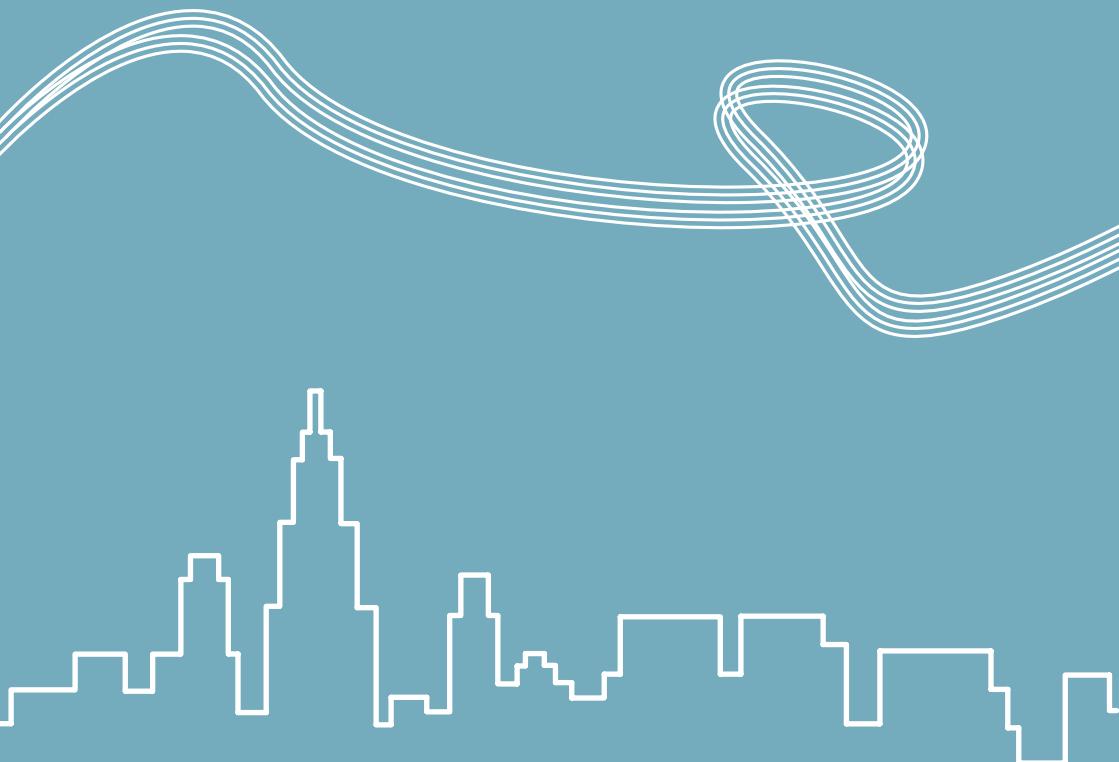


Le vent et l'habitat

Lauriane Bétin

Mémoire de fin d'études



Le vent et l'habitat

Mémoire de fin d'études - 2019

Sous la direction de Zélia Darnault



École de Design Nantes Atlantique

Master Ville Durable

Mutations du Cadre Bâti

AVANT PROPOS



Depuis ma plus tendre enfance, l'architecture d'intérieur et le design se sont naturellement imposés à moi. Fascinée par l'agencement intérieur et par l'étude des usagers au sein d'un espace, je me suis spontanément dirigée en master Ville Durable, à l'École de design Nantes Atlantique. Cette opportunité m'a permis d'explorer plus en profondeur les principes de durabilité, d'accessibilité et d'innovation, par rapport au cadre bâti. Ayant vécue sur les littoraux bretons pendant de nombreuses années, j'ai toujours été proche de l'océan. Cette proximité avec la mer m'a fait prendre conscience du vent, de son importance et de son omniprésence dans notre société. J'ai réalisé que nous le côtoyons sans cesse, sans vraiment le connaître et avoir conscience de celui-ci. Ainsi, à travers ce mémoire, j'ai souhaité étudier et confronter ces deux notions qui me portent à cœur, qui sont le vent et l'habitat.



Digue du port de Lesconil, avril 2018
© Lauriane Bétin

ABSTRACT



The aim of this thesis is to study the place of the wind in our society and to find out how the space designer can integrate it within the sustainable city. The omnipresence of the wind on our territories makes it an essential meteorological element to our existence.

Today, the wind is at the heart of many debates with the violent storms that have taken place in the world in recent years. We have found that these winds increase in intensity and are more dangerous than they are unpredictable, either in terms of their strength or their trajectory. Many human, social, economic and environmental losses are to be deplored as each storm passes. Through interviews, questionnaires and a card game, we have been able to highlight through this thesis, the bad culture of the risk of populations. Indeed, individuals minimize the impacts and damage that the wind can produce, giving way to careless or even unconscious actions, and to a high exposure to danger.

The wind, yet a source of many dangers, can also be an excellent asset for our territory. After many researches and field studies, we can say that the wind is an essential element to humanity. For centuries, man has adapted himself to the wind and built according to its strength, forging ancestral know-how passed down through generations. The wind has impacts on our health, naturally ventilates our habitat and illuminates us within it. It is also a source of inspiration for many artists and engineers, and helps us in our movements more easily. The wind also plays an important role for the fauna and flora, thus favoring the reproduction of certain species. We have emphasized its importance in our territories, which it makes unique and identity, by its erosive force.

Individuals have to be aware of wind's dangers, in order to have good knowledge of the wind and to develop the right gesture, because the danger is when strong winds are on their way. What is the role of the design in the storms ? How can the space designer raise awareness among people ? How can we link storms with the habitat and populations ? In this way, how can we integrate violent winds into the sustainable city ? Thus, we examined storm protection structures and the place of the designer in these projects. We have also demonstrated how the designer can innovate and improve people's knowledge of the wind by sensitizing them in an interactive, fun and immersive way.

The wind is a powerful meteorological phenomenon with many dangers and assets, and it has also many potentials for innovation.

Keywords

Storms
Risks
Powerful
Inspiration
Unpredictable
Culture of the risk
Sustainable city
Space designer

SOMMAIRE

INTRODUCTION

p. 21

PARTIE I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

- | | |
|--|-------|
| A - Des phénomènes climatiques
de plus en plus violents | p. 27 |
| B - Des dégâts considérables | p. 53 |
| C - Une culture du risque peu ancrée | p. 75 |

PARTIE II

Un atout pour le territoire

- | | |
|--|--------|
| A - Le vent : une ressource | p. 101 |
| B - Le vent : un phénomène
climatique indispensable | p. 129 |
| C - Vivre avec le vent | p. 147 |

PARTIE III

Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

- | | |
|--|--------|
| A - Le littoraux : des zones très exposées | p. 175 |
| B - Les littoraux : des zones à protéger | p. 187 |
| C - Préparer les populations du littoral
aux situations de tempêtes | p. 203 |

CONCLUSION

p. 223

RESSOURCES

p. 231

INTRODUCTION

Zeus, dieu tout puissant.
Cleopatra, reine d'Egypte.
Carmen, célèbre opéra.

Si ces noms nous rappellent des figures, des personnes ou encore des œuvres iconiques, ils réfèrent également à de puissantes tempêtes ayant sévi dans le monde entier, nous remémorant toute la violence de ce dont ces vents violents sont capables. Le vent est un phénomène météorologique omniprésent dans notre société et se caractérise par «un déplacement d'air plus ou moins important, de direction variable, dans les couches élevées de l'atmosphère comme à la surface du globe, ayant pour origine une différence de pression entre deux régions de l'atmosphère à laquelle peuvent s'ajouter, à la surface du globe, des causes d'ordre géographique»¹. Le vent peut avoir des impacts importants et dévastateurs sur les populations, par sa force mais aussi par des phénomènes qu'il peut provoquer tels que la houle, l'érosion, les inondations, la submersion marine, la surcote marine, les glissements de terrain ou encore de fortes précipitations. Pour l'homme, un habitat est «espace qui lui offre des conditions qui conviennent à sa vie et à son développement»². Son habitat est alors supposé de lui assurer toute la protection dont il peut avoir besoin. Malheureusement, de nombreux vents violents ont prouvé que certaines infrastructures ne résistaient

1 - CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales), Dictionnaire en ligne. Définition : vent.

2 - CNRTL, Dictionnaire en ligne. Définition : habitat.

pas au passage de tempêtes, les rendant vulnérables et à risques. Le vent entraîne alors de nombreux enjeux qui sont étroitement liés à des risques et la vulnérabilité des populations³. Selon Iwan Le Berre, chercheur au CNRS de Brest, «*Un risque est la combinaison entre un aléa, tels que les vents violents, et un enjeu, qui représente tout ce que nous ne voulons pas perdre, comme la vie humaine, les terres agricoles ou bien les différents habitats ou équipements. La vulnérabilité n'est autre que l'exposition des populations face au risque et comment chaque individu le perçoit. Elle dépend également des mesures de gestion prises par les collectivités.*»⁴. Nous pouvons percevoir des enjeux humains, liés à la vie et à la santé des hommes, patrimoniaux, comprenant les sites historiques, culturels et naturels des territoires, mais aussi des enjeux structurels avec la fonctionnalité du territoire et les infrastructures construites par l'homme. À l'aube d'un monde qui se veut durable, ce sujet trouve entièrement sa place et s'inscrit dans une démarche de construire une ville pérenne et résistante. Le vent, qui est un phénomène que nous côtoyons et exploitons sans cesse, est indispensable à notre vie sur terre, nous devons donc trouver des solutions pour concevoir avec cet élément. Réfléchir sur les thématiques du vent, de l'habitat et de l'humain, amène à se questionner sur les comportements de chacun et leur imprégnation face à un tel sujet. En tant que designers, nous étudions ces comportements et en sortons les besoins associés Ainsi, nous nous devons de faire de ces risques liés au vent, des potentiels de création. Puiser l'inspiration dans des paradoxes et problèmes, permet au designer de trouver l'innovation. Nous pouvons alors nous demander:

Comment le vent impacte-t-il les territoires et les populations ?

3 - Yvette VEYRET, Géographie des risques naturels en France, 2004.

4 - Iwan LE BERRE, chercheur en géographie au CNRS de Brest,
interview, 25/09/2018.

Pour répondre à cette problématique et les questionnements en découlant, ce mémoire tend tout d'abord à étudier les conséquences liées aux vents violents sur notre société. Quels sont les impacts du vent sur la mer et sur la terre ? Comment sommes-nous touchés par celui-ci ? Comment avons-nous tendance à réagir face à des phénomènes d'une telle ampleur ? Nous étudierons les comportements des individus face à ces vents violents et les mises en œuvre des collectivités pour lutter contre ceux-ci.

Le vent est source d'inspiration et d'innovation. Comment les individus ont-ils exploité le vent ? Comment s'en sont-ils emparés et inspirés ? Quelle place a-t-il dans notre société actuelle ? Nous nous questionnerons alors sur l'utilisation du vent par les populations au cours du temps jusqu'à nos jours.

Nous nous pencherons ensuite plus en profondeur sur les tempêtes et la résilience des populations du littoral face à celles-ci. En effet, les vent sont plus intenses au niveau des littoraux, autour desquels les villes ont pris leur place, attirées par l'eau. Comprendre les comportements des populations côtières grâce au design, proposer un habitat protecteur et améliorer la communication de l'information, seront étudiés dans la troisième partie de ce mémoire.

PARTIE I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

PARTIE A

Des phénomènes climatiques de plus en plus violents

- a - Différents types de vents aux conséquences multiples
- b - Des phénomènes de plus en plus intenses
- c - Des phénomènes difficilement prévisibles

PARTIE B

Des dégâts considérables

- a - Conséquences sociales
- b - Conséquences environnementales
- c - Conséquences sur le patrimoine

PARTIE C

Une culture du risque peu ancrée

- a - Une information peu adaptée
- b - Sensibilisation inégale
- c - Une sensibilisation plus forte concernant des phénomènes annexes liés aux tempêtes

Les phénomènes climatiques tels que les tempêtes ou les ouragans génèrent des vents violents qui provoquent différents types de dégâts sur la terre et sur la mer. Ces phénomènes que l'on considère comme catastrophes naturelles présentent une intensité de plus en plus puissante. De quelle manière cette violence se traduit-elle sur nos sociétés ?

A. Des phénomènes climatiques de plus en plus violents

La climatologie, à la différence de la météorologie qui est le climat instantané, s'étudie sur une trentaine d'années, par des observations sur les événements passés et actuels, pour établir des prévisions sur le climat futur. La climatologie a un caractère variable et se base sur des probabilités. Pourquoi est-elle si difficile à déterminer et à prévoir ?

a - Différents types de vents aux conséquences multiples

Les vents peuvent être d'une force redoutable. Leurs conséquences étant encore mal connues du grand public, celui-ci éprouve des difficultés à visualiser la force et les impacts qu'ils peuvent alors engendrer, que ce soit sur la terre ou sur la mer.

