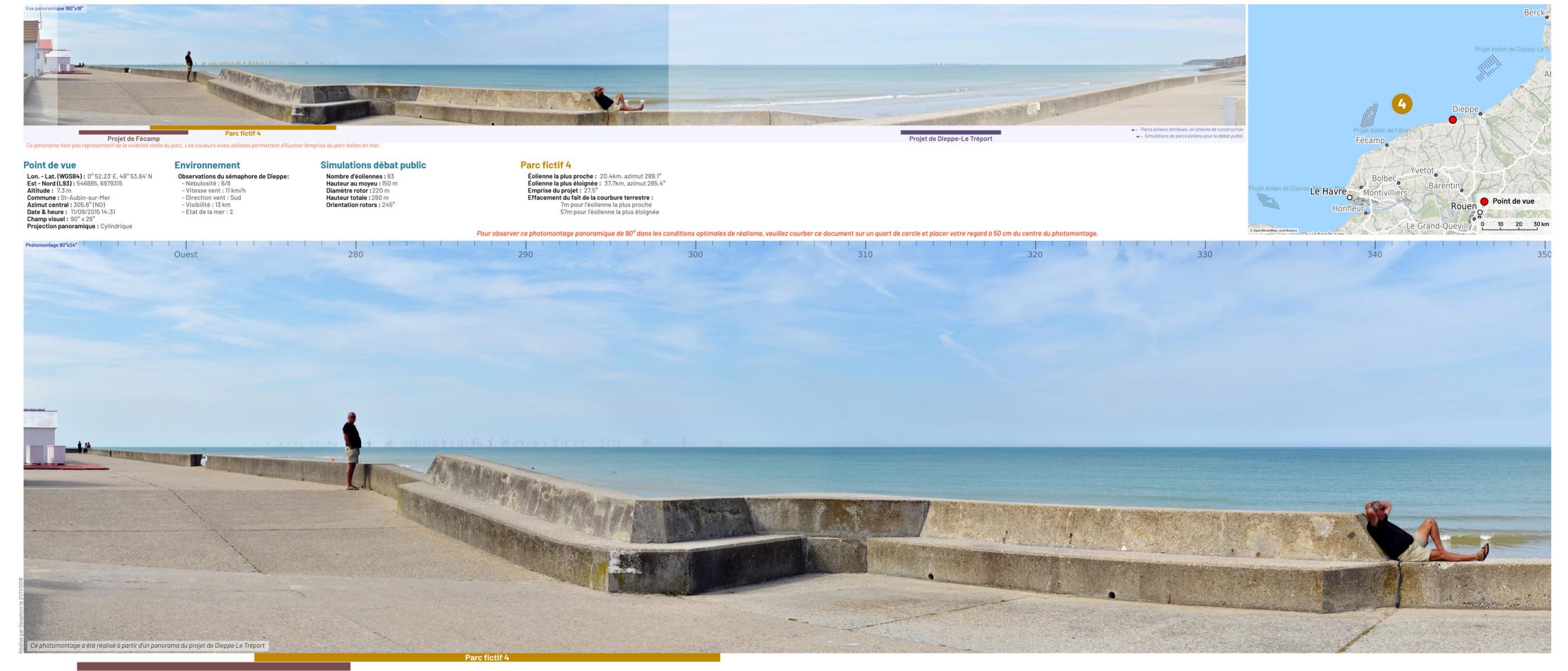
St-Aubin-sur-Mer



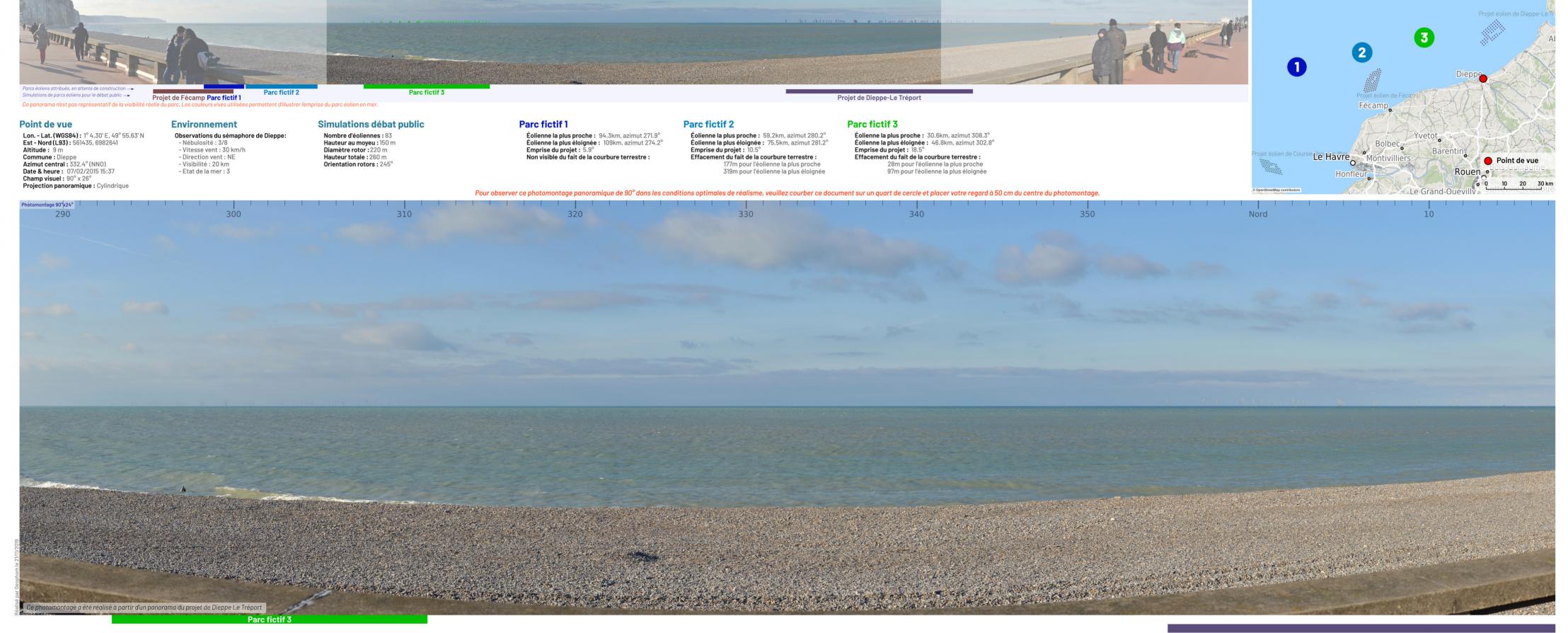


St-Aubin-sur-Mer



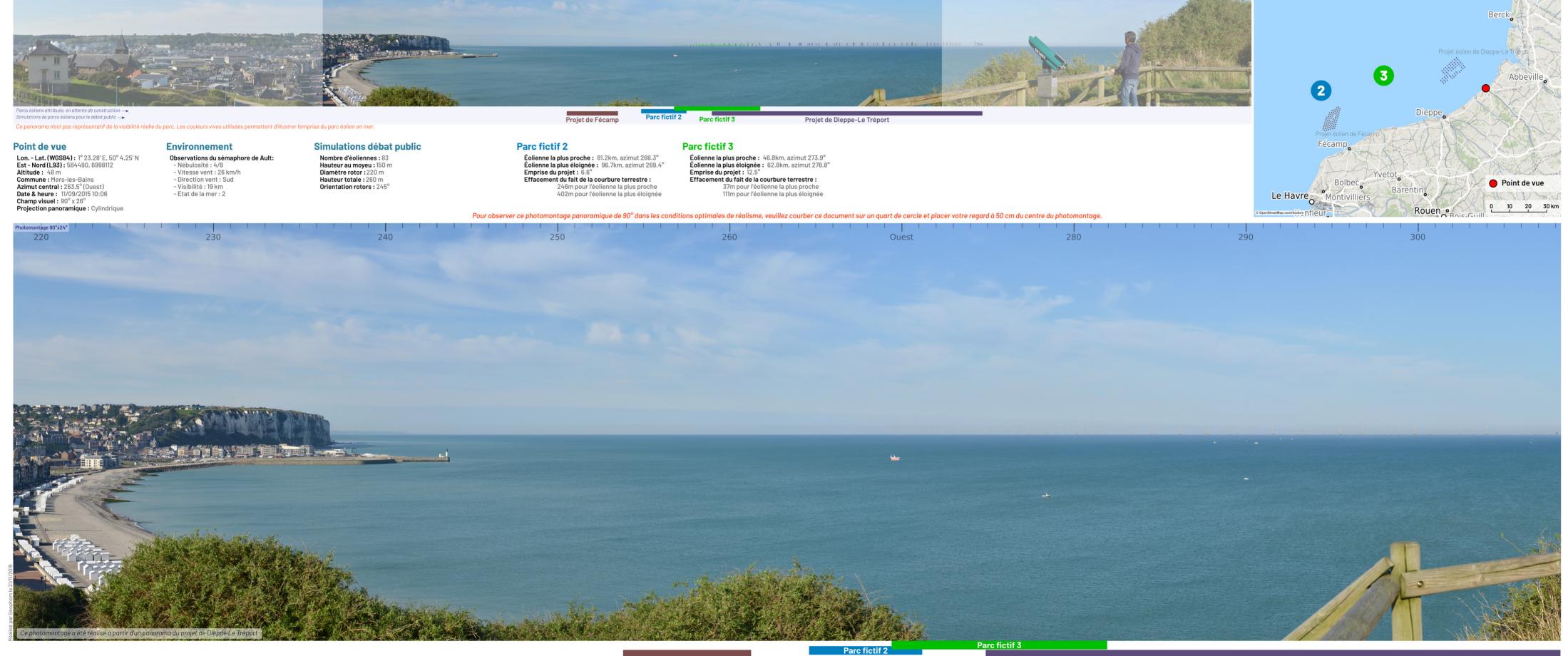


Promenade de Dieppe



Belvédère de Notre-Dame de la Falaise





Belvédère de Notre-Dame de la Falaise





Point de vue

Lon. - Lat. (WGS84): 1° 23.28' E, 50° 4.25' N Est - Nord (L93): 584490, 6998112 Altitude: 48 m Commune: Mers-les-Bains Azimut central: 263.6° (Ouest) Date & heure: 06/02/2015 20:35 Champ visuel: 90° x 26°

Projection panoramique : Cylindrique

Environnement

Observations du sémaphore de Dieppe: - Nébulosité : 7/8

- Vitesse vent : 31 km/h - Direction vent : NE
- Visibilité : 11 km - Etat de la mer : 3

Simulations débat public

Nombre d'éoliennes : 83 Hauteur au moyeu : 150 m Diamètre rotor : 220 m Hauteur totale : 260 m Orientation rotors : 245°

Parc fictif 2

Éolienne la plus proche: 81.2km, azimut 266.3° Éolienne la plus éloignée: 96.7km, azimut 269.4° Emprise du projet: 6.6° Effacement du fait de la courbure terrestre:

Parc fictif 3

Éolienne la plus proche : 46.8km, azimut 273.9° Éolienne la plus éloignée : 62.8km, azimut 278.8° Emprise du projet : 12.5° Effacement du fait de la courbure terrestre : 37m pour l'éolienne la plus proche

402m pour l'éolienne la plus éloignée 111m pour l'éolienne la plus éloignée

Pour observer ce photomontage panoramique de 90° dans les conditions optimales de réalisme, veuillez courber ce document sur un quart de cercle et placer votre regard à 50 cm du centre du photomontage





