



saint-nazaire  
**RENVERSANTE®**



**CENTRE ÉOLIEN**  
SAINT-NAZAIRE

**DOCUMENT DE VISITE**

**RETOURS EN CLASSE**

CYCLE 3

saint-nazaire  
agglomération  
**TOURISME®** 

# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

## 1 PREMIÈRE PARTIE : AU ROYAUME D'ÉOLE



### 1 L'Homme et le vent

Depuis des millénaires, on utilise la force du vent pour la transformer en énergie.

Remet dans l'ordre chronologique, de la plus ancienne à la plus récente, les utilisations de la force du vent :

#### Retours et pistes de travail



##### 1) La navigation à voile

Invention vers le quatrième millénaire avant J.C.

Comparaison image pour déterminer les évolutions : navire égyptien (-125 avant J.C. et Cap-Hornier, XIX<sup>e</sup> siècle)



Tombe de Sennefer - vers 125 av. JC, Egypte - Photo ©Luisa Ricciardini/Leemage



Le Charlemagne - 1892 - Maison des Hommes et des Techniques, Nantes.



##### 2) Les moulins à vent

Invention vers 700 ap. J.C.



##### 3) Les éoliennes

Invention Mi-XIX<sup>e</sup> siècle aux Etats-Unis.

Présentation de la photographie d'une éolienne rurale qui servait à extraire de l'eau.

Comparaison possible avec une éolienne moderne



Éolienne au Nebraska, 1890  
Library of Congress

### 2 Moulin ou éolienne ?

Les moulins à vent sont les ancêtres des éoliennes : ils transforment le vent en énergie. Regarde les deux photographies et décris les différences entre les deux.

#### Retours et pistes de travail



On parle des «ailes» pour un moulin et des «pales» pour les éoliennes.

Le fonctionnement est tout à fait identique :

- Captation de la force du vent par les ailes ou pales disposées le long d'un rotor à axe horizontal et transformation mécanique de l'énergie
- orientation dans le sens du vent pour capter le plus d'énergie.

Les différences :

- la taille : les éoliennes sont plus hautes et d'une envergure plus importante. La hauteur permet de capter d'avantage de vent et de s'affranchir d'une partie des obstacles terrestres. L'envergure augmente le rendement.
- Le nombre de pales : l'évolution technique a permis de réduire le nombre de pale pour limiter la consommation de ressources. Aujourd'hui, on considère que 3 pales offrent le meilleur rendement.
- Les matières : les moulins sont en pierre (donc très résistants au vent) et les ailes en bois avec de la toile. Les éoliennes sont en acier et fibres polymère (pales).



# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

## 3 Les dieux des vents

Dans les mythologies grecques et romaines, les vents sont très importants. Tellement importants qu'ils ont leur propre dieu ! Trouve et écris les noms des quatre dieux des vents sur la rose des vents.

### Retours et pistes de travail

**Nord** : Borée

**Ouest** : Zéphir

**Sud** : Notos

**Est** : Euros

**Comment s'appelle le dieu de tous les vents ?**

Éole

A Saint-Nazaire, le vent dominant est le vent d'Ouest : c'est donc symboliquement Zéphir qui pousse les navires à voiles.



Sur ces deux graphiques, on peut lire la rose de vent «réelle» puisqu'il s'agit de la distribution et direction des vents. À gauche, en mer au large de Saint-Nazaire, 100 m de hauteur. À droite, sur terre (Montoir), 10m de hauteur. Sources : EDF EN - windfinder

## 4 A toi de jouer !

Utilise les vélos pour fabriquer du vent. Regarde en face de toi : quel est ton record de vitesse de vent ?

### Retours et pistes de travail

Rappel du fonctionnement : l'énergie musculaire est transformée en vent à l'aide des vélos.

En pédalant avec beaucoup de force, on arrive à une vitesse maximale autour de 30km/h.

Que constate-t-on ?

Que l'énergie musculaire n'est pas aussi puissante que l'énergie naturelle du vent puisqu'un vent de 30km/h est un vent très léger. D'où l'intérêt de privilégier la captation du vent et sa transformation, plutôt que l'utilisation de la force humaine.

## 5 Le vélo électrique

Il faut beaucoup d'énergie pour fabriquer du vent avec les vélos. Avec juste la force de tes muscles, en pédalant, à ton avis, pourrais-tu produire assez d'électricité pour allumer :

### Retours et pistes de travail

	VRAI	FAUX	Puissance en W
Une ampoule	X		3 Watts
Une télévision		X	80 Watts
Un grille-pain		X	1400 Watts
Un téléphone portable		X	7 Watts
Un ordinateur		X	60 Watts

Une dynamo de vélo a une valeur moyenne de 3 Watts. Il est donc uniquement possible d'alimenter une ampoule en direct. En revanche, il est tout à fait possible de recharger la batterie d'un téléphone portable, mais pas de l'alimenter en direct, la puissance produite n'est pas suffisante.

A Nantes, à la gare SNCF, des vélos permettent ainsi de recharger son téléphone portable en pédalant. Il faut à peu près une demi-heure pour recharger un portable à moitié.



# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

## 2 DEUXIÈME PARTIE : L'ÉLECTRICITÉ ET MOI



### 1 Tout est électrique !

S'il n'y avait plus d'électricité, notre vie serait très différente. Entoure le seul élément de la liste qui fonctionnerait encore.

#### Retours et pistes de travail

- Le vélo (non-électrique !) est le seul élément qui fonctionnerait sans électricité. Tous les autres éléments se retrouveraient à l'arrêt : appareils électriques, téléphones, ordinateurs, ascenseurs, chaudières. Des pans entiers de nos systèmes seraient paralysés : trafic routier et ferroviaire, système bancaire, téléphonie, Internet et médias et même la distribution d'eau et de gaz.

### 2 L'électricité et toi

Dans ta maison, combien y-a-t-il d'écrans (télévision, téléphone, console de jeux...) ?

#### Retours et pistes de travail

Un foyer français possède en moyenne 5,6 écrans permettant de regarder une vidéo en 2021.

C'est deux de plus qu'il y a dix ans.

Toujours en moyenne, chaque Français passerait plus de 5h par jour à consulter un écran.

Source : ARCOM, 2022

### 3 La fabrique de l'électricité

Quelles sont les moyens de production que tu as déjà vu près de chez toi ou ailleurs ?

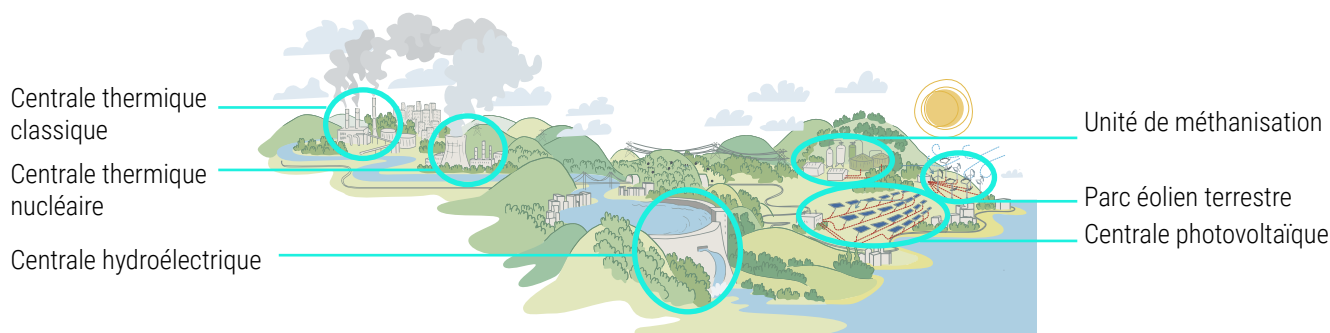
#### Retours et pistes de travail

En région Pays de la Loire, on compte une centrale thermique au charbon (Cordemais, 44), 229 parcs éoliens terrestres, 1 parc éolien en mer (Saint-Nazaire, 44), 29 parcs photovoltaïques, 46 plateformes de méthanisation, 35 petites usines hydrauliques (dont 24 en Mayenne), mais aucune centrale nucléaire.

### 4 La fabrique de l'électricité (2)

En t'aidant de la frise, entoure dans le paysage les **6 moyens de production de l'électricité**.

#### Retours et pistes de travail



# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

## 5 L'électricité aujourd'hui
















En France, aujourd'hui, l'électricité est principalement fabriquée dans des centrales nucléaires, qui utilisent des matériaux radioactifs pour fonctionner. Sais-tu quelles sont les autres ressources sont utilisées pour la fabrication de l'électricité ? Relis les noms entre eux :

## 6 L'électricité de demain

La France s'est engagée à produire plus d'électricité renouvelable d'ici à 2030 (jusqu'à un tiers de sa production totale). On appelle énergie renouvelable l'électricité produite à l'aide de sources naturelles disponibles en grande quantité et gratuite. À l'inverse, les énergies en provenance du sous-sol sont les **énergies fossiles** : il faut des millions d'année à la nature pour les fabriquer et elles sont disponibles en quantité limitée.

**Coche pour chaque source d'énergie et indique si elle est renouvelable, non renouvelable...ou à la fois fossile et renouvelable**

### Retours et pistes de travail

Centrale nucléaire		<input checked="" type="checkbox"/>		Vent	Renouvelable ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
Centrale thermique		<input type="checkbox"/>		Soleil	Renouvelable ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
Centrale hydraulique		<input checked="" type="checkbox"/>		Déchets ménagers	Renouvelable ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Les deux
Centrale photovoltaïque (panneaux solaires)		<input checked="" type="checkbox"/>		Bois	Renouvelable ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
Parc éolien		<input checked="" type="checkbox"/>		Eau	Renouvelable ? <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
Centrale thermique biomasse et déchets		<input checked="" type="checkbox"/>		Matériaux radioactifs	Renouvelable ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
		<input checked="" type="checkbox"/>		Gaz	Renouvelable ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
		<input checked="" type="checkbox"/>		Pétrole	Renouvelable ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux
		<input checked="" type="checkbox"/>		Charbon	Renouvelable ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Les deux

Les centrales thermiques biomasse et déchets ont la particularité de pouvoir utiliser des sources renouvelables et non renouvelables. Pour le renouvelable il s'agit de biogaz et de biomasse (notamment du bois de récupération) ainsi qu'une partie (50 %) des déchets ménagers incinérés. L'autre moitié des déchets ménagers incinéré n'est pas considérée comme renouvelable.

## 7 L'électricité du vent

Les éoliennes transforment l'énergie du vent en électricité. On les regroupe dans des «parcs éoliens». Tu en as sûrement déjà vu dans le paysage. Mais il est aussi possible d'installer des parcs éoliens en mer. Trouve les 4 avantages pour installer un parc éolien en mer.

### Retours et pistes de travail



- Plus on s'éloigne des côtes, plus les vents sont forts et réguliers : ils ne sont pas gênés par les obstacles (arbres, bâtiment...).
- Les éoliennes en mer sont éloignées des zones d'habitation.
- En mer, la surface disponible est plus importante que sur la terre ferme : les parcs éoliens peuvent s'étendre d'avantage et les éoliennes marines être plus grandes que leurs cousines terrestres.
- À puissance égale, une éolienne en mer peut produire jusqu'à 60 % de plus qu'une éolienne terrestre.



# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE



## 3 TROISIÈME PARTIE : L'ÉOLIEN EN MER

### 1 Comment fonctionne un parc éolien

Le parc éolien de Saint-Nazaire est composé de 80 éoliennes. **1** Chacune produit jusqu'à 6 Mégawatt d'électricité en transformant l'énergie du vent.

L'électricité est transportée dans des câbles sous-marins **2** jusqu'à la sous-station électrique. **3** Cette pièce importante transforme le courant électrique pour assurer sa compatibilité et le transfert vers le réseau électrique à terre par un autre câble sous-marin. **4**

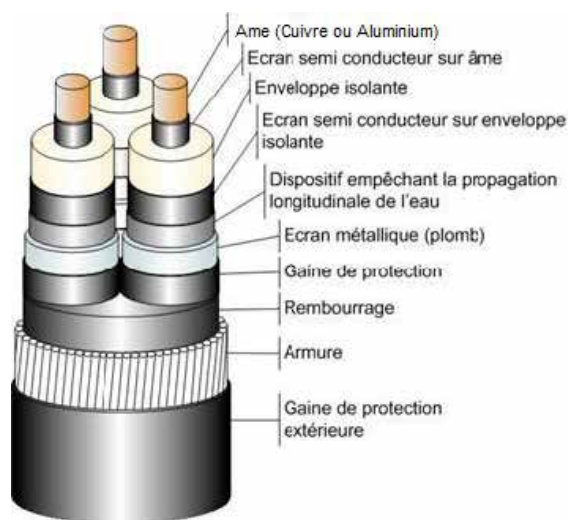
Traversant Saint-Nazaire, **5** l'électricité du parc éolien rejoint le réseau par un câble sous-terrain. **6** De là, elle pourra alimenter ta maison et même beaucoup plus : au total le parc éolien de Saint-Nazaire produit assez d'électricité pour alimenter 20 % du département de Loire Atlantique !

#### Retours et pistes de travail

Les câblages sous-marins : sur Eol se trouve une maquette tactile de câble sous-marin. Ces câbles, très impressionnants quant on les comparent à des câbles domestiques, sont composés de nombreuses couches et protégé par une armure (blindage).

27 cm de diamètre, 130 kg au mètre linéaire, ce sont au total 33 kilomètres de liaison constituée de deux câbles triphares, c'est-à-dire composés de trois conducteurs. À l'intérieur de chaque câble, une fibre optique permet la communication avec les éoliennes.

Ces câbles transportent 225 000 Volts d'électricité et sont disposés sur les sols marins et ensouillés (recouverts de rochers).

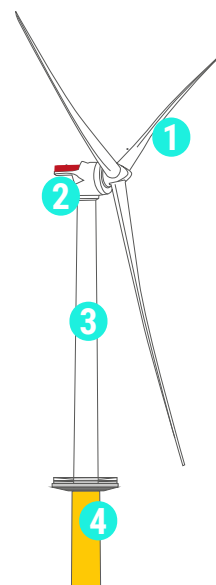


### 2 Zoom sur une éolienne

Voici une des éoliennes du parc éolien en mer de Saint-Nazaire. A toi retrouver les légendes correspondantes en t'aidant de la vidéo «Les secrets de l'éolienne»

#### Retours et pistes de travail

- 1** Pale : 73 mètres de longueur
- 2** Nacelle : 20 mètres x 10 mètres
- 3** Mât : 100 mètres
- 4** Fondation mono pieux : 7 mètres de diamètre.

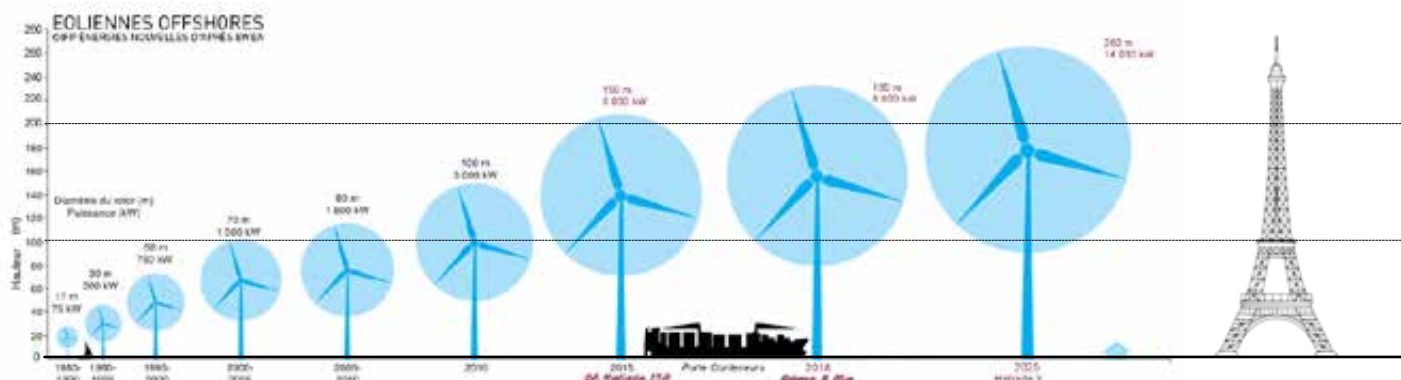


# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

## 3 Des géantes des mers

Les éoliennes marines sont de plus en plus grandes et puissantes. Les nouveaux modèles font plus de 260 mètres de hauteur et ont une puissance de 14 mégawatt. De quoi produire de l'électricité pour 21 000 personnes !

### Retours et pistes de travail



Les nouvelles éoliennes Haliade X, produite par General Electric sur le site de Montoir-de-Bretagne :

	Haliade X	Haliade 150 (éolienne du parc de Saint-Nazaire)
Hauteur :	260 m	150 m
Longueur des pales :	107 m	73 m
Puissance :	14 MW	6 MW
Surface couverte :	38 000 m <sup>2</sup>	17 860 m <sup>2</sup>



## 4 Un peu de calcul

Une éolienne produit 6 Mégawatts d'électricité. Cela correspond à la consommation électrique d'environ 9000 personnes.

### Retours et pistes de travail

Le parc éolien en mer de Saint-Nazaire comporte 80 éoliennes en mer. Combien peut-il produire de Mégawatts au total ?  $6 \times 80 = 480 \text{ MW}$

Combien de personnes peut-il alimenter en électricité renouvelable ?  $9000 \times 80 = 720\,000 \text{ personnes}$ .

720 000 personnes c'est environ 50% de la population de la Loire Atlantique.

480 MW cela correspond à 20% des besoins électriques du département.

## 5 A toi de dessiner

Dessine un oiseau marin protégé, menacé d'extinction en Europe que l'on peut trouver dans le secteur du parc éolien en mer :

### Retours et pistes de travail

Le **Puffin des Baléares** est l'une des oiseaux marins les plus menacés d'Europe. Cet oiseau migrateur de taille moyenne vit en Atlantique de juin à septembre avant de redescendre en Méditerranée pour l'hiver et le printemps.



# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

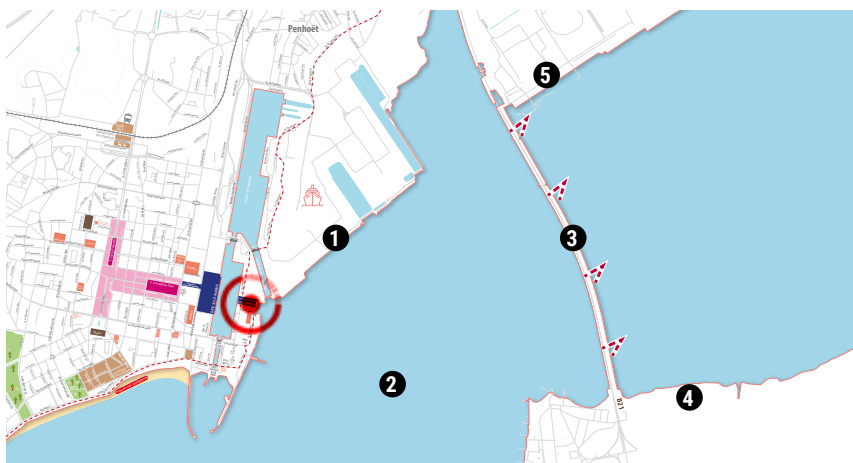


## 4 QUATRIÈME PARTIE : LA TERRASSE PANORAMIQUE

### 1 Sur une carte

Numérote les éléments de légende au bon endroit sur cette carte.

#### Retours et pistes de travail

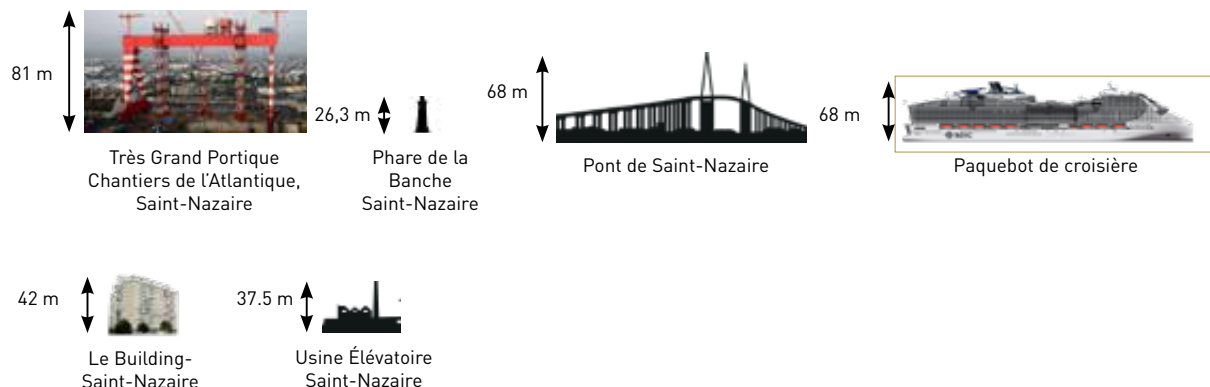


- ❶ Chantier de construction des navires (Chantiers de l'Atlantique)
- ❷ Embouchure de la Loire
- ❸ Pont de Saint-Nazaire
- ❹ Rive Sud de la Loire
- ❺ Terminaux portuaires

### 2 Le point le plus haut !

Regarde bien autour de toi le panorama de Saint-Nazaire, l'estuaire de la Loire et la zone portuaire. Dessine l'objet (immeuble, grue, bateau...) qui te semble être le plus haut dans le paysage.

#### Retours et pistes de travail



### 3 Des éoliennes

Combien vois-tu d'éoliennes dans le paysage ? .....

Indices : on ne voit pas le parc éolien en mer, caché par les immeubles. Par contre, sur terre...

#### Retours et pistes de travail

A terre, en fonction des conditions climatiques, on peut apercevoir sur la rive sud le parc éolien de Saint-Michel-Chef-Chef, constitué de **5 éoliennes**, mises en service en 2010.

La grande éolienne d'essai (Haliade 150) de General Electric, installée au Carnet (Frossay, 44) en 2012 pour des tests avant la mise en service industrielle, a été démantelée fin 2021.





# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

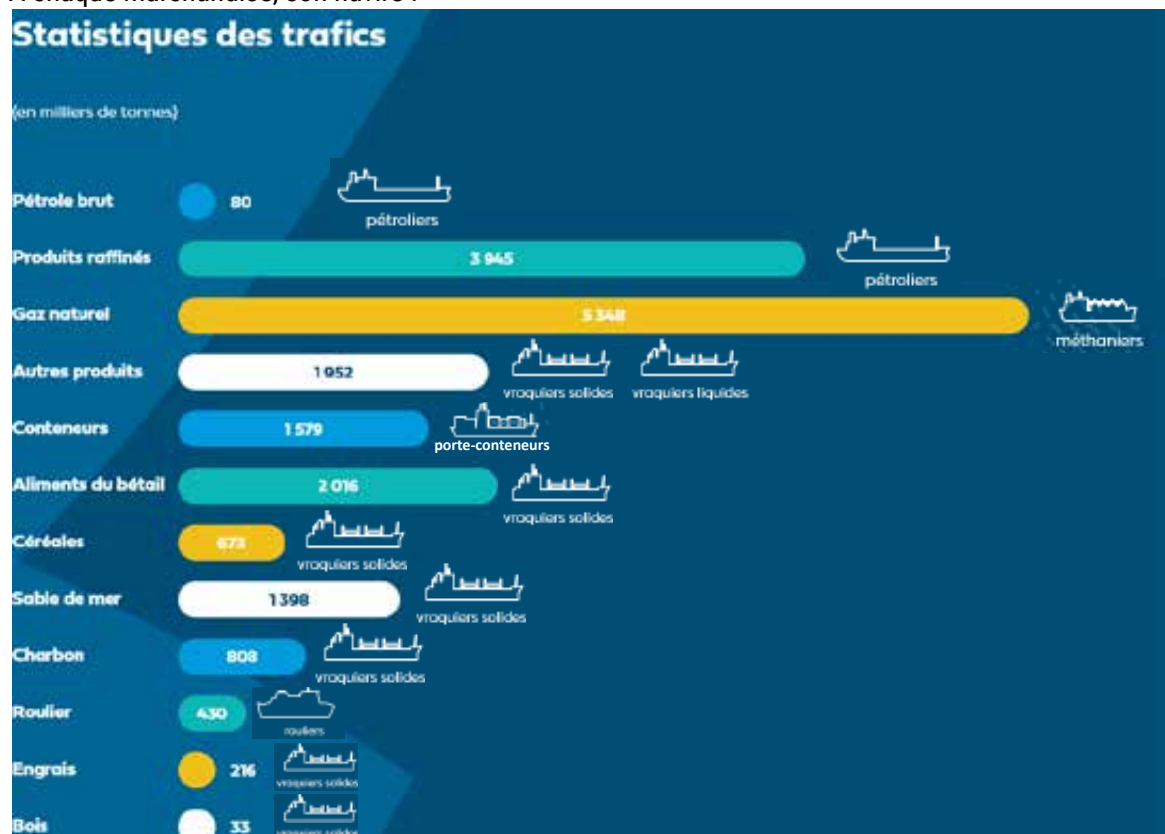
## 4 Un port

Saint-Nazaire est un grand port de commerce : chaque jour, des dizaines de navires font escale dans les bassins ou le long des quais des terminaux ! Observe les navires autour de toi. En t'aidant de leur photographie et silhouette, entoure ceux que tu vois.

### Retours et pistes de travail



A chaque marchandise, son navire :



Saint-Nazaire abrite également un petit port de pêche dans ses bassins. Il compte aujourd'hui une flottille d'une quinzaine de navires. Ces navires, armés en petite pêche (sorties à la journée), pratiquent en majorité la pêche à la civelle à l'aide de tamis en hiver (pêcherie ouverte du 1er décembre au 30 avril) et le chalut de fond ciblant crevette grise ou sole. Ces navires se diversifient également, depuis quelques années, en pratiquant la pêche des coquillages (moule, huître...) à la drague et les casiers à crevettes.

Il est possible de suivre en temps réel les navires à quai sur le Port de Saint-Nazaire.

<https://www.nantes.port.fr/fr/temps-reel/navires/cartographie-des-navires>

# EOL - CENTRE ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

## 5 Des chantiers navals

Saint-Nazaire abrite le plus grand chantier naval de France : les Chantiers de l'Atlantique. Trouve-le dans les paysages. C'est facile, il y a toujours au moins un navire en chantier ! D'ailleurs, en ce moment, combien en comptes-tu en fabrication ?

### Retours et pistes de travail

Les chantiers de l'Atlantique disposent de deux «formes» de construction à flot (flèches rouges sur la carte).

Les navires en cours de finition sont également équipés à quai sur le bassin de Penhoët (flèche verte).

Généralement, il est possible de voir jusqu'à 3 navires en cours de construction depuis la terrasse.

Plan de charge des chantiers de l'Atlantique :



2021	Wonder of the Seas (JC34)	Sous-station EDF (S34)	
2022	Celebrity Beyond (L34)	MSC Europa (W34)	EDF (T34)
2023	BRF 1 (C35)	MSC (V34)	Celebrity (M34) EDF (U34)
2024	Royal Caribbean (A35)	Orsted (H35)	
2025	MSC (X34)	BRF 2 (D35)	

Source : Mer et Marine © DR

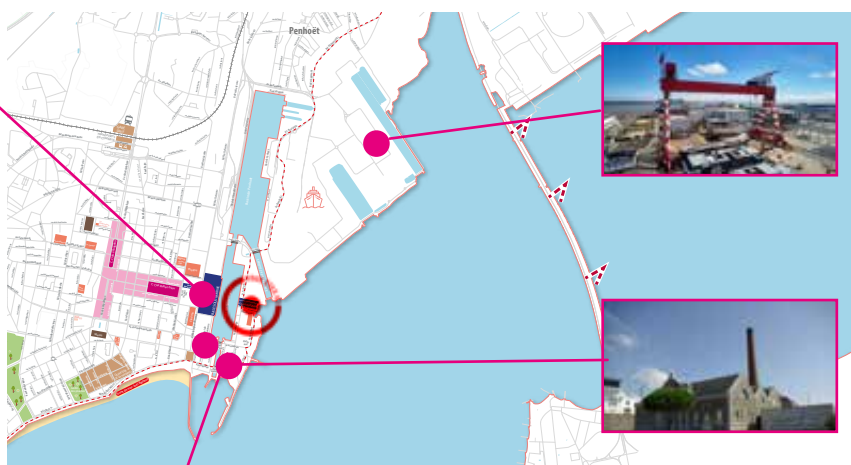
## 6 A toi de chercher

Retrouve les éléments suivant dans le paysage.  
Si besoin, aide-toi des tables de lecture.

### Retours et pistes de travail



Édifiée entre 1941 et 1943 par l'armée allemande, ce bloc de béton blindé composé de 14 alvéoles servait à protéger les sous-marins U-boot pendant la Deuxième Guerre mondiale.



Très Grand Portique  
Installé depuis 2014 le long de la forme A des Chantiers de l'Atlantique, cet engin de levage unique peut soulever 1400 tonnes : le poids de 35 avions de ligne



Cette usine toute particulière entre en service en 1911. Son rôle ? Contrôler le niveau des eaux dans les bassins de construction et de déchargement afin qu'il soit constant en permanence.



Fleuron de l'architecture des années 1950 et représentant des opérations de reconstruction d'après-Guerre, le Building domine le quartier du Petit Maroc du haut de ses 11 étages.