Le vent est un «*phénomène caractérisé par un déplacement d'air plus ou moins important [...] ayant pour origine une différence de pression entre deux régions de l'atmosphère*»⁵. Faisant partie prenante de notre vie quotidienne, celui-ci est paradoxalement peu connu. En effet, les connaissances du grand public concernant les origines et conséquences du vent sont relativement insignifiantes. Suite à une enquête réalisée sur le terrain, sur une vingtaine de personnes, aucune ne savait définir exactement les terminologies des vents, ni visualiser les forces exercées par ceux-ci. Il existe pourtant une échelle de classification des vents appelée : Échelle de Beaufort⁶. Elle catégorise certains vents par leur force et leurs impacts sur la mer et la terre, par observation des conséquences générées par ces vents sur ces éléments. Cette échelle comprend treize échelons progressifs allant de zéro, qui correspond au calme absolu, à douze, qui se rapporte aux ouragans. Que ce soit en kilomètres par heure ou en noeuds marins, les niveaux de vents sont définis selon ces vitesses. C'est à l'échelon 10 que l'on trouvera donc la tempête, située entre 89 à 102 km/h, correspondant à 48 à 55 noeuds. Caractérisées par des vents violents, les tempêtes sont des «*perturbations atmosphériques importantes sur mer ou sur terre*»⁵.

5. Définitions du CNRTL : vent, tempête.

6. Association Voile Légère de Saint Malo. L'AVOILE. «Échelle de Beaufort», 03/08/2016.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Le manque de connaissances peut s'avérer fatal, notamment lorsqu'il advient aux élus de prendre des décisions face aux catastrophes naturelles. C'est ainsi qu'en 2010, à la Faute-sur-Mer, la tempête Xynthia⁷ a sévi et causé des dommages et pertes humaines considérables. Les responsabilités incombent au maire René Marratier⁸, exerçant son métier d'élu de 1989 à 2014, qui a vendu des terrains situés en zones inondables. Suite à ces lourdes pertes, René Marratier est condamné en 2016 par la cour d'appel de Poitiers, à deux ans de prison avec sursis. Ces phénomènes climatiques liés au vent révèlent un important danger et les décisionnaires se doivent d'avoir des connaissances en la matière afin d'informer et protéger leurs populations. Ouragan, cyclone ou encore typhon, représentent le même phénomène climatique mais ont une appellation différente selon l'endroit du globe où ils se forment. Les ouragans se situent dans l'Atlantique nord et Pacifique nord-est, les cyclones dans l'océan Indien et Pacifique sud ; et les typhons dans le Pacifique nord-ouest. Il s'agit d'un «*phénomène tourbillonnaire des régions tropicales (entre 30°N et 30°S) accompagnés de vents dont la vitesse est supérieure ou égale à 64 noeuds c'est-à-dire 118 km/h*»⁹. Les ouragans sont répertoriés à l'échelon 12 de l'échelle de Beaufort et ont également leur propre échelle d'intensité qui se nomme l'échelle Saffir-Simpson¹⁰. Elle classe les ouragans en cinq catégories selon leur intensité.

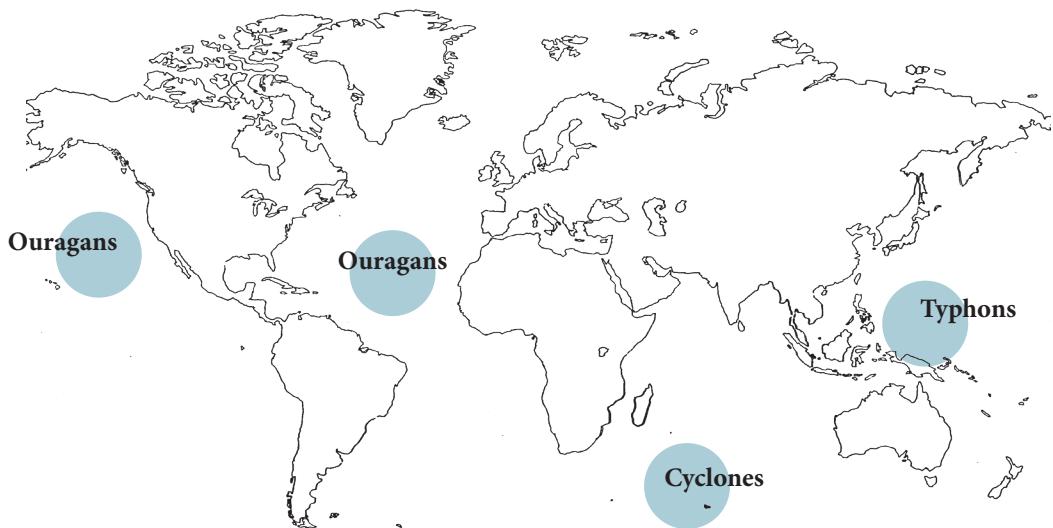
7 - Claude BOUCHET, «Tempête Xynthia : la catastrophe du 28 février 2010 en quatre étapes», France Info Pays de La Loire, 03/04/2016.

8 - Jean-Marc DUCOS, «Tempête Xynthia : l'ancien maire de la Faute-sur-Mer relaxé au civil», Le Parisien, 02/05/2018.

9 - Météo France. «Ouragan, cyclone ou typhon ?», 10/10/2018.

10 - Wikipédia, «Échelle de Saffir-Simpson», Wikipédia, mis à jour le 07/10/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



*Carte Appellations ouragans, cyclones, typhons
© Lauriane Bétin*

Ces phénomènes violents sont changeants et peuvent se transformer en fonction des zones de haute ou basse pression qu'ils rencontrent. C'est ainsi qu'en septembre dernier, aux Etats-Unis, l'ouragan Florence¹¹ s'est transformé en une tempête tropicale dévastatrice causant la mort de 41 personnes dans les Etats de Caroline et de Virginie. Par leurs côtés changeants, ces phénomènes climatiques sont difficilement prévisibles concernant leur force et leur trajectoire. Malgré des observations par satellite et des études sur une trentaine d'années, ceux-ci restent encore peu connus.

11 - France Info, «États-Unis : l'ouragan Florence, rétrogradé en tempête tropicale, a fait au moins quatre morts», France Info, 14/09/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les vents ont des conséquences multiples sur la terre. Elles peuvent aller du vent qui souffle dans les cheveux à la destruction des habitations. Un simple objet peut alors devenir un projectile dangereux. Prenons l'exemple des pots de fleurs qui correspondent normalement à de simples contenants. Ceux-ci peuvent devenir des objets volants lors de vents violents entraînant de nombreux dégâts sur les obstacles qu'ils rencontrent. N'importe quel objet peut devenir un projectile et alors avoir des impacts plus ou moins graves sur la terre. Sur l'échelle de Beaufort, les coups de vent et forts coups de vent, respectivement de force 8 et 9, commencent à avoir des impacts importants sur les populations car de légers dégâts sur les habitations peuvent se produire. Les tempêtes, violentes tempêtes et ouragans, correspondent aux forces 10, 11 et 12. Ces derniers phénomènes peuvent entraîner des dommages inconsidérables sur les infrastructures des villes et donc sur les habitants. C'est ainsi que l'ouragan Maria¹² de catégorie 5, a ravagé la Guadeloupe les 18 et 19 septembre 2017. Des rafales ont pu être enregistrées à plus de 200 km/h. Cet ouragan a détruit les littoraux de cette île antillaise. Certaines habitations côtières s'en sont retrouvées ensevelies, suite à des chutes d'arbres, écroulements de terrain ou encore par la force incroyable du vent. D'autres bâtiments ont connu des dégâts irréparables où la relocalisation des habitants est nécessaire à cause de la dangerosité du sinistre. Ces zones sont malheureusement très sujettes à des phénomènes tels que des ouragans ou tempêtes et en subissent de fortes conséquences. Il existe d'autres phénomènes climatiques liés au vent, ne figurant pas sur l'échelle de Beaufort tels que les tornades ou les tempêtes de sable par exemple. Ces dernières portent le nom de tempêtes mais sont plus apparentées aux tornades, qui sont des «phénomènes météorologiques qui surviennent en général lorsque des vents forts soulèvent dans l'atmosphère de grandes quantités de sable et de poussière d'un sol sec et nu»¹³.

12 - Le Monde, «Ouragan Maria : deux morts et deux disparus en Guadeloupe», 19/09/2017.

13 - WMO (Organisation Météorologique Mondiale), «Tempêtes de sable et de poussière».

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Ainsi, sur la côte occidentale africaine, ces tempêtes de sable sont déclenchées par un vent violent, sec et chaud, allant jusqu'à 100 km/h, connu sous le nom de sirocco¹⁴ qui s'accompagne souvent de grains de sable provenant du désert subsaharien. En mars 2016, les tempêtes de sable sont remontées jusqu'en mer Méditerranée et ont ainsi créé un ciel entièrement orangé en Sicile et en Grèce, composé de fines particules de sable du Sahara¹⁵. Ces différents phénomènes produits par des vents violents n'ont pas seulement des impacts visibles dans la zone où ils se génèrent mais également dans les territoires où ils se déplacent.



Tempête de sable, Mauritanie, septembre 2017
© Jannah News

Le vent provoque également différents impacts sur l'état de la mer. Au niveau 0 de l'échelle de Beaufort¹⁶, qui correspond au calme absolu, la mer est totalement plate telle un miroir. Dès que le vent s'élève un petit

14 - Christophe MAGDELAINE, «Quand le sirocco transporte du sable du Sahara vers l'Europe», Notre Planète Info, 12/02/2018.

15 - La Chaîne Météo, «Tempête de sable de la Tunisie aux Balkans», 02/03/2016.

16 - Association Voile Légère de Saint Malo, L'AVOILE, «Échelle de Beaufort», 03/08/2016.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Guadeloupe, avril 2018
© Nicole Mailloux

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

peu, nous percevons de légères ondulations qui se forment sur l'eau, il s'agit de petites vaguelettes. Lorsque celles-ci grandissent jusqu'à en devenir des vagues, la terminologie employée est *bonne brise* correspondant à l'échelon 5. À partir du niveau 7, les bulletins météorologiques annoncent des avis de *grand frais*. Lors de ce phénomène, les vagues deviennent des lames déferlantes qui sont des "*surélévations de la surface de la mer entre deux creux de vague ou de houle successifs*"¹⁷. Ensuite viennent les *coups de vent* de niveau 8 et les *forts coups de vent* de niveau 9 où les vents sont de plus en plus violents et provoquent sur la mer la formation de grosses lames qui commencent à se transformer en rouleaux. Ces terminologies sont plaisantes et n'insufflent pas la peur chez les individus qui ont alors tendance à les minimiser. Au niveau 10, nous retrouvons à nouveau les *tempêtes* qui peuvent engendrer une forte houle et des lames déferlantes partant en tourbillons d'écume. Les baignades deviennent alors très dangereuses et la surveillance des plages est impossible due à une perte de visibilité causée par les embruns. Cette perte de visibilité a engendré des tragédies dans l'histoire, comme par exemple le naufrage du Colibri en 1845 au nord-ouest de Madagascar, ou encore le naufrage de 40 navires français et anglais en 1854 en mer du Nord¹⁸. Les tempêtes peuvent également provoquer l'écrasement des vagues contre les digues des ports et faire chuter les promeneurs imprudents. À Penmarc'h dans le Finistère, cela a causé la mort d'un homme en 2018¹⁹, malgré l'intervention des secours par bateau (la SNSM) et par hélicoptère (Dragon29). Quant aux *ouragans*, de force 12, ceux-ci provoquent sur l'eau des bancs d'écume avec de gros déferlements de rouleaux. De plus, la visibilité est extrêmement réduite. Les conséquences des vents violents sur la mer sont multiples et doivent toutes être prises en considération. Ces vents peuvent engendrer des dommages irréversibles et ravager leur environnement lors de leur passage.

17 - Définition du Larousse : lames déferlantes.

18 - Chronologie universelle, Kronobase, «Chronologie : Catastrophes maritimes».

19 - Le Télégramme, «Penmarc'h : un promeneur happé par une lame de fond», 17/08/2018.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les vents sont d'une violence plus ou moins forte avec des conséquences multiples et ont des impacts différents sur notre planète. Ces phénomènes sont aujourd'hui mal connus du grand public mais gagneraient pourtant à le devenir afin d'amener les populations à en connaître la nature et leurs conséquences sur la terre et sur la mer, dans le but d'annoncer un processus de résilience.

b - Des phénomènes de plus en plus intenses

Les tempêtes et les ouragans sont des phénomènes violents par nature, du à leur genèse, cette forte intensité peut se révéler très dangereuse. Ils peuvent être alimentés par des facteurs externes qu'il ne faut pas négliger car ils ont le pouvoir de les rendre encore plus féroces.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les tempêtes et les ouragans sont les phénomènes les plus violents sur l'échelle de Beaufort, allant du niveau 10 à 12. La formation des tempêtes²⁰ résulte de la rencontre d'un air froid et d'un air marin plus chaud. Cette rencontre génère de l'énergie²¹ et forme un tourbillon. Ce tourbillon tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord et dans l'autre sens, dans l'hémisphère sud. Ainsi, nous ne trouvons pas de tempêtes au niveau de l'équateur car les sens des tourbillons s'annulent. Quant aux ouragans, cyclones et typhons, ils représentent le même phénomène mais à des endroits différents du globe. Pour rappel, nous parlons d'ouragans quand ceux-ci se trouvent dans l'Atlantique nord et le Pacifique est, de cyclones dans l'océan Indien et le Pacifique sud, et de typhon dans le Pacifique nord ouest. Nous rappelons aussi que ces phénomènes ont également leur propre échelle nommée Saphir-Simpson allant de 1 à 5. Leur formation est difficilement prévisible mais nous connaissons les conditions dans lesquelles ils se forment. Il faut tout d'abord un océan dont l'eau est au minimum à 26°C et la profondeur d'au moins 50 mètres, cette chaleur engendre de l'évaporation qui est favorable à la formation d'un ouragan. D'après François Gourmand, météorologue chez Météo France :

*«Le principal carburant est la chaleur océanique»*²²

L'ouragan continue donc d'exister tant que celui-ci est alimenté par l'eau chaude de l'océan. Ainsi, plus l'eau sera chaude, plus les ouragans et les tempêtes seront violents. Il faut également que les vents soufflent dans la même direction sur toute la hauteur de la troposphère qui correspond aux quinze premiers kilomètres de

20 - Janlou CHAPUT, «Tempête», Futura Planète.

21 - Aude KERDRAON, «Tempête Qumaira. Comment se forment les tempêtes ?», Ouest France, 07/02/2014.

22 - Météo France, Phénomène météo, «Les cyclones».

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

l'atmosphère. La troisième condition est que l'amas nuageux qui subit une force d'inertie, doit tourbillonner ; ce qui est possible grâce à la force de Coriolis²³. Il n'y a également pas d'ouragans au niveau de l'équateur car ces forces s'annulent. Le vent joue un rôle très important quant à la formation des tempêtes et des ouragans, agrémentant leur violence et leurs impacts.

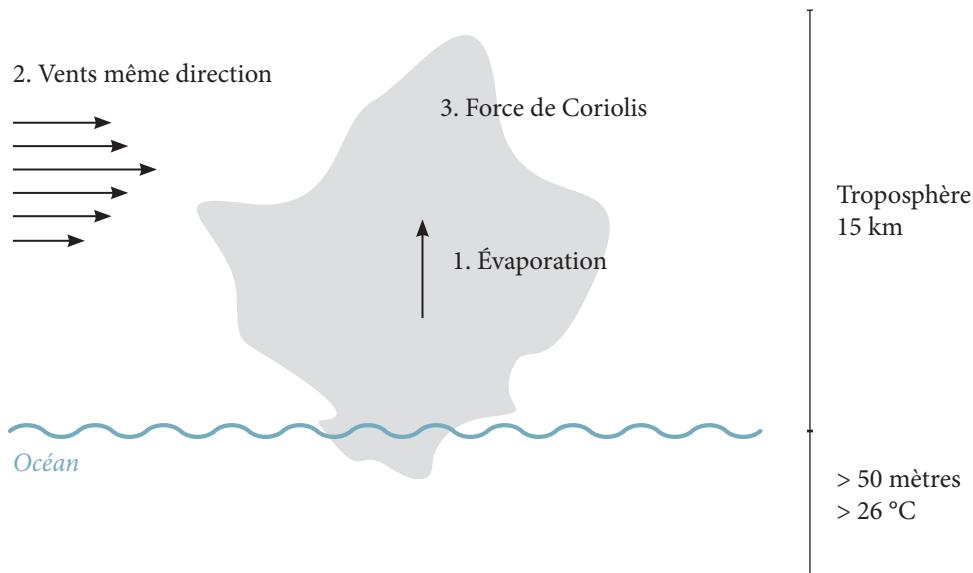


Schéma conditions formation d'un ouragan
© Lauriane Bétin

23 - «Ouragans : le réchauffement les rendra plus puissants», [vidéo YouTube], Le Monde, 10/10/2018, 6min 42s.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Dans le monde d'aujourd'hui, des scientifiques et chercheurs se sont penchées sur le changement climatique que subit notre planète. Ce changement est en partie dû à l'augmentation des gaz à effet de serre. D'après le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire²⁴, le dioxyde de carbone (CO₂) serait un gaz responsable à deux tiers de l'augmentation de l'effet de serre, provenant principalement des combustions de gaz, du pétrole, de la déforestation et de la cimenterie. Des études plus poussées, réalisées par des chercheurs du GIEC²⁵, démontrent que le climat verrait sa température augmenter de +1,5°C à +5,3°C d'ici à 2100, ce qui aurait des conséquences incommensurables pour la planète avec l'extinction de 30% des espèces animales et végétales. Les transmissions des maladies entre les humains et les autres espèces pourraient augmenter²⁶, ce qui engendrerait des dangers sanitaires pour les populations. Il y aurait également des conséquences sur les productions agricoles favorisant des crises alimentaires et donc, les conflits entre différents pays. Il en est de même pour l'acidification des eaux et l'augmentation du niveau marin alimenté par la fonte des glaces, qui sont aujourd'hui des phénomènes bien présents. Prenons l'exemple des Pays-Bas où le niveau marin ne cesse de s'accroître et aura pour conséquence la submersion totale du territoire. D'après Arte et Climate Central²⁷, organisation de scientifiques et journalistes ayant pour objectif de rendre lisible au grand public, les informations concernant le climat, a déclaré que *"47% de la population vit dans des zones conquises sur la mer"* et *"26% du pays se trouve sous le niveau de la mer"*. Cette augmentation a des impacts sur les habitats humains et celui des autres espèces habitant dans ces régions du globe, pouvant bouleverser leurs modes de vie, ou encore générer peu à peu leur extinction. Le changement climatique a également des impacts sur

24 - Ministère de la Transition écologique et solidaire, Comprendre le changement climatique, «Changement climatique : causes, effets et enjeux», 06/12/2016.

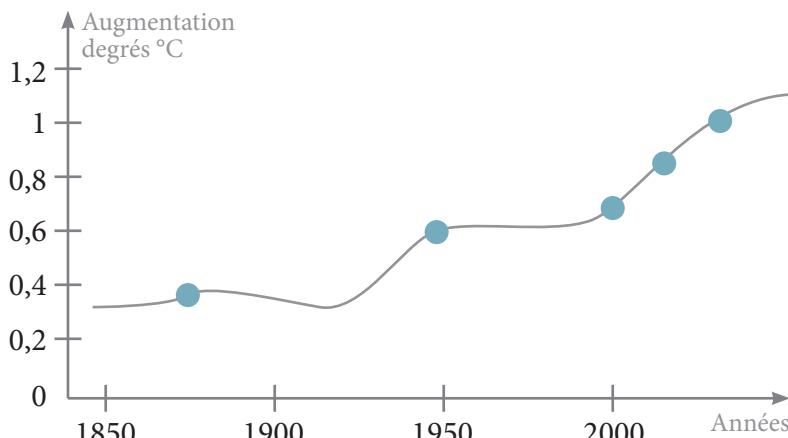
25 - 5ème rapport du GIEC, Le Climat Change, 2013-2014.

26 - GIEC, Actu Environnement «Les rapports d'évaluation», 26/01/2007.

27 - Julie RASPLUS, «Cartes. Neuf régions du monde menacées en cas de montée du niveau de la mer», France Info, 21/09/2015.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Courbe anomalies de température, 1850 - 2012 © Lauriane Bétin

les phénomènes climatiques, modifiant leur fréquence, intensité, répartition géographique ou encore la durée des évènements météorologiques extrêmes tels que les tempêtes. En effet, ces phénomènes climatiques liés au vent ne verrait pas leur fréquence augmenter mais engendreraient des dégâts de plus en plus violents à cause de l'augmentation de température de l'eau qui, comme nous le disions précédemment est le principal carburant de ces phénomènes²⁸, ce qui généreraient beaucoup plus d'énergie. C'est le cas de la tempête Xavier qui a sévi en Allemagne, en octobre dernier, et a causé de lourds dégâts sur les réseaux routiers, entraînant ainsi le décès de plusieurs automobilistes. Ces bouleversements causés par l'activité humaine génèrent des bouleversements sur les écosystèmes qui doivent s'adapter pour ne pas se voir disparaître. Il en est de même pour les changements climatiques entraînant des modifications des écosystèmes, des modes de vie, et nous nous devons de trouver des solutions afin d'être résilients au réchauffement climatique qui ne fait que s'accroître et à ses multiples conséquences telle que l'augmentation de la violence des tempêtes.

28 - «Ouragans : le réchauffement les rendra plus puissants», [vidéo YouTube], Le Monde, 10/10/2018, 6min 42s.

Les tempêtes bouleversent plus ou moins violemment les territoires selon les coefficients de marée. La marée est le "*mouvement alternatif, périodique et journalier du niveau de la mer, de plus ou moins grande amplitude, dû à l'attraction de la lune ainsi qu'à celle du système solaire*"²⁹. Les différentes amplitudes d'une marée sont répertoriées en tant que coefficients de marée³⁰: lorsque l'amplitude est faible, le coefficient de marée est bas, et quand l'amplitude est importante, alors le coefficient de marée s'en trouve élevé. Celui-ci est calculé en pleine mer et varie entre 20 et 120 sans unité de mesure. Il existe quotidiennement des horaires de pleine mer, équivalent à la marée haute, et de basse mer, équivalent à la marée basse. La différence entre la basse mer et la pleine mer se nomme le marnage. Selon Météo France, "*plus le coefficient de marée est fort, plus le marnage est important : plus la mer monte haut et descend bas, et ce plus rapidement*"³¹. Lorsque le coefficient de marée est élevé et qu'une tempête est en approche, les conséquences n'en sont que plus fortes et l'intensité de la tempête, qui est déjà un phénomène violent par nature, en est accentuée. Un fort coefficient de marée, couplé à une tempête, explique la violence de la tempête Xynthia en 2010, générant ainsi des dégâts très importants et des pertes humaines considérables. Le coefficient de marée s'est trouvé à 102, provoquant une surcote marine qui est une "*élévation temporaire et locale du niveau de la mer au niveau des côtes littorales*"³². Les littoraux se sont retrouvés submergés et les villes inondées, comme à la Faute-sur-Mer où 29 personnes ont trouvé la mort piégées dans leur maison qui ne comportait qu'un rez-de-chaussée. Les coefficients de marée ont donc des impacts importants sur les tempêtes et alimentent leur intensité. La houle fait également partie des facteurs ayant une influence sur la violence des tempêtes. Elle est générée dans l'eau, par la force du vent, la durée de celui-ci et la distance sur laquelle il souffle, nommée nommée zone de Fetch.

29 - Définitions du CNRTL : marée, houle.

30 - Définition du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine).

31 - Météo France, Actualités, «Grandes marées», 19/02/2015.

32 - Futura Sciences, Planète, «Surcote».

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Tempête Xynthia, La Faute-sur-Mer, mars 2010
© Bertrand Guay

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Ces facteurs du vent vont créer des déplacements de l'eau jusqu'à en former des ondulations, puis un train de houle, qui se propagera par la suite dans l'eau jusqu'à atteindre les littoraux. Plus la houle sera forte, plus les phénomènes climatiques liés au vent seront violents. Si l'on prend l'exemple des cyclones, leurs vents violents génèrent sur l'océan une forte houle, qui se propage plus vite que le cyclone lui-même, car les ondes se déplacent plus vite dans l'eau que dans l'air. Ce cyclone rencontre la houle lors de son arrivée sur les littoraux où celle-ci est encore bien présente et aura généré de nombreuses vagues, sources d'une incroyable énergie, pouvant atteindre une vingtaine de mètres. Les dégâts sur les côtes en seront monumentaux. Les types de fonds marins rencontrés par la houle lors de ces phénomènes, se trouvent être un autre facteur participant aux dégâts liés aux tempêtes. Les fosses profondes sont un exemple concret du type de fond marin agrémentant l'intensité des tempêtes. Prenons l'exemple de la fosse de Nazaré³³ au Portugal. Celle-ci est considérée comme un canyon sous-marin et a une profondeur maximum de 5000 mètres. Lorsqu'une houle est générée et qu'elle approche des littoraux, la profondeur du fond marin diminue. L'énergie emmagasinée par la houle va donc s'exercer sur une période plus courte et sa puissance en sera décuplée. Plus la profondeur est importante, plus la houle sera puissante, créant ainsi une vague très élevée, comme celles se produisant à Nazaré, réputées pour les surfeurs. Les tempêtes et cyclones, couplés à un fort coefficient de marée, une forte houle et un fond marin très profond, auront des conséquences beaucoup plus importantes et engendreront des dommages révélant l'intensité de ces phénomènes.

33 - Surf Session, Big Wave, «Nazaré décrypté», 30/01/2013.

Les tempêtes et les ouragans sont des phénomènes climatiques d'une grande puissance de par leur formation. Cette intensité augmente chaque année à cause du changement climatique qui engendre une remontée de la température des océans. Plusieurs autres facteurs tels que les types de fonds marins ou encore les coefficients de marée ont un impact sur la violence causée par ces phénomènes. La violence engendrée par les vents est d'autant plus difficile à gérer, qu'elle en est ardemment prévisible.

c - Des phénomènes difficilement prévisibles



Il est aujourd'hui très difficile de prévoir le lieu, la trajectoire, la durée et la date de passage des phénomènes climatiques liés au vent. Les scientifiques essayent de reproduire ces phénomènes pour tenter de définir ces éléments clés qui pourraient nous servir à nous protéger et à y être résilient, mais malgré de nombreuses améliorations des techniques concernant la prévision météorologique, celle-ci ne peut être prévue avec certitude.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Notre civilisation a commencé à s'intéresser aux prévisions météorologiques à la fin de l'Antiquité³⁴. Aristote est le premier en 340 avant J.C. à représenter les quatre éléments : l'eau, la terre, l'air et le feu, ainsi que leurs conséquences. Au cours des siècles jusqu'à aujourd'hui, plusieurs outils ont été conçus afin d'approfondir nos connaissances sur le climat, tels que le baromètre ou le thermomètre. La première station météorologique voit le jour en 1854, suite à une violente tempête faisant place à de lourdes pertes. Au XVIIIe siècle, La diffusion d'informations météorologiques et climatiques est éditée par Louis Cotte, de la Société Royale de Médecine, jusqu'à ce que les bulletins météorologiques deviennent plus réguliers à partir de 1863. Aujourd'hui, les prévisions météorologiques se font en trois étapes par des prévisionnistes³⁵. Tout d'abord vient la récolte d'observations et l'étude de celles-ci. Les scientifiques vont en premier lieu regarder le temps qu'il fait aujourd'hui afin de déterminer le temps qu'il fera demain, puis ils utiliseront les données météorologiques satellitaires qui représentent 90% des données d'observations totales chez Météo France. Les 10% restants proviennent de stations situées au sol, des radiosondages, des bouées en pleine mer, ou encore des capteurs fixés sur des avions de ligne ou des navires commerçants. Ces données sont ensuite traitées par un algorithme afin d'avoir des informations qui pourront servir au modèle de prévision. Ainsi, plus de 22 millions de données sont analysées et assimilées par jour. La deuxième étape pour avoir des prévisions météorologiques est la conception de simulations de l'évolution atmosphérique grâce à des systèmes numériques en trois dimensions, selon les lois mécaniques des fluides, afin d'en déterminer différents scénarios. La dernière étape concerne l'analyse de cette simulation réalisée par des experts en prévision, qui vont rendre l'information lisible afin de s'adapter aux utilisateurs, comme par exemple pour les bulletins météorologiques. Selon les résultats obtenus, ces experts vont déterminer différents niveaux d'alerte qui seront

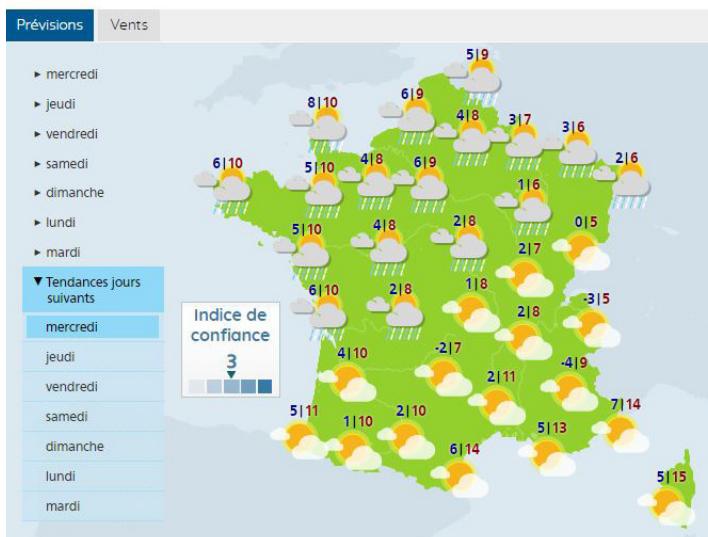
34 - Météo France, Découvrir la météorologie, «Les grandes dates d'une aventure scientifique».

35 - Météo France, La prévision du temps, «Les étapes d'une prévision».

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

classés par couleurs pour une meilleure visualisation des données afin de prévenir les citoyens des potentiels dangers et faire appel à leur vigilance. Malgré ces études et observations poussées³⁶, la fiabilité de la prévision météorologique présente des limites. En effet, Météo France utilise des indices de confiance allant de 0 à 5, qui sont exposés à côté de ces prévisions météorologiques afin d'informer le public de la fiabilité des données diffusées. Par exemple, si nous sommes un mercredi et regardons la météo pour le week-end, l'indice de confiance sera de 3 sur 5. Les prévisions ont donc une chance sur deux d'être bonnes, ce qui laisse une incertitude et un caractère imprévisible important. Plus la date est lointaine, plus la fiabilité des prévisions météorologiques est faible et les données incertaines. Le vent est alors un phénomène difficilement prévisible, ce qui alimente sa dangerosité car les populations n'ont pas le temps nécessaire pour se préparer à d'éventuels dégâts. Nos sociétés peuvent se faire surprendre par sa violence et sa trajectoire, laissant place à la panique et à l'inconscience.



Capture d'écran, site Météo France, janvier 2019
© Lauriane Bétin

36 - Météo France, Améliorer les prévisions météorologiques,
«Des observations plus nombreuses et plus fines».

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les phénomènes climatiques liés au vent présentent un caractère instable et peuvent être changeants en fonction des courants marins, des coefficients de marée, de la température de l'air ou encore selon les autres vents qu'ils rencontrent. Ces facteurs peuvent influencer leur trajectoire, leur force et leur durée, ce qui remet en cause la fiabilité des données des prévisions météorologiques. Ces changements ont des conséquences importantes sur les populations car celles-ci peuvent se retrouver surprises par ces variations. C'est le cas du cyclone Ivan³⁷ en 2014 dans les Caraïbes et aux États-Unis, qui a eu une force et une durée supérieure à ce qui était attendu. En effet, l'intensité de ce cyclone est montée jusqu'au niveau 5 de l'échelle de Saffir-Simpson et a eu une longévité de douze jours. La surprise causée par l'intensité et la longévité de ce cyclone a bouleversé les habitants qui n'ont pas eu le temps de se préparer. Celui-ci a détruit plus de 90% des habitations de l'île de La Grenade. Ce cyclone se trouve être le plus puissant de la décennie et les experts n'ont malheureusement pas pu le prévoir. Il existe pourtant un moyen théorique de calculer l'intensité d'un cyclone, il s'agit de la technique de Dvorak³⁸ élaborée en 1974 qui analyse une succession d'images satellites du phénomène. Cette technique permet de donner une idée de l'ampleur du cyclone mais n'est pas assez précise quant au caractère changeant de l'évolution de sa puissance. C'est ainsi que le typhon Hayan a surpris les habitants des îles Philippines en novembre 2013, par son intensité malgré les prévisions réalisées et diffusées au préalable. Comme le nomme les médias, ce *monstre* a provoqué des vagues incroyablement élevées qui ont déferlé sur les littoraux, détruisant absolument tout sur leur passage. Malgré les prévisions réalisées, les tempêtes et les cyclones restent dangereux par leur côté changeant. En revanche, ces phénomènes peuvent s'atténuer. Louragan Florence³⁹ aux

37 - Amélie VACHON, «Les tempêtes qui ont changé le monde», 09/08/2018.

38 - Erwan LECOMTE, «Comment calculer la puissance d'un typhon ?», Sciences & Avenir, 07/07/2014.

39 - Paul GUYONNET, «Louragan Florence a fait des millions de morts en Caroline du Nord chez les animaux d'élevage», Huffpost International, 20/09/2018.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

États-Unis, produit en 2018, en est un bon exemple. Cet ouragan de force 12 sur l'échelle de Beaufort s'est transformé en tempête de force 10 à son arrivée près des côtes américaines, diminuant ainsi les impacts prévus sur les littoraux. Malgré cette atténuation, les dégâts causés sont immenses avec des inondations historiques en Caroline du sud et une nécessité de relocaliser des milliers de victimes. Les vents violents sont difficilement prévisibles et changeants. Les phénomènes associés peuvent surprendre les victimes qui ne savent pas comment réagir et se retrouvent impuissantes face au danger.

Il existe d'autres phénomènes difficilement prévisibles, voire imprévisibles, qui sont les évènements centennaux et milléniaux. Selon Iwan Le Berre, conférencier et chercheur en géographie au CNRS de Brest, il s'agit de "*monstres météorologiques d'une rare intensité*"⁴⁰. Un évènement centennal est un aléa tel que les tempêtes, les inondations, les canicules, qui aura une chance sur cent par an de se produire⁴¹. Le risque qu'il se conçoive, se base sur la probabilité, ce qui rend sa prévision aléatoire et donc, son anticipation problématique. Si nous prenons l'exemple de la crue de la Seine⁴² de 1910 à Paris, celle-ci se trouve être une crue centennale. Nous pouvons constater qu'elle est occasionnée par plusieurs facteurs : des précipitations abondantes, la présence de neige et de gel, et des sous-sols saturés en eau dans toute la région parisienne. Tous ces facteurs réunis engendrent une inondation très importante de la Seine, qui n'avait pas autant débordé depuis 1658. La montée des eaux se

39 - Paul GUYONNET, «L'ouragan Florence a fait des millions de morts en Caroline du Nord chez les animaux d'élevage», Huffpost International, 20/09/2018.

40 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

41 - Ministère de la Transition écologique et solidaire, GéoRisques, «Crue centennale».

42 - Wikipédia, «Crue de la Seine de 1910», sous CC BY-SA 3.0.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

déroule sur une dizaine de jours et il faut plus d'un mois d'attente pour que la décrue se produise. Cet évènement centennal cause de lourds dommages avec plus de 20 000 immeubles et la moitié du réseau métropolitain inondés, ce qui nécessite de nombreux travaux et une relocalisation des citoyens⁴³. Concernant les évènements milléniaux, ceux-ci n'ont pas forcément une intensité plus élevée que les évènements centennaux, celle-ci dépendra de l'environnement dans lequel les phénomènes se produisent. Les tempêtes de décembre 1999⁴⁴ sont un bon exemple d'évènement millénial en France. Ces tempêtes font l'objet d'une rare violence avec des rafales à 529 km/h à 8138 mètres d'altitude et une vitesse moyenne de 100 km/h au niveau des terres. Elles ont percuté tout d'abord le Finistère, dû à son exposition dans les moyennes latitudes et sa position par rapport à l'Atlantique, puis elles remontent jusqu'à atteindre l'Allemagne. Cette intensité milléniale provient de plusieurs facteurs différents. Tout d'abord, un environnement créant une forte énergie convertible en vent, favorisant ainsi l'intensité des tempêtes. Le deuxième facteur concerne les fines précipitations qui, par leur petite taille, sont transportées par le Jet Stream⁴⁵ qui est un courant où les vents soufflent d'ouest en est, ce qui projette directement celles-ci sur le littoral Atlantique breton. Le troisième résulte des deux premiers paramètres et correspond à l'extrémité du Jet Stream qui a amplifié l'intensité des tempêtes. Pour la quatrième cause, il s'agit de l'altitude laquelle les tempêtes sont passées, provoquant ainsi des vents destructeurs ayant une vitesse moyenne de 140 km/h. Le dernier paramètre concerne l'énergie non entièrement consommée de la première tempête. La deuxième s'est alors conçue à partir de cette énergie restante en s'amplifiant. Les évènements centennaux et les évènements milléniaux sont des combinaisons de facteurs qui ne peuvent pas tous être prévisibles

43 - Sénat, Rapports de commission d'enquête, «Les inondations de la Somme, établir les causes et les responsabilités de ces crues, évaluer les coûts et prévenir les risques d'inondations (rapport)», 20/10/2018.

44 - Pierre BESSEMOULIN, «Aspects méthodologiques et historiques des tempêtes et des chablis», Dossier de l'environnement de l'INRA n°20.

45 - Futura Sciences, Planète, «Courant-jet».

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

et pris en compte, ce qui rend ces évènements si incertains et dangereux. L'impossibilité actuelle de prévoir ces vents violents est un problème et nous nous devons d'améliorer nos connaissances pour protéger les populations de leurs éventuels dangers.



Crue de la Seine, France, 1910
© Neurdein / Roger-Viollet

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les tempêtes ou les ouragans sont difficilement prévisibles au niveau de leur intensité, leur trajectoire et leur durée. En effet, des facteurs externes peuvent croiser le chemin de ces phénomènes et peuvent les atténuer ou les intensifier. Ce caractère imprévisible génère la surprise pour le public concerné, qui n'a parfois pas le temps d'anticiper sa protection.

Par leurs conditions de formation, les tempêtes et les ouragans sont des phénomènes d'une très forte intensité et produisent des vents violents pouvant engendrer de nombreux dégâts sur la terre comme sur la mer. Ces dommages peuvent être causés directement par la force des vents ou par les éléments engendrés par ces vents comme une forte houle. Le réchauffement climatique joue également un rôle dans l'augmentation de l'intensité des tempêtes. De plus, différents paramètres entrent en jeu et alimentent la violence de ces phénomènes climatiques tels que les coefficients de marée, ou encore les types de fonds marins rencontrés par la houle. Ces facteurs, couplés au caractère imprévisible des tempêtes, ont des impacts très violents sur les écosystèmes. De plus, ces vents d'une intensité extrême, engendent des dégâts importants et peuvent avoir des conséquences désastreuses sur nos sociétés.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



B. Des dégâts considérables



Les tempêtes et les ouragans sont les phénomènes climatiques liés au vent ayant la plus forte intensité sur l'échelle de Beaufort. Les dommages causés par leur passage peuvent être fatals, sur la mer comme sur la terre. Les prévisions météorologiques permettent aux populations de se préparer ; mais malgré cette prévention, les citoyens ne peuvent pas toujours y échapper, tout comme les différents écosystèmes qui constituent notre planète. Quelles conséquences ont ces phénomènes sur notre société ?

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Tempête Irma, un an après, Guadeloupe, avril 2018
© Nicole Mailloux

a - Conséquences sociales

Les dégâts que génèrent les tempêtes peuvent être graves et mortels pour notre société et portent atteinte aux infrastructures des villes, aux populations et donc, à tout un Etat. Ces dégâts peuvent être d'ordre matériel, physique ou encore psychologique.

Lors du passage d'une tempête ou d'un ouragan, les villes subissent de lourds dégâts dus aux infrastructures qui y sont construites. Ces infrastructures regroupent les habitations, les commerces, les réseaux routiers, les réseaux électriques ou d'eau, et autres bâtiments architecturaux où plusieurs dizaines, voire centaines de personnes peuvent se retrouver tels que les hôpitaux, les mairies ou encore des salles d'exposition et de réception. Ces lieux comportent des activités tout autant diurnes que nocturnes et se doivent de protéger leurs citoyens. Les enjeux concernant ces infrastructures sont de rendre les soins toujours accessibles aux populations ou d'assurer l'arrivée des secours aux citoyens dans le besoin. La question politique revenant le plus souvent est la suivante : doit-on protéger à tout prix le territoire ou l'abandonner pour assurer la sécurité des personnes à l'avenir et dépenser un budget qui sera plus rentable dans le futur ? Cette question s'est par exemple posée pour la Faute-sur-Mer en Vendée, après le passage de la tempête Xynthia en février 2010, considérée comme une des catastrophes naturelles les plus meurtrières depuis les tempêtes de 1999⁴⁶. Celle-ci a ravagé les marais alentours et a ainsi submergé les bâtiment situés en zones inondables. Le préfet, selon les normes juridiques, a donné l'ordre aux citoyens de rester enfermés à l'intérieur pour se protéger. Or, ces habitations étaient seulement dotées

46 - Caroline BRITZ, «Ouverture du procès Xynthia aux Sables d'Olonne», Mer et Marine, 16/09/2014.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

pour la plupart, d'un rez-de-chaussée. Les résidents se sont ainsi retrouvés piégés à l'intérieur de leur habitat, causant ainsi la mort de 29 personnes à La Faute-sur-Mer⁴⁷. Ces pertes humaines ont causé un bouleversement psychologique pour tout un Etat, avec un bilan humain national de 47 décès en France. Ces inondations ont fait changer les mentalités et ont suscité la relocalisation des personnes situées en zones inondables pour assurer leur protection. L'Etat a ainsi racheté les habitations localisées à la Faute-sur-Mer et la justice a condamné le maire de cette commune pour avoir cédé les terrains en toute connaissance des risques. La tempête Xynthia a également privé d'électricité plus d'un million de foyers en France dont 400 000 dans le Grand Ouest, ce qui a mobilisé plus de 1500 employés de ERDF pour rétablir le courant électrique. Cette panne de courant a généré la panique pour tous les citoyens qui se sont retrouvés sans moyen de contacter leurs proches afin de les rassurer, dans l'obligation de faire face aux différents problèmes dans les habitations tels que se chauffer ou encore se préparer à manger. Les dommages matériels liés aux infrastructures ont coûté plus de 1,5 milliards d'euros aux assurances en tout et pour tout en France, pays entièrement touché par cette catastrophe. D'ailleurs, François Fillon, premier ministre de l'époque avait annoncé qu'il s'agissait d'une «*catastrophe nationale*»⁴⁸. Les dégâts que peuvent entraîner une tempête sont divers et ont des conséquences sociales différentes selon les territoires. La destruction des infrastructures, les coupures de courant ou encore l'inondation des terrains, freinent l'économie des villes touchées et mobilisent ainsi tout un pays.

47 - Blog indépendant du désastre du 28/02/2010, «Xynthia : la justice confirme la légalité des expropriations à la Faute et à L'Aiguillon-sur-Mer (AFP)», 28/04/2017.

48 - La Tribune, «Tempête Xynthia : mobilisation pour aider particuliers et entreprises sinistrés», 01/03/2010.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les tempêtes touchent les êtres humains d'une manière physique mais également psychologique. De ce fait, suite au passage d'une tempête ou d'un ouragan, des dégâts matériels et humains⁴⁹ sont à déplorer ; certains plus lourds de conséquences que d'autres. C'est alors tout un Etat qui se doit d'être fort et résilient, afin de permettre à tout un pays de se remettre sur pied et à chaque individu de se reconstruire. Si nous reprenons l'exemple de la tempête Xynthia qui a causé en 2010 la mort de 47 personnes en France, nous pouvons sans aucun doute admettre que ces pertes ont eu des impacts psychologiques à long terme sur notre société⁵⁰. Comme nous le disions précédemment, ces pertes humaines et les dégâts causés sur les habitations, ont eu un effet dévastateur qui a engendré la relocalisation des résidents et un effet traumatique pour tous les citoyens ayant été touchés par cette tempête⁵¹. Une association nommée AVIF (Association des Victimes des Inondations de la Faute-sur-Mer)⁵² est née en hommage et en aide aux victimes de ce désastre. Lors d'une interview réalisée par Le Parisien, le président d'AVIF, Renaud Pinoit, a annoncé que les citoyens vivent toujours aujourd'hui un «*traumatisme si profond que certains ne peuvent même plus voir l'eau*». L'incompréhension face aux faits qui se sont produits, entraînent des questions de la part des victimes et des proches :

*«Pourquoi avoir urbanisé là ?
Pourquoi pas d'alerte ?
Pas d'évacuation ?»⁵³*

49 - Iwan LE BERRE, chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.
50 - Le Parisien, «Procès Xynthia : les cauchemars des victimes», Le Parisien Actualité, 16/09/2014.

51 - «Les enjeux du procès Xynthia», [vidéo Dailymotion], BFM TV, 2014, 1min 31s.

52 - AVIF (Association des Victimes de la Faute-sur-Mer), consulté le 13/09/2018.

53 - Le Point, «Tempête Xynthia : l'association Avif et 40 victimes déposent une nouvelle plainte», 15/11/2010.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Ces traumatismes amènent chaque personne à faire son deuil et à entreprendre un travail long et douloureux pour se reconstruire psychologiquement. Outre les blessures psychologiques des victimes ou proches des victimes, les blessures physiques sont également sources de nombreuses douleurs. Lors du typhon Mangkhut⁵⁴ en Asie du sud-est, qui s'est déroulé en septembre 2018, des rafales ont atteint les 256 km/h et la vitesse moyenne des vents était de 190 km/h, provoquant des dégâts très importants. Cette puissance était telle qu'elle a causé la mort de 81 personnes aux Philippines avant de s'attaquer à la Chine où les hôpitaux ont du prendre en charge 391 personnes. De plus, le gouvernement a été dans l'obligation de trouver les abris nécessaires à plus de 1500 personnes en situation de mal logement afin de les protéger au mieux. Les personnes blessées doivent subir des soins intensifs et certains citoyens se retrouvent dans l'obligation d'avoir un arrêt de travail. Les typhons ont des conséquences désastreuses et ont des impacts à plus ou moins long terme sur nos sociétés, qui s'en retrouvent psychologiquement instables. De plus, les conséquences de ces vents violents sont un symbole des failles de notre société et des inégalités entre les différents territoires.

Les plus importants phénomènes climatiques liés au vent ont eu de tels impacts sur nos sociétés que celles-ci ont décidé de réagir pour ne plus avoir à faire face à ce genre de traumatismes physiques ou psychologiques. Depuis la loi du 2 février 1995, existe en France le Plan de Prévention des Risques naturels (PPR)⁵⁵ qui, comme son nom l'indique, «constitue aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'État en matière de prévention des risques naturels»⁵⁶. Des plans plus distinctifs et spécifiques,

54 - Le Monde, «Le supertyphon Mangkhut balaie l'Asie du Sud-Est», 16/09/2018.

55 - Risques Naturels, Les risques majeurs, «Les plans de Prévention des Risques naturels».

56 - Préfet du Finistère, Les services de l'État dans le Finistère,
«Plans de prévention des risques (PPR)», 19/10/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

tels que le Plan de Prévention des Risques Littoraux prévisibles (PPRL) ou encore le Plan de Prévention des Risques de Submersion marine (PPRS), sont définis dans des zones précises présentant ce genre de risques. Ces plans sont mis à jour lorsqu'un aléa, comme un ouragan, nous fait prendre conscience de nouveaux dangers. Continuons avec l'exemple de la tempête Xynthia qui nous a fait prendre conscience des risques liés aux zones inondables et à la submersion marine. Tous les Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) et Plans de Prévention des Inondations (PPRI) se retrouvent changés en 2012 pour chaque commune française, comme à Plobannalec-Lesconil dans le Finistère qui a vu ses plans se réviser. Chaque commune doit assurer l'application de ces plans et développer les actions nécessaires afin de protéger ses citoyens et son territoire. À Plobannalec-Lesconil, le maire Bruno Jullien a respecté ces règles et fait installer des velux dans les maisons ne comportant qu'un rez-de-chaussée, localisées en zones inondables, afin d'éviter les mêmes pertes qu'a subi la commune de la Faute-sur-Mer. Chaque commune est spécifique et l'étude de ces plans est un travail lent et continu, mais nécessaire à la survie et sauvegarde de notre société. Il existe d'autres plans et politiques dans le monde car chaque pays a ses spécificités. Ainsi, les Pays-Bas, territoire victime de la montée des eaux et présentant de grands risques d'inondations et submersions marines, ont été marqués par la tempête hivernale de janvier 1953⁵⁷ qui générera un puissant raz-de-marée. Cette tempête est considérée comme une des plus intenses catastrophes naturelles que le pays a pu subir depuis ces dernières décennies. Avec une élévation du niveau marin de 4,50 mètres et une rare puissance, 89 digues s'en sont retrouvées détruites en une seule nuit. Les populations n'ayant pas été prévenues, elles se sont fait surprendre par les eaux et 1835 personnes ont péri dans cette catastrophe. Plus de 150 000 hectares de terre ont été

56 - Préfet du Finistère, Les services de l'État dans le Finistère, «Plans de prévention des risques (PPR)», 19/10/2018.

57 - Heredote.net, Toute l'histoire en 1 clic, «31 janvier 1953 Raz de marée meurtrier aux Pays-Bas», 23/07/2010.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

submersés par la mer, entraînant de lourdes pertes humaines, matérielles et agricoles. Suite à cette tragédie, les Pays-Bas ont établi le Plan Delta⁵⁸ qui a pour but de protéger les citoyens hollandais des catastrophes naturelles liées aux inondations et à la submersion marine. Les digues ont alors bénéficié d'un renforcement et toutes les îles côtières de la province de Zélande sont depuis 1986 reliées entre elles par une digue. Chaque plan est créé ou mis à jour suite à un phénomène climatique, il est spécifique à l'environnement dans lequel il est conçu et se doit d'être appliqué par tous⁵⁹. Ces plans de sécurité et de sauvegarde des populations et des territoires ont pour objectif de préserver les sociétés actuelles.

Les forts phénomènes climatiques liés au vent portent atteinte à notre société en engendrant des dégâts physiques et psychologiques sur les citoyens, matériels et structurels sur nos villes. Chaque territoire doit ensuite puiser dans ses ressources pour se reconstruire et anticiper les prochaines catastrophes grâce à de nouveaux plans de prévention et l'installation d'infrastructures encore plus résistantes. Ces destructions générées par les vents violents ont également d'autres conséquences comme, par exemple, sur l'environnement.

58 - Deltawerken, «Les travaux du plan Delta».

59 - Laurent LABEYRIE, Submersion Comment gérer la montée du niveau des eaux, Odile Jacob, mars 2015.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Tempête hivernale, Pays-Bas, 1953
© Archives fédérales de Berne



Digue protectrice Deltawerken, Pays-Bas, novembre 2018
© Cindy Mollaret

b - Conséquences environnementales

Les vents violents n'ont pas seulement des impacts sur nos sociétés mais également sur notre environnement, notamment sur la biodiversité marine et terrestre. Ces conséquences sont sources de danger pour tous les écosystèmes de notre planète et rendent nos territoires plus vulnérables.

Les territoires les plus touchés par les vents violents sont les littoraux. Cela s'explique par leur localisation et leur exposition. En effet, les tempêtes et les ouragans proviennent des océans et aucun obstacle ne se situe entre les mers et les littoraux, qui s'en retrouvent donc touchés de plein fouet. Les rafales et la vitesse moyenne des vents sont habituellement plus importantes que celles mesurées dans les terres. Les littoraux, et notamment les habitations côtières, les habitats fragiles tels que les campings, les ports ou encore les commerces, sont des territoires présentant de forts risques face aux aléas tels que les tempêtes. L'érosion fait partie de ces risques. Elle est provoquée par la puissance des vents et grignote petit à petit les littoraux, générant un recul important du trait de côte⁶⁰ dans certaines zones. C'est le cas de la commune de Soulac-sur-mer, dans le sud ouest de la France, en Gironde. Celle-ci fait face à une diminution de son territoire à cause de l'érosion causée par de nombreuses tempêtes. Le bâtiment Signal, construit en 1967, à 200 mètres de la mer, en témoigne et est considéré comme un :

«symbole des bouleversements climatiques»⁶¹

60 - AquaPortail, Dictionnaire en ligne, Définition «Trait de côte», 06/02/2009.

61 - Sud Ouest, «Le Signal condamné par l'érosion à Soulac : des travaux ont commencé», Sud Ouest Soulac-sur-Mer, 25/09/2018.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

En effet, suite à la montée du niveau marin causée par le réchauffement climatique et leur exposition aux vents violents, les dunes de Soulac-sur-mer font face à une forte érosion et menacent Le Signal, qui a les pieds dans l'eau, de s'écrouler. Cet effondrement semble inévitable et des travaux sont prévus en 2019 pour procéder au démantèlement et au désamiantage du bâtiment afin d'éviter des dégâts encore plus graves. Ce projet présente un coût total de 1,5 milliards d'euros, et il revient à l'Etat français de financer ces travaux. Le bâtiment Signal est une preuve de la réduction de nos territoires et des risques face à la montée des eaux et à l'érosion. Aujourd'hui, la question est de savoir si nous devons protéger nos territoires à n'importe quel prix ou si nous devons fuir et relocaliser, ou trouver d'autres solutions d'habitation, car cette submersion marine semble inévitable⁶². Les territoires terrestres subissent une disparition inquiétante qui a un impact sur tous les écosystèmes. Les inondations sont un autre phénomène réduisant nos territoires. Celles-ci sont également amplifiées par la montée du niveau des océans, étroitement liée au réchauffement climatique. Ces inondations font perdre du terrain à nos terres chaque année, car elles sont de plus en plus en proie à la submersion marine et à l'élévation du niveau marin. La force des vents est également impliquée et a un impact sur la puissance des inondations. Ainsi, des îles et territoires entiers pourraient disparaître et, avec eux, tout un écosystème. Cela pourrait provoquer l'extinction de plusieurs milliers d'espèces.

62 - Roland PASKOFF, Christine CLUS-AUGY, L'érosion des plages, Institut Océanographique, 2007.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les vents violents ont des impacts plus ou moins directs sur la biodiversité. Les tempêtes et les ouragans sont d'une telle puissance qu'ils sont parfois responsables de naufrages des bateaux. Outre les pertes physiques que nous avons pu développer dans la partie précédente, ces dégâts peuvent générer des bouleversements de la biodiversité marine et terrestre. Prenons l'exemple de la Bretagne qui a subi depuis 1967 sept gros naufrages. Ces naufrages ont été lourds de conséquences car ils ont engendré des marées noires. Le terme marée noire provient d'une journaliste, suite au naufrage du bateau Torrey Canyon, et désigne la "*pollution massive de la mer ou de l'océan, et des zones côtières par des hydrocarbures*"⁶³. Prenons l'exemple du pétrolier maltais Erika⁶⁴ affrété par Total en 1999. Celui-ci s'est brisé en deux au sud de la pointe de Penmarc'h en Bretagne. Il transportait 31 000 tonnes de fioul et en a déversé 20 000 tonnes dans l'océan. Cinq départements ont été touchés et 400 km de côtes s'en sont retrouvés souillés, allant de Penmarc'h à l'île de Ré. Cette catastrophe a porté atteinte à toute la biodiversité environnante. Entre 200 000 et 300 000 oiseaux se sont retrouvés mazoutés⁶⁵. Les végétaux des alentours ont été entièrement recouverts de pétrole et sont morts sur le coup. Les mollusques tels que les moules, les huîtres et les coques, ont fait l'objet d'études. Les moules et huîtres ont des capacités à filtrer l'eau. Quant aux coques, elles ont l'avantage d'être détrivores. Ces études ont pu démontrer que, deux ans après le naufrage, des substances présentes dans le pétrole sont toujours présentes dans l'océan. Les dégâts à courts et longs termes engendrés par ces marées noires sont sources d'une grande perte environnementale et économique. Le 16 mars 1978, une autre tempête a fait sombrer le pétrolier Amoco Cadiz⁶⁶ et déclenché une marée noire sur les côtes bretonnes. Le vent a tout d'abord joué un

63 - Futura Sciences, Planète, «Marée noire».

64 - Michel ORIOT, «Marée noire. Il y a 15 ans, le pétrolier Erika provoquait la catastrophe», Ouest France, 12/12/2014.

65 - LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux), Agir pour la Biodiversité, «1999 - L'Erika».

66 - Martine VALO, «L'Amoco-Cadiz» : la pire marée noire survenue en Europe», Le Monde Planète Pollutions, 14/03/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

rôle dans le déversement de 227 000 tonnes de pétrole⁶⁷ dans l'océan. Il est ensuite responsable de la propagation de ce liquide vers les terres qui a souillé 360 km de littoraux, allant de Brest à Saint Brieuc. Selon l'association Bretagne vivante, «*30 % de la faune et 5 % de la flore marines vont être détruits sur une surface de 1 300 km²*»⁶⁸. La biodiversité a donc subi un choc très important avec des dizaines de milliers d'oiseaux mazoutés et une flore marine largement endommagée. Les dégâts engendrés sur cette faune et flore marine ne sont pas seulement une perte biologique mais également une perte pour toutes les espèces s'y nourrissant et y résidant. Il s'agit de la destruction de tout un écosystème et un bouleversement pour encore plus d'espèces. Ces catastrophes ont donc un impact direct sur la biodiversité marine et terrestre mais également des conséquences à long terme.



Nettoyage des littoraux, naufrage Erika, 1999
© L'Express

67 - Emilie TORGEMEN, Frédéric MOUCHON, «Amoco Cadiz : la marée noire qui a tout changé», Le Parisien Société, 16/03/2018.

68 - Regard sur le Monde, «Les plus grandes marées noires de l'histoire», 25/03/2013.

La sauvegarde de l'environnement comporte de nombreux enjeux. C'est pour ces raisons que les gouvernements se doivent de trouver des solutions pour sécuriser nos territoires et de réagir lorsque ceux-ci sont en position de faiblesse. En France, le gouvernement a développé le Plan Polmar qui signifie *pollution maritime* et qui, d'après le Gouvernement français, "est déclenché en cas de pollution maritime accidentelle"⁶⁹, comme par exemple lors de marées noires. Il s'agit d'un plan d'intervention visant à identifier le type de pollution, de définir l'étendue des dégâts et les impacts sur l'environnement aux alentours. Après cette identification des dommages, des chantiers de dépollution peuvent être mis en place afin d'assainir les territoires touchés. Suite au naufrage de l'Amoco Cadiz en 1978, le Plan Polmar a été modifié et deux types de plans différents ont été développés : le Plan Polmar terre déclenché par le préfet des départements touchés par la catastrophe, et le Plan Polmar mer déclenché par le préfet maritime lorsqu'une intervention en mer semble nécessaire⁷⁰. Lors du naufrage de l'Amoco Cadiz causé par une forte tempête, le déclenchement du Plan Polmar a permis la récupération de 100 000 tonnes de déchets souillés par le pétrole. Plus de 1300 pêcheurs restent sans travailler à cause d'un océan trop pollué et une biodiversité trop atteinte. Si nous reprenons maintenant l'exemple de la marée noire causée par Erika en 1999 vue précédemment, cinq départements ont déclenché les Plans Polmar terre et mer. Les interventions ont duré trois mois grâce à la mobilisation de bénévoles et ont permis la récupération de 14 000 tonnes de fuel et le ramassage de 100 000 tonnes de déchets. Le reste du fuel a été pompé dans l'épave du pétrolier maltais. L'INRA a chiffré les coûts de dépollution et des dommages causés à la biodiversité à 370 millions⁷¹. Malgré les demandes de l'Etat, des associations, des victimes et le chiffrage de l'INRA, la société Total qui avait affrété le pétrolier et été reconnu responsable, a uniquement payé la somme de 1,3 millions d'euros en 2006. Cela équivaut à seulement

69 - Gouvernement français, Risques Prévention des risques majeurs, «Plan Polmar».

70 - Polmar, Terra Libra, «Les plans Polmar».

71 - INRA Science & Impact, Ressources et milieux naturels, «Évaluation économique du préjudice écologique causé par le naufrage de l'Erika», 04/05/2016.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

deux euros par oiseaux sachant que, selon le code pénal, une amende de 9000 euros et six mois d'emprisonnement s'appliquent pour atteinte à une espèce protégée. Les plans pour le nettoyage et la sauvegarde de la biodiversité marine et terrestre sont très importants pour protéger nos écosystèmes et notre environnement. Malheureusement, ils engendrent de forts coûts et l'Etat doit pouvoir compter sur le volontariat et le bénévolat⁷², pour nettoyer et essayer de préserver ses territoires. Le vent a alors de fortes conséquences environnementales, liées à de lourds impacts économiques pour les pays.

Nos écosystèmes et notre environnement sont de plus en plus vulnérables à cause des tempêtes qui engendrent une forte érosion, des inondations et des submersions marines. Elles peuvent entraîner la disparition de certains territoires et donc écosystèmes contenant une riche biodiversité. De plus, elles peuvent être responsables de naufrage tels que des pétroliers et ainsi engendrer des marées noires fatales à la biodiversité marine et terrestre environnante. Les vents violents génèrent également de forts impacts sur notre patrimoine.

72 - Cedre, Accidentologie, «Amoco Cadiz».

c - Conséquences sur le patrimoine

La violence des phénomènes climatiques liés au vent amène petit à petit à la disparition de certains territoires. Ainsi, de nouveaux enjeux apparaissent tels que les enjeux patrimoniaux, historiques, culturels et naturels, qui soulèvent des questions éthiques et économiques.

De nombreux monuments faisant partie de notre histoire et de notre culture sont en train de disparaître du aux violentes tempêtes qui sévissent sur notre planète. Ces éléments de notre patrimoine sont souvent situés sur des territoires vulnérables, exposés aux tempêtes et également en proie à l'augmentation du niveau marin générée par le réchauffement climatique. Par exemple, le département du Morbihan présente de nombreux sites mégalithiques comprenant des dolmens et des menhirs. Certains de ces dolmens comme ceux de Larmor Baden⁷³ risquent d'être bientôt entièrement immergés sous l'eau, les tempêtes alimentant encore plus ces risques. Ces dolmens sont des témoins de l'époque préhistorique et sont la preuve de la trace de nos ancêtres. Plusieurs questions sont en cours parmi les experts qui se demandent si ces monuments doivent être absolument protégés malgré l'inévitable ou si nous devons concentrer notre budget pour des projets de protection pour les populations actuelles. À Venise, la ville est protégée par l'UNESCO et des sommes astronomiques sont dépensées pour assurer la survie de cette ville italienne qui est très touchée par la montée et l'acidité des eaux. Les villes comme Venise comprennent également des enjeux touristiques mais comme le soulignait Iwan Le Berre, chercheur au CNRS, «*nous devons penser aux générations futures qui devront également payer*»⁷⁴. Les personnes chargées de répondre à ces questions sont le pouvoir public et tous les autres acteurs comme

73 - Site du Morbihan, «Dolmens, menhirs et site mégalithiques du Morbihan».

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

les populations concernées. Aujourd'hui, les gouvernements entrent dans des démarches plus participatives, invoquant l'implication des citoyens afin de responsabiliser tous les acteurs. Ainsi, au Canada, sont organisées des réunions où sont opposées les différentes opinions : d'un côté les populations en faveur de la sauvegarde des monuments du patrimoine et de l'autre ceux qui ont un budget à respecter. Des propositions alternatives visant à satisfaire tout le monde sont également exposées. Dans certaines villes du Canada, des ponts ont été construits pour pouvoir faire évacuer rapidement les populations, car des questions économiques ont été longtemps en débat et le financement de la construction de digues pour protéger le territoire n'était pas possible. L'Etat a donc décidé de protéger tout d'abord les vies humaines et les faire évacuer par les ponts en cas de tempêtes ou d'ouragans, en laissant les monuments historiques et culturels de côté, en proie à toutes les catastrophes naturelles. Les vents violents incitent les individus à faire des choix : se protéger, sécuriser leur territoire ou sauvegarder leur territoire. Malgré la bonne volonté de tous les acteurs, parfois le patrimoine ne peut être sauvé, mais nous devons faire le maximum pour le protéger jusqu'au possible.

Les risques liés aux vents violents engendrent également des enjeux naturels. En effet, nous cherchons de plus en plus à sauvegarder notre environnement et la biodiversité présente dans celui-ci. Beaucoup de sites et parcs naturels ont été conçus, et de nombreuses espèces ont été classées *protégées*. Malheureusement, comme nous le citions précédemment, les

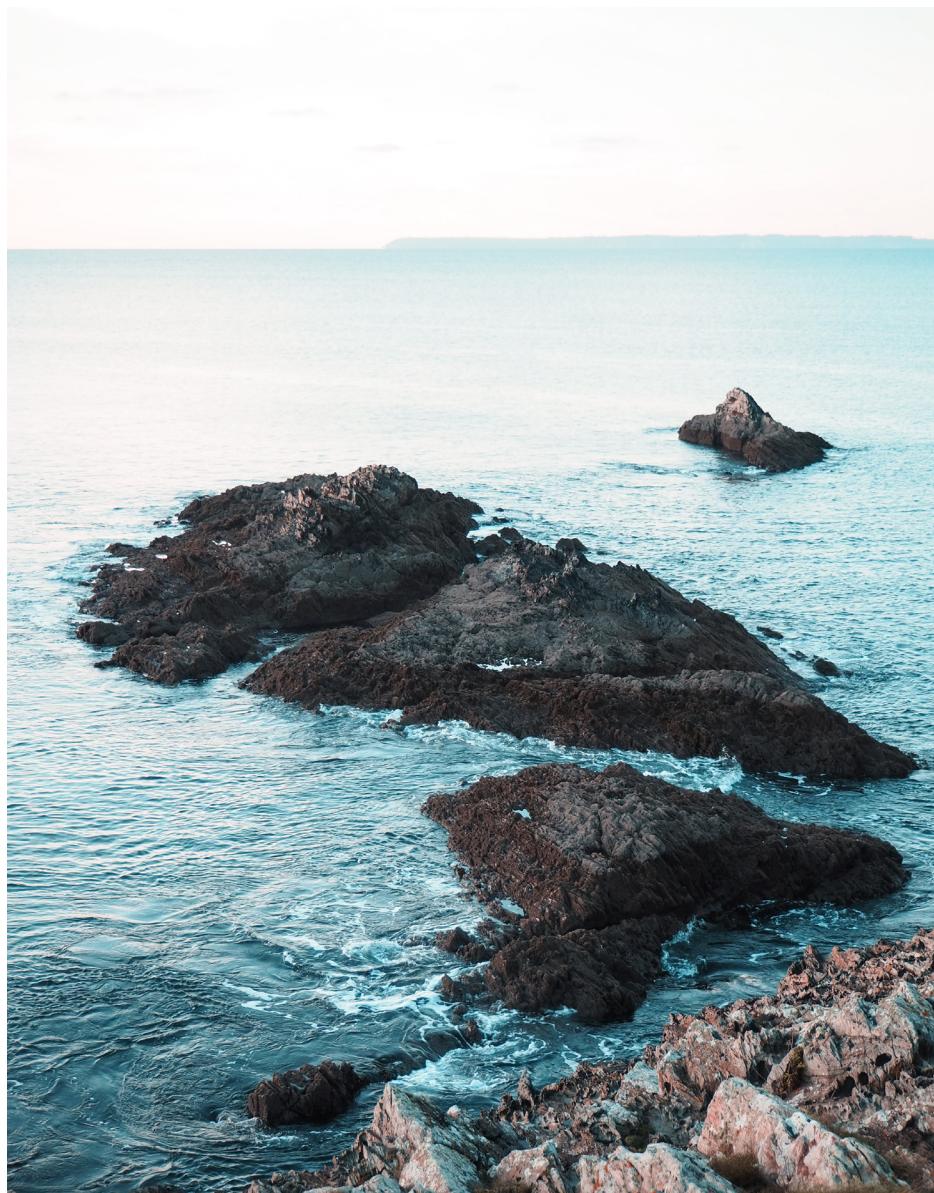
74 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

tempêtes et les ouragans sont une des causes à l'érosion des littoraux, ce qui engendre la destruction de leur habitat, voire la disparition de certaines espèces. La Pointe du Raz, dans le Finistère, est un bon exemple de site naturel protégé en proie à la disparition de certaines zones de son territoire et donc à une perte des espèces qu'il contient. En effet, cette côte est fortement exposée aux vents violents et de fortes rafales sont souvent enregistrées à cet endroit ; ce qui accélère encore plus le processus érosif. Il en est de même pour la pointe de Trefeuntec, qui subit également l'érosion, portée par de forts coups de vent répétitifs. La question que nous pouvons nous poser est : doit-on protéger ces territoires naturels ? Cette question est au cœur des débats parmi les experts⁷⁵ car il y a une grande valeur éthique à cette question. La biodiversité, comprenant les différentes espèces, et les phénomènes climatiques comme les tempêtes, sont deux composants de la nature qui parfois s'opposent. Peut-on alors parler de contre-nature ? Ces enjeux engendrent de lourds questionnements car la nature qui détruit la nature est une démarche naturelle. La nature phénomène climatique va bouleverser un autre écosystème, voire le détruire, mais va en générer un nouveau. Il est vrai que ces phénomènes climatiques ont des impacts sur ces écosystèmes, comme par exemple sur les récifs coralliens, mais ceux-ci ne les détruisent pas, le responsable n'est autre que l'homme par ses activités alimentant le réchauffement climatique, car les espèces n'ont pas le temps de s'adapter à ces bouleversements climatiques et s'en trouvent détruites. Le vent ne détruit pas les espèces mais modifie leurs caractéristiques, leurs territoires ou leurs modes de vie. Il joue un rôle dans l'évolution des espèces de manière totalement naturelle. En revanche, ses impacts invoquent des questionnements qui mettent actuellement en tension ces questions éthiques, concernant la protection des impacts des tempêtes sur les sites naturels.

75 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Pointe de Trefeuntec, janvier 2019

© Lauriane Bétin

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les enjeux concernant le patrimoine, l'histoire, la culture et les sites naturels, par rapport aux risques liés aux vents violents, soulèvent de nombreuses questions qui sont encore en débat parmi les experts. Ces questions d'ordre économique et éthique sont mises en avant lors de débats regroupant les différents acteurs afin d'entrer dans une démarche

Les vents violents générés par les tempêtes ou les ouragans sont la cause de dégâts considérables dans le monde entier. Ces questions de société mettent en jeu un grand nombre d'enjeux d'ordre sociaux, économiques, environnementaux et patrimoniaux, qui interrogent également des réflexions dans une démarche éthique et durable. Ces nombreuses conséquences, étroitement liées à la sécurité et protection de notre société, soulèvent une culture du risque peu présente chez les individus.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



C. Une culture du risque peu ancrée

Les pays du monde entier ont été confrontés à plusieurs crises telles que les catastrophes naturelles comme les tempêtes, canicules ou encore inondations, au cours de ces dernières décennies, et leurs populations s'en sont retrouvées plus ou moins exposées. Ces pays ont alors profité d'une médiatisation face à ces phénomènes, mais cet essor médiatique est-il assez prévenant sur les risques liés à ces catastrophes naturelles ? Quelle est leur fiabilité ? L'information est-elle assez adaptée au grand public ?

a - Une information peu adaptée

De nos jours, les réseaux médiatiques sont très développés et diversifiés dans le monde entier. Malgré cet essor concernant la diffusion de l'information, les populations restent mal informées des risques liés aux tempêtes et aux ouragans, les amenant à être imprudents face aux dangers.

Les informations relayées par les médias ont tendance à être alarmistes plutôt que prévenantes. Elles peuvent également parfois être erronées, comme nous avons pu le démontrer précédemment avec l'exemple de Météo France. Les populations⁷⁶ ont alors tendance à minimiser les impacts des tempêtes car les informations données se sont avérées moins catastrophiques que prévues et cela alimente le fait que les citoyens aient une mauvaise connaissance de ces phénomènes. Une étude réalisée sur une vingtaine de personnes⁷⁷, à l'aide d'un jeu de cartes, vise à savoir si les populations ont une bonne connaissance de l'échelle de Beaufort et des dégâts engendrés par ces phénomènes. Aucune personne n'a obtenu toutes les bonnes réponses et les individus ont montré leur incompréhension face aux termes utilisés par les médias et ont laissé transparaître une mauvaise transmission de l'information, expliquant cette incompréhension. Par exemple, un avis de *grand frais*, souvent transmis par Météo France, est considéré comme une *légère brise* par les personnes ayant effectué ce test. Tout comme l'annonce d'un *fort coup de vent*, qui est en réalité d'échelle 9, situé juste avant la tempête, est souvent minimisée. Cette minimisation

76 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

77 - Résidents Littoraux, 20 personnes, jeu de cartes, septembre et octobre 2018.

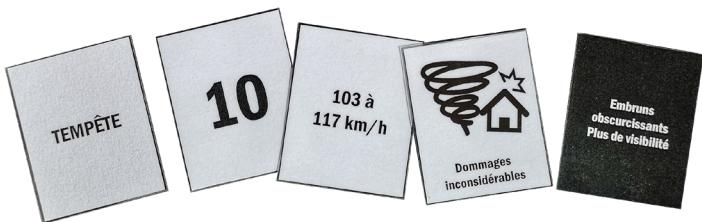
Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

des dégâts amène les personnes à se conduire de manière imprudente lors de vents violents. De plus, la terminologie adoucie le caractère dangereux de ces phénomènes pourtant intenses⁷⁸. Cela explique pourquoi beaucoup de personnes vont se promener en bord de mer alors que les sites météorologiques annoncent un niveau d'alerte maximum. Il y a également des problèmes concernant le vocabulaire utilisé par les média. Effectivement le phénomène de niveau 12 sur l'échelle de Beaufort peut être, comme nous le disions précédemment, nommé de trois manières selon les différentes régions du globe : ouragan, cyclone et typhon. Or, les médias ne respectent pas toujours ces nominations, engendrant le doute chez le public. Lors d'une autre étude réalisée sur une quarantaine de personnes, les individus ne comprenaient pas tous les termes employés comme par exemple, la différence entre un cyclone et un ouragan. De plus, plusieurs sites relayant les mêmes types d'information, utilisent un vocabulaire différent, entraînant la confusion chez le lecteur. Il n'est pas non plus rare d'observer au sein d'un même article, des termes changeants, passant de la nomination «typhon» à «tempête» malgré le fait qu'il ne s'agisse pas du même phénomène climatique, générant une nouvelle fois la confusion du public. Par exemple, dans l'article concernant l'ouragan Florence⁷⁹, par Europe 1, édité le 19 septembre 2018, le titre est «*Etats-Unis : l'ouragan Florence a touché terre sur la côte atlantique*» et nous pouvons retrouver ensuite une citation de l'interview du gouverneur Roy Cooper de Caroline du Nord, «*Cette tempête sera destructrice*». Cette incompréhension est encore provoquée par la mauvaise transmission de l'information, relayée par les médias qui sont en partie responsables de la mauvaise culture du risque chez les citoyens et de leur mauvaise connaissance des impacts réels pouvant être générés par les tempêtes ou les ouragans.

78 - Iwan LE BERRE, chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

79 - Europe 1, «*Etats-Unis : l'ouragan Florence a touché terre sur la côte atlantique*», 14/09/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



*Jeu de cartes, pompier volontaire, Lesconil, septembre 2018
© Lauriane Bétin*

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Malgré une meilleure diffusion de l'information, celle-ci reste trop peu exploitée concernant ce genre de phénomènes. Les différents sites météorologiques ou bien les informations diffusées à la télévision, la radio ou dans les bulletins météorologiques des journaux, n'alertent pas suffisamment les citoyens sur les conséquences causées par les tempêtes. La mauvaise connaissance des risques liée à celles-ci peut amener à l'imprudence des populations face à ces phénomènes. Si nous reprenons le site de Météo France qui annonce quotidiennement les niveaux d'alerte pour les départements français, ce site les représente graphiquement sur une carte de France à l'aide de différentes couleurs servant à une meilleure visualisation des données. Une légende aide le lecteur à comprendre la signification des couleurs et il peut également y lire des conseils. Malheureusement, nous avons constaté grâce à un jeu de cartes sur les vents que les personnes ont tendance à minimiser les dégâts⁸⁰ suite à des niveaux d'alerte qui se sont avérés être erronés et donc, à s'exposer à des dangers par la suite, comme la simple promenade en bord de mer ou proche des digues qui peut s'avérer fatale lors de vents violents. De plus, les personnes ne peuvent pas penser à tout lorsqu'une tempête se présente, sachant qu'un simple pot de fleurs peut devenir objet volant et engendrer des dégâts importants. Il suffirait pourtant d'avoir de simples connaissances pour pouvoir se préparer face aux tempêtes et ainsi diminuer le risque d'accidents. Par exemple, lors d'un questionnaire effectué sur une quarantaine de personnes⁸¹, la question des gestes préventifs face aux tempêtes a été posée. Un dixième des personnes ont répondu ne mettre uniquement qu'un ciré lors de ces phénomènes. Ce questionnaire a également révélé que les résidents permanents des littoraux ont une meilleure culture du risque que les touristes saisonniers ou occasionnels⁸². Ceux-ci connaissent les phénomènes météorologiques

80 - Résidents Littoraux, 20 personnes, jeu de cartes, septembre et octobre 2018.

81 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

82 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

mais ont également tendance à minimiser les risques liés aux tempêtes. Les phénomènes climatiques sont changeants à cause du réchauffement climatique, les résidents permanents n'ont peut-être plus les bons gestes car ils n'ont jamais fait face à cette violence provenant de ces phénomènes. La sensibilisation concernant ces changements n'est pas assez présente et amène à une exposition forte des populations actuelles aux dangers, dû à l'imprudence de ces populations.

Les populations sont en proie à un sentiment de fascination face aux tempêtes⁸³. Être confronté au danger intrigue le public qui peut ainsi se mettre en position à risques. Selon la Royal Society for the Improvement of Natural Knowledge⁸⁴, fondée en 1660 à Londres et destinée à promouvoir les sciences, la notion de perception du risque est "*l'ensemble des croyances, attitudes, jugements et sentiments, mais aussi des valeurs socioculturelles et des dispositions que les individus adoptent à l'égard des dangers et de leurs bénéfices éventuels*". Les personnes se basent ainsi sur ce qu'ils pensent et ressentent selon leur environnement. Ainsi, d'autres facteurs responsables de l'exposition des citoyens aux dangers apparaissent tels que la fascination face à ces phénomènes climatiques liés au vent⁸⁵. En effet, puisque les populations ont une culture du risque tempête assez peu conséquente, ils agiront en fonction de leur perception du risque et non pas selon les bons gestes à avoir lors de vents violents. Selon des psychologiques⁸⁶, la fascination face au danger provient d'une «*quête de la nouveauté*» comprenant les imprévus et l'inédit. Prenons l'exemple de Pierre-Alexandre C., résident permanent d'une commune située en Bretagne, celui-ci est passionné de photographie et se rend

83 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

84 - Wikipédia, «Royal Society», sous CC BY-SA 3.0.

85 - Valerie VOON, «Pourquoi certains aiment se mettre en danger», Huffpost, 30/09/2016.

86 - Université Marc Bloch Strasbourg, «Le risque entre fascination et précaution», Sciences Sociales, n°38, 2007, 215 pages. [en ligne].

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

et se rend régulièrement sur le port prendre des clichés lors des tempêtes, malgré les différentes alertes données à la météo.

"Je sais que c'est dangereux, mais il ne m'arrive jamais rien"⁸⁷

a-t-il avoué lors d'une interview réalisée en août dernier, avant de rajouter qu'il arrive parfois que l'eau soit projetée sur plusieurs mètres au-dessus du port. Malgré sa connaissance des risques, Pierre-Alexandre C. met de côté les dangers liés à ces risques et préfère s'aventurer sur ces zones instables et vulnérables, où cette fascination pourrait être fatale. Plusieurs décès ont déjà été répertoriés par submersion sur les digues pendant les dernières décennies. Les surfeurs sont un autre exemple probant de la fascination des êtres humains face aux dangers. En effet, après une interview réalisée auprès de la directrice Mary G. de l'office de tourisme de Plobannalec-Lesconil⁸⁸, nous avons appris que des surfeurs venaient l'Hiver, pendant les tempêtes, pour pratiquer leur activité dans le port de Lesconil, s'élançant des digues. Des vagues spéciales sont produites lors des vents violents et sont particulièrement recherchées par les surfeurs. Nous avons donc réalisé un autre entretien, avec un surfeur cette fois, qui nous a annoncé "*Ce n'est pas du tout dangereux, c'est juste super cool*"⁸³. Cette passion et cette fascination pour les vagues entraînent une mauvaise culture du risque car ils n'ont pas conscience des dangers que cela pourrait occasionner. Il en est de même pour les photographes hivernaux, passionnés par ces vagues immenses, qui s'exposent aux risques afin de nous proposer de beaux clichés. Les tempêtes sont même devenues un argument touristique pour les villes qui ont tendance à minimiser les dégâts provoqués par ces phénomènes, ce qui n'améliore pas la culture du risque chez les citoyens. Nous avons pu apercevoir un

87 - Pierre-Alexandre Coïc, Service Urbanisme Mairie de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

88 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

sondage réalisé sur Instagram par le compte Bretagnetourisme⁸⁹, suivi par plus de 44 000 abonnés. Celui-ci pose la question :

«Aimeriez-vous assister à cela ?»

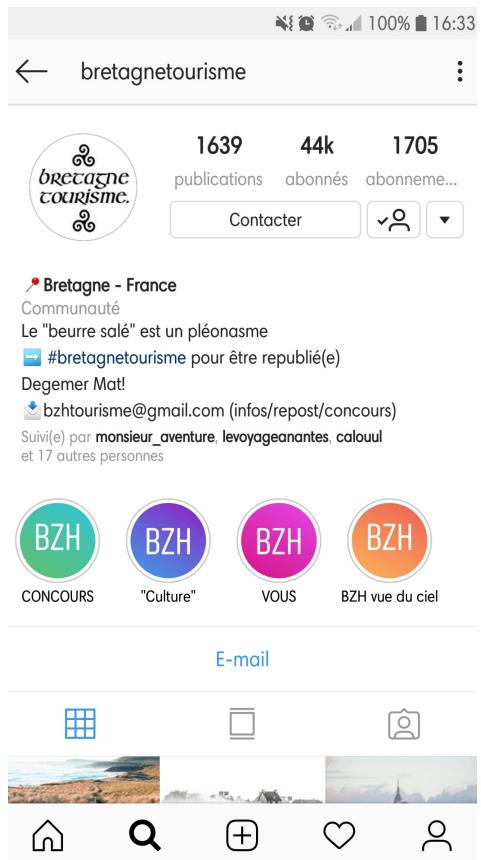
en laissant transparaître une photo d'une tempête dévastante les habitations du littoral de Saint-Malo, au nord de la Bretagne. Outre le fait que cette question déplacée manque cruellement de respect face aux populations touchées par ces phénomènes, le plus étonnant est que 94% des personnes ont répondu positivement à cette question. Cette fascination face aux dangers anesthésie complètement les risques que présentent ces phénomènes et les villes en profitent en les tournant en arguments touristiques. Ce sentiment d'être invincible et cette fascination peuvent amener les citoyens à s'exposer aux risques et à provoquer des accidents.

L'augmentation de l'intensité des tempêtes a suscité un impact médiatique. Malheureusement, celui-ci n'est pas toujours à la hauteur de la réalité, généré par une mauvaise transmission de l'information, un vocabulaire peu adapté aux citoyens et une incertitude concernant les données météorologiques. Les citoyens ont alors tendance à minimiser les dégâts et à commettre des imprudences lorsque ces phénomènes se produisent. Cette minimisation des dégâts est également engendrée par une sensibilisation inégale des territoires et des populations, concernant les vents violents.

89 - Instagram, Compte @bretagnetourisme, Story «Aimeriez-vous assister à cela ?», 2018.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux



Capture d'écran, compte Instagram Bretaguetourisme, septembre 2018
© Lauriane Bégin

b - Une sensibilisation inégale

Afin d'augmenter la culture du risque liée aux phénomènes climatiques tels que tempêtes ou ouragans, les gouvernements essayent de faire de la prévention et de sensibiliser leurs populations. Faire évoluer leurs connaissances permettrait de réduire leur exposition aux dangers, causés par les vents violents. Cette sensibilisation est inégale selon les pays, les communes, les territoires, l'environnement et les populations.

Les continents, les pays, les régions, les départements, les communes, les territoires, sont touchés de différentes manières selon leur emplacement par les tempêtes et les ouragans. Comme nous le démontrions précédemment, les tempêtes touchent les territoires situés en moyennes latitudes, alors que les ouragans sévissent dans les zones intertropicales. Les pays localisés dans ces zones ont donc une meilleure culture du risque que les autres due à cette *habitude* de se retrouver au cœur de ces phénomènes. En Thaïlande, citoyens souvent soumis aux vents violents font preuve de résilience grâce à la construction de bâtiments en bambou qui est un matériau résistant par sa souplesse. Ces infrastructures sont connus des populations locales qui s'y réfugient et s'y abritent en cas de tempêtes. La Martinique et la Guadeloupe illustrent également nos propos. Ces territoires et îles françaises sont souvent sujets aux vents violents. En septembre 2017, l'ouragan Irma⁹⁰ a ravagé la Guadeloupe, laissant encore des traces aujourd'hui par faute de moyens. Le gouvernement français a décidé de ne plus se laisser

90 - Le Monde, «L'ouragan Irma, catastrophe naturelle la plus coûteuse de l'histoire de l'assurance outre-mer», 03/09/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

surprendre et a sensibilisé les populations concernant la mise à l'abri lors d'un phénomène d'une telle ampleur. Suite à la prévision d'une nouvel ouragan nommé Maria, une centaine d'hommes a été envoyée sur place de manière préventive pour rassurer les populations, sécuriser les lieux et organiser les types de secours pouvant être utiles. De plus, seulement une soixantaine de personnes de la sécurité civile a été mobilisée lors du passage d'Irma. Concernant l'ouragan Maria, la sécurité civile a regroupé 4000 individus pouvant intervenir à tout moment.

«C'est évidemment un atout pour les secours à venir»

a rapporté le journaliste Thierry Curtet lors d'une interview de France TV Info⁹¹. Les populations sont plus sensibilisées, suite aux différents ouragans subits, et agissent de manière plus sécurisée face à ces phénomènes. En revanche, certains pays ont beau avoir une culture du risque et connaître les conséquences liées aux tempêtes, le manque de moyens et de budget amènent à des pertes humaines importantes. C'est le cas des îles Philippines, situées dans l'ouest de l'océan Pacifique, qui sont souvent au cœur de typhons avec une moyenne de vingt tempêtes ou typhons majeurs chaque année, survenant souvent entre juin et octobre. Ainsi, le supertyphon Bopha⁹² a sévi en 2012 et engendré la mort de 43 personnes. La sensibilisation est telle que le courant a été coupé au préalable afin d'éviter les électrocutions et les incendies pouvant être générés par les vents violents ou les hautes vagues. En 2013, les Philippines ont connu le plus puissant des typhons nommé Haiyan⁹³. Les populations, pourtant habituées à ce genre de phénomènes, ont été surprises par l'intensité de celui-ci qui a eu des rafales de 300 km/h, provoquant la mort de 1883 personnes. En 2018, grâce à leurs connaissances des phénomènes et cette

91 - France Info, «Ouragan Maria : quelles sont les mesures prises par le gouvernement ?», 19/09/2017.

92 - Le Monde, «Les Philippines balayées par le puissant typhon Bopha», 04/12/2012.

93 - Christophe MAGDELAINE, «Le plus puissant cyclone de l'histoire, le supertyphon Haiyan, dévaste les Philippines», Notre planète info, 11/11/2013.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

habitude à subir de lourds dégâts, suite à la prévision⁹⁴ de l'arrivée du typhon Mangkhut en septembre, le gouvernement a fait évacuer plusieurs milliers de personnes des littoraux, zones présentant le plus de risques. Le porte-parole du gouvernement philippin Rogelio Sending a annoncé :

«les évacuations préventives sont en cours dans nos municipalités côtières, dans les villages qui sont exposés, nous allons procéder à davantage

Malgré cette volonté de l'Etat de prévenir et agir pour ses populations, les évacuations n'ont pas été assez rapides et nombreuses, et le typhon a causé la mort de 81 individus⁹⁵. À cause d'un manque de budget ou de connaissances de l'intensité des phénomènes, les individus se retrouvent parfois piégés et surpris, malgré la volonté de leur gouvernement à instaurer des mesures de sécurité.

Comment apprend-on à faire face aux tempêtes ? Qui nous l'instruit ? Aujourd'hui, concernant les tempêtes, la pédagogie se fait sur le terrain, après avoir vécu l'événement. Visualiser les dangers et les conséquences de ces catastrophes naturelles pourrait pourtant nous faire prendre conscience des risques. Si nous prenons l'exemple des séismes

94 - Erwan LECOMTE, «Comment calculer la puissance d'un typhon ?», Sciences & Avenir, 07/07/2014.

95 - Europe 1, «Philippines : évacuations de milliers de personnes avant l'arrivée d'un violent typhon», 13/09/2018.

96 - Le Monde, «Typhon Mangkhut : le bilan s'alourdit à 81 morts aux Philippines», 19/09/2018.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

dans les zones à risques telles que la Thaïlande