



# Projet Provence Grand Large

# Cahier de photomontages





# Projet Provence Grand Large

# Méthodologie

## Projet éolien PROVENCE GRAND LARGE

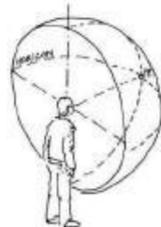
<b>Localisation du projet :</b>	au large du Golfe de Fos (Bouches-du-Rhône)
<b>Nombre d'éoliennes :</b>	3
<b>Distance entre éoliennes :</b>	environ 920 mètres
<b>Type d'éoliennes :</b>	éolienne à axe horizontal Siemens SWT-8.0-154
<b>Puissance du parc pilote</b>	24 MW (Mégawatts)

## Méthodologie de réalisation des photomontages

La réalisation des photomontages s'appuie sur une approche méthodologique qui vise à offrir à l'observateur une vue simulée du projet dans des conditions aussi proches que possible d'une observation réelle.

### La vision humaine

On peut modéliser la vision humaine par une sphère visuelle, à travers laquelle nous percevons les éléments de notre environnement. Cette approche, imparfaite, mais réaliste au regard des champs visuels humains habituellement reconnus, nous permet de définir les caractéristiques du support de présentation des photomontages.



Si le champ de la perception visuelle peut atteindre plus de 220° (en vision binoculaire), celui de la lecture détaillée est de l'ordre du degré (fovéa). La reconnaissance des formes et des couleurs n'est possible que dans un champ visuel limité à 40° et 60° (ergorama). Ainsi, la perception visuelle humaine est spécialisée en fonction de la zone du champ visuel analysée.

Les photomontages produits couvrent un champ visuel horizontal de 90°, afin de bénéficier d'un champ visuel confortable et compatible avec la vision des éléments interprétables du rivage. Ils sont imprimés sur un format de taille convenable et doivent être observés à la distance indiquée pour reproduire au mieux les échelles de la scène réelle (voir plus loin le paragraphe "Lecture"). Ce principe considère une vision monoculaire. Le champ visuel vertical présenté dans ce document, est d'environ 20°.

### Le photomontage

Les photomontages sont réalisés pour illustrer et vérifier l'effet du projet dans le paysage depuis les lieux identifiés comme sensibles et exposés au projet. C'est le travail préalable de l'étude d'impact qui définit les points précis des prises de vues photographiques.

### Principes

Le photomontage doit permettre à un observateur de se faire une opinion, aussi précise que possible, de l'effet visuel 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.

L'usage du photomontage a 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 10 photomontages présentés dans ce cahier ont été réalisés avec le plus grand soin. Ils offrent une variété de points de vue, de situations d'éclairage et de météorologies permettant d'apprécier les effets attendus du projet sur le paysage.

La distance, souvent très importante, qui sépare le projet des points d'observation rend difficile la perception des éoliennes. Malgré la hauteur imposante des éoliennes, leur hauteur apparente depuis la côte reste limitée. De plus, l'opacité atmosphérique joue ici un rôle important dans l'atténuation de la visibilité du projet.

### Méthodologie

Le principe du photomontage est de produire une vue photographique dans laquelle le projet est représenté de façon fidèle. La technique utilisée est de superposer à une vue réelle (la photographie), une image de synthèse (image virtuelle). Il convient donc de reproduire de façon informatique la réalité. Un logiciel 3D spécialisé pour l'éolien a été utilisé (Resoft Windarm r4.2) pour créer un environnement numérique à l'image de la réalité. Il contient la topographie (données BDalt175 de l'IGN), les amers identifiés sur le territoire, tels que les clochers, châteaux d'eau, pylônes, phares, etc., et les éoliennes du projet. Pour chaque point de vue photographié, une image de synthèse a été produite à l'aide d'une caméra virtuelle du logiciel dont les caractéristiques (localisation, orientations, champ visuel, projection) sont identiques à la vue photographique réelle. La superposition des deux vues (virtuelle et réelle) permet d'obtenir le calage, première étape dans la réalisation du photomontage.



### Photographies

Les photographies ont été réalisées à l'aide d'un appareil photographique numérique reflex plein format d'une résolution de 36 Mégapixels, équipé d'un objectif à focale fixe de 50mm. Chaque prise de vue 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 trois points pour un plan de rotation précis, 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.

### Photomontages

#### L'ASSEMBLAGE

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 Windarm R 4.2. L'opération de recalage consiste à aligner 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 modification de l'orientation des 3 axes de la caméra fait glisser la vue numérique par rapport à la vue photographique. La superposition des deux vues est considérée parfaite lorsque les amers photographiés et numériques se superposent parfaitement.

### Rendu photoréaliste

Pour produire une image cohérente avec les conditions atmosphériques réelles, l'orientation et la hauteur du soleil sont utilisées pour produire les ombres. La nature de l'éclairage (beau temps, ciel gris, etc.) est également utilisée dans le calcul de l'image (lumière ambiante, spéculaire et diffuse). 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. L'orientation des nacelles a été orientée principalement face à l'observateur (secteur 285° à 15° qui correspondent aux directions des vents dominants). L'effet de la courbure de la terre sur la perception visuelle des éoliennes en mer a été pris en compte dans les photomontages.

Les balisages lumineux blancs, en situation diurne, et rouge, en situation nocturne, ont été ajoutés au sommet des nacelles, conformément à la réglementation en vigueur en matière de balisage.

### Insertion paysagère

L'insertion paysagère consiste à intégrer l'image virtuelle des éoliennes (le rendu) dans la photographie, et si besoin à faire disparaître les éoliennes qui peuvent être masquées ponctuellement par un obstacle (arbres, maisons, bateau, etc.). Les supports flottants, qui sont produits par un logiciel 3D classique, sont intégrés à l'image. Ils sont peu visibles dans la technologie employée pour ce projet, puisqu'ils sont principalement immergés.

### Lecture

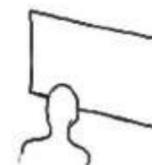
Pour être précis, les photomontages doivent être présentés et observés selon des règles connues. Une distance précise d'observation doit être indiquée et utilisée par l'observateur afin que l'image perçue occupe un espace du champ visuel analogue à la situation réelle. Un éclairage élevé doit permettre de distinguer les détails et les nuances (600 à 800 lux).

### Support imprimé

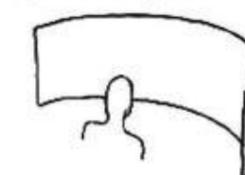
Le papier est le support le plus courant pour présenter les photomontages, car il permet de décliner le photomontage dans des dimensions variées.

#### LA FORME DU SUPPORT

L'observation à plat est possible compte tenu de l'amplitude limitée du champ visuel des photomontages présentés dans ce cahier. Cependant l'observation courbée est toujours préférable.



Pour ce faire, courbez le photomontage selon un arc de cercle équivalent au champ visuel du photomontage. En l'occurrence, pour ces photomontages de 90° de champ visuel, courbez le



photomontage selon un quart de cercle et placez votre regard au centre de cet arc de cercle.

Vous serez amené(e) à tourner légèrement la tête 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.



# Projet Provence Grand Large

# Méthodologie

### LA DISTANCE D'OBSERVATION

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

### L'ÉCLAIRAGE

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

## Geophom

Geophom est un bureau d'étude spécialisé et indépendant dont l'activité est de produire principalement des photomontages éoliens dans le cadre de l'instruction administrative des projets éoliens.

Créé en 2010 par Frank DAVID, son expertise s'appuie sur plus de 10 ans d'expérience en photomontages éoliens terrestres et en mer. Depuis 2005 Frank DAVID travaille sur les simulations visuelles des parcs éoliens en mer, et plus particulièrement depuis les appels d'offres du gouvernement en 2011.

Geophom a produit les photomontages des projets en mer des deux premières tranches d'appel d'offres du gouvernement (plus 300 photomontages retenus au total) :

A partir de 2011, Geophom a produit les photomontages des projets en mer de Saint-Nazaire (44), Fécamp (76) et Courseulles-sur-Mer (14), pour certains candidats, et tous les lauréats des appels d'offres du gouvernement.

A partir de 2012, Geophom a produit les photomontages du projet en mer de la Baie de Saint-Brieuc (22).

A partir de 2014, Geophom a produit les photomontages des projets de îles de Normoutier et Yeu (85), ainsi que ceux du Tréport (76), pour certains candidats et tous les lauréats des appels d'offres du gouvernement.

Pour les parcs éoliens en mer de Courseulles-sur-Mer et de Saint-Nazaire, la méthodologie de Geophom a été expertisée et validée par Monsieur Jean-Marc Vézien, ingénieur de recherche au laboratoire LIMSi-CNRS (Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur à Orsay). De plus, les photomontages des deux projets éoliens en mer de Dieppe - le Tréport, et des îles d'Yeu et de Noirmoutier, ont été étudiés dans des analyses comparatives avec les amers présents sur ces territoires. Ces analyses, réalisées par M. Vézien, ont validé la hauteur apparente des éoliennes représentées dans les photomontages.

Geophom a développé un savoir-faire très spécifique à partir de ses compétences en éolien terrestre et de l'expérience acquise avec les premiers projets de parc éolien en mer. Les méthodes et les outils dédiés à l'évaluation des effets dans le paysage des parcs éoliens sont continuellement améliorés pour apporter la meilleure expérience possible. Le photomontage demeure un outil indispensable à l'évaluation des impacts visuels, malgré ses limites.

Par ailleurs, Geophom produit de très nombreux photomontages éoliens terrestres chaque année dans le cadre de l'instruction des projets éoliens.



ID PLANCHE	LOCALISATION	COMMUNE
01	Front de mer	Saintes-Maries-de-la-Mer
02	Plage de Piémanson	Arles
03	Plage Napoléon	Port-Saint-Louis-du-Rhône
04	Digue du phare (face au quai Gloria)	Port-Saint-Louis-du-Rhône
05	Port de Ponteau	Martigues
06	RD9E - route de la Couronne	Martigues
07	Plage de Carro	Martigues
08	Front de mer	Sausset-les-Pins
09	Notre-Dame de la Garde	Marseille
10	Massif de Marseilleveyre	Marseille



# Projet Provence Grand Large

## Front de mer

### Photographie

Lieu : Saintes-Maries-de-la-Mer  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 4° 25.64' E - 43° 26.96' N  
 Altitude : 3m  
 Hauteur d'observation : 1,70m  
 Azimut vue panoramique : 110°  
 Date & heure : 24/02/2017 13:02  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
 Éolienne la plus proche : A03 à 41,3km, azimut 132,6°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 41,6km, azimut 135,2°  
 Emprise visuelle : 2,52°  
 Etlacement par la coque terrestre :  
 85,3m pour l'éolienne la plus proche  
 90,1m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 315°

## Saintes-Maries-de-la-Mer



01  
PHOTOMONTAGE



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Plage de Piémanson

### Photographie

Lieu : Plage de Piémanson  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 4° 47'00" E - 43° 20'57" N  
 Altitude : 2m  
 Hauteur d'observation : 1,70m  
 Azimut vue panoramique : 163°  
 Date & heure : 23/02/2017 14:40  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

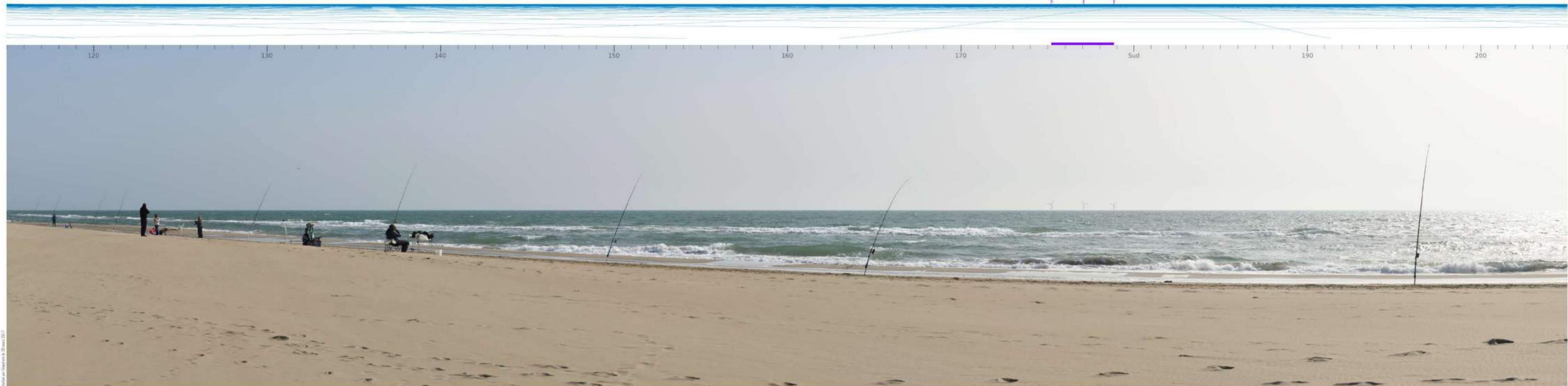
Implantation : L09  
 Éolienne la plus proche : A03 à 16,8km, azimut 175,2°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 18,3km, azimut 178,8°  
 Emprise visuelle : 3,6°  
 Ecartement par la coulée terrestre :  
 7,8m pour l'éolienne la plus proche  
 10,5m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 357°

Arles



SITUATION

02 PHOTOMONTAGE



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Plage Napoléon

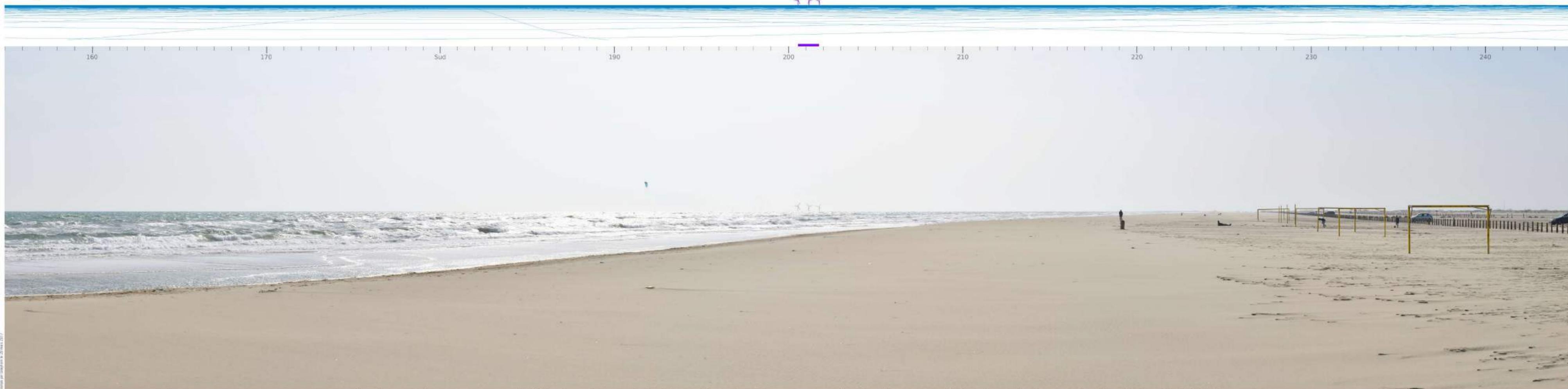
Port-Saint-Louis-du-Rhône

### Photographie

Lieu : Plage Napoléon  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 4° 52.79' E - 43° 21.07' N  
 Altitude : 2m  
 Hauteur d'observation : 1.70m  
 Azimut vue panoramique : 203°  
 Date & heure : 23/02/2017 13:38  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
 Éolienne la plus proche : A03 à 18.3km, azimut 200.6°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 20.1km, azimut 201.8°  
 Emprise visuelle : 1.2°  
 Etlacement par la coulbuie terrestre :  
 10.3m pour l'éolienne la plus proche  
 13.6m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 15°



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Digue du phare (face au quai Gloria) Port-Saint-Louis-du-Rhône

### Photographie

Lieu : Digue du phare  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 4° 51.25' E - 43° 23.32' N  
 Altitude : 2m  
 Hauteur d'observation : 1.70m  
 Azimut vue panoramique : 201.23°  
 Date & heure : 23/02/2017 13:02  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
 Éolienne la plus proche : A03 à 21.7km, azimut 191.6°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 23.5km, azimut 103.3°  
 Emprise visuelle : 1.7°  
 Etlacement par la coulbuie terrestre :  
 - 17.4m pour l'éolienne la plus proche  
 - 21.7m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 10°



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Port de Ponteau

### Photographie

Lieu : Port de Ponteau  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 5° 52' E - 43° 22.20' N  
 Altitude : 6m  
 Hauteur d'observation : 1,70m  
 Azimut vue panoramique : 244,49°  
 Date & heure : 24/02/2017 09:32  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
 Éolienne la plus proche : A03 à 25,6km, azimut 221,3°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 27,4km, azimut 220,8°  
 Emprise visuelle : 0,51°  
 Éloignement par la coulée terrestre :  
 19,4m pour l'éolienne la plus proche  
 24,2m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 15°

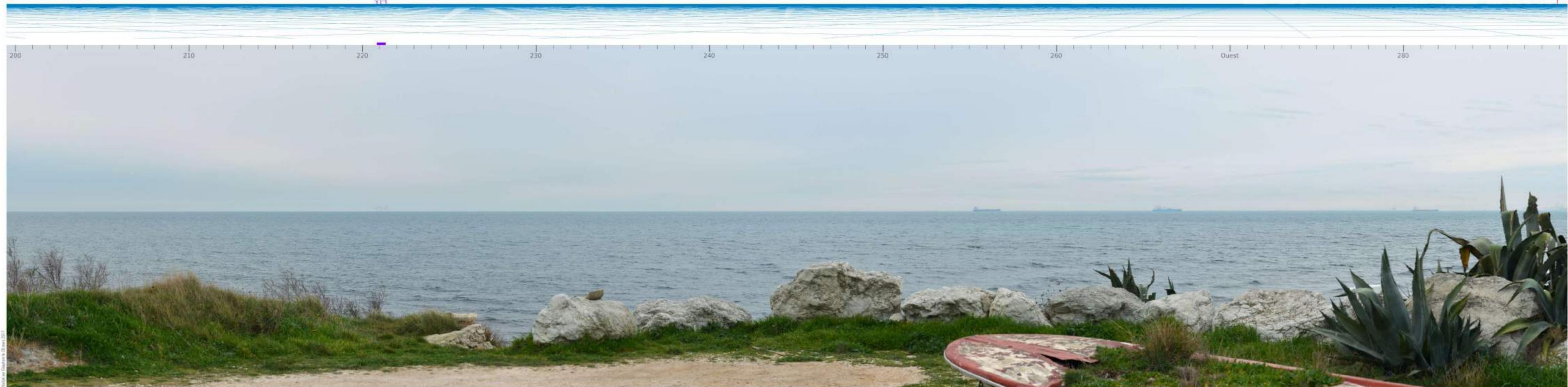
A03  
 25,6km  
 A01  
 27,4km

Martigues



05

PHOTOMONTAGE



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## RD9E - route de la Couronne

Martigues



### Photographie

Lieu : route de la Couronne  
Lon. - Lat. (WGS84) : 5° 3.29' E - 43° 20.69' N  
Altitude : 48.9m  
Hauteur d'observation : 1.70m  
Azimut vue panoramique : 249.97°  
Date & heure : 24/02/2017 16:17  
Champ visuel : 90° x 20°  
Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
Éolienne la plus proche : A03 à 26.4km, azimut 231.5°  
Éolienne la plus éloignée : A01 à 28.2km, azimut 230.4°  
Emprise visuelle : 1.15°  
Eloignement par la courbe terrestre :  
0.1m pour l'éolienne la plus proche  
0.6m pour l'éolienne la plus éloignée  
Orientation nacelle : 15°



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Plage de Carro

Martigues

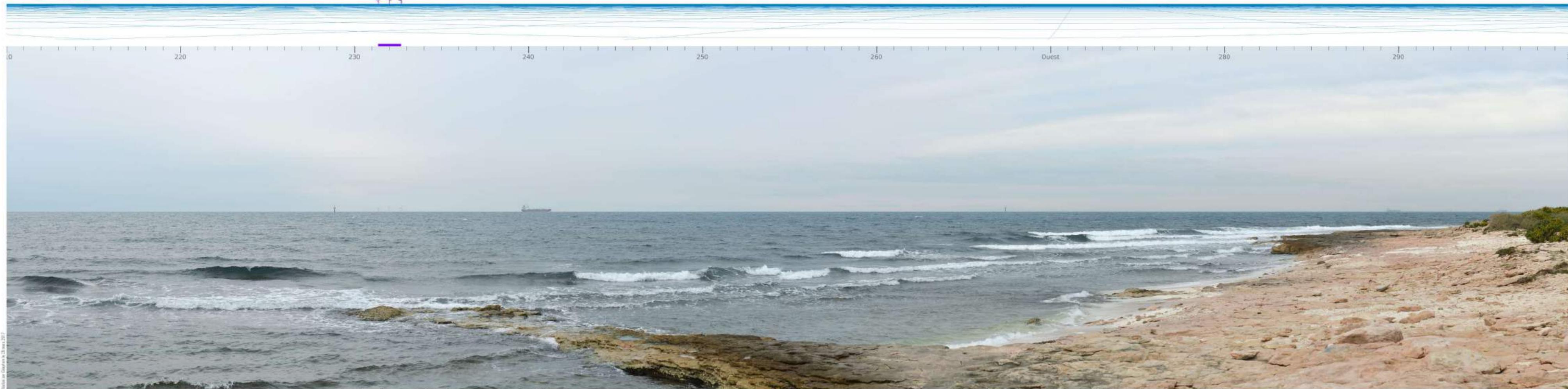


### Photographie

Ueu : Plage de Carro  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 5° 22' E - 43° 19.77' N  
 Altitude : 3m  
 Hauteur d'observation : 1.70m  
 Azimut vue panoramique : 255°  
 Date & heure : 24/02/2017 10:42  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
 Éolienne la plus proche : A01 à 24.3km, azimut 232.7°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 26km, azimut 231.4°  
 Emprise visuelle : 1.32°  
 Etlacement par la coulbuie terrestre :  
 21.5m pour l'éolienne la plus proche  
 26.2m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 15°



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Front de mer

### Photographie

Lieu : Sausset-les-Pins  
 Lon. - Lat. (WGS84) : 5° 04' E - 43° 19.80' N  
 Altitude : 4.9m  
 Hauteur d'observation : 1.70m  
 Azimut vue panoramique : 230°  
 Date & heure : 24/02/2017 11:17  
 Champ visuel : 90° x 20°  
 Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
 Éolienne la plus proche : A03 à 29km, azimut 239.4°  
 Éolienne la plus éloignée : A01 à 30.6km, azimut 237.9°  
 Emprise visuelle : 1.45°  
 Efficacement par la coulée terrestre :  
 30.7m pour l'éolienne la plus proche  
 36.2m pour l'éolienne la plus éloignée  
 Orientation nacelle : 15°

Sausset-les-Pins



08  
PHOTOMONTAGE



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).

Illustration par Guillaume le 28/02/2017



# Projet Provence Grand Large

## Notre-Dame de la Garde

Marseille

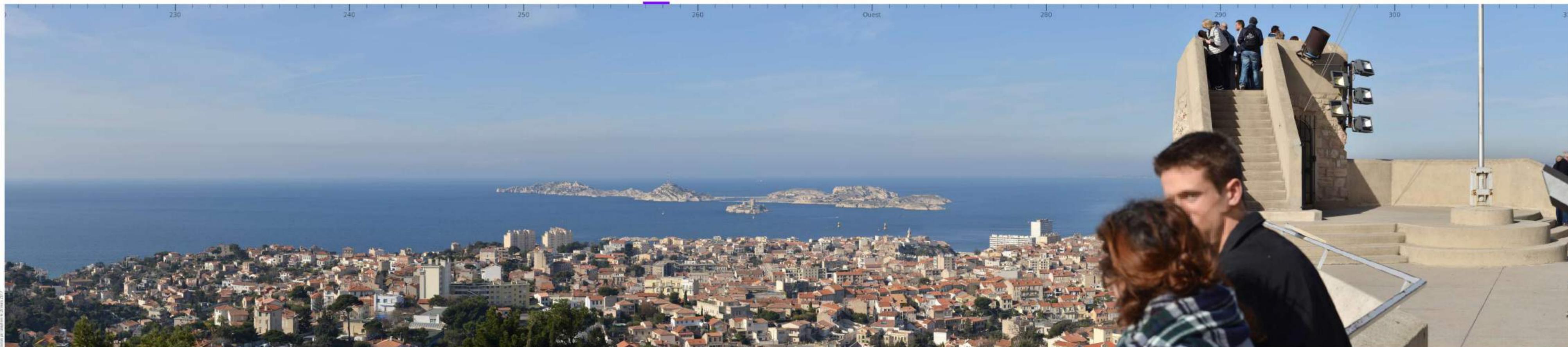


### Photographie

Lieu : Notre-Dame de la Garde  
Lon. - Lat. (WGS84) : 5° 22.20' E - 43° 17.03' N  
Altitude : 146m  
Hauteur d'observation : 1.70m  
Azimut vue panoramique : 265.19°  
Date & heure : 23/02/2017 10:54  
Champ visuel : 90° x 20°  
Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
Éolienne la plus proche : A03 à 47.4km, azimut 256.4°  
Éolienne la plus éloignée : A01 à 48.7km, azimut 256.8°  
Emprise visuelle : 1.52°  
Etlacement par la courbure terrestre :  
- 1.3m pour l'éolienne la plus proche  
- 2.2m pour l'éolienne la plus éloignée  
Orientation nacelle : 285°



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).



# Projet Provence Grand Large

## Massif de Marseilleveyre

Marseille



10

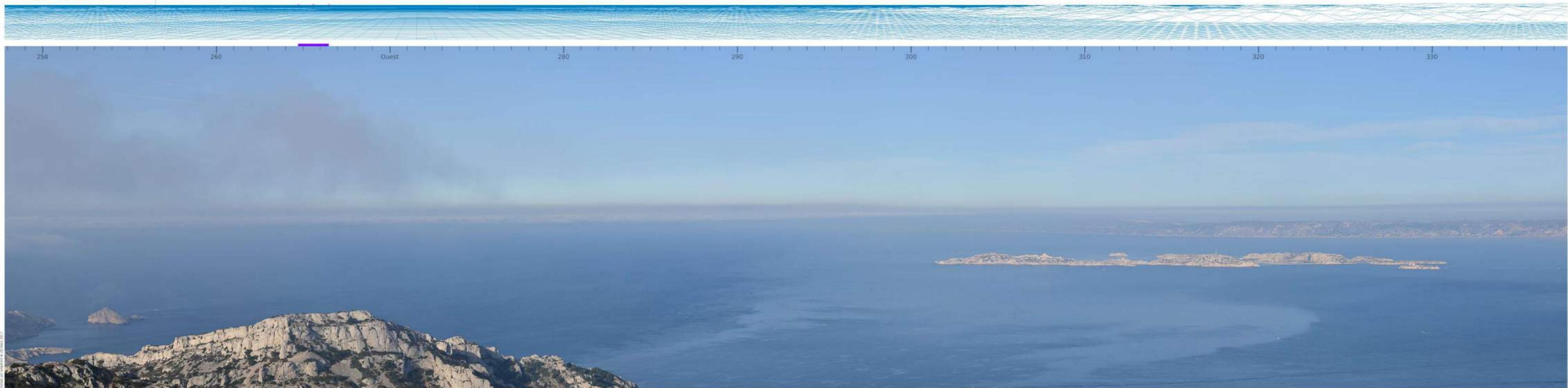
### Photographie

Ueu : Croix de Marseilleveyre  
Lon. - Lat. (WGS84) : 5° 22.30' E - 43° 13.40' N  
Altitude : 431m  
Hauteur d'observation : 1.70m  
Azimut vue panoramique : 292.84°  
Date & heure : 23/02/2017 09:20  
Champ visuel : 90° x 20°  
Projection panoramique : Cylindrique

### Projet

Implantation : LD9  
Éolienne la plus proche : A03 à 46.6km, azimut 266.5°  
Éolienne la plus éloignée : A01 à 47.7km, azimut 264.7°  
Emprise visuelle : 1.76°  
Etlacement par la courbure terrestre :  
Aucun masque pour l'éolienne la plus proche  
Aucun masque pour l'éolienne la plus éloignée  
Orientation nacelle : 285°

Plan du Projet  
11.2km



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 (sur la base d'un format 2xA3 : 840 mm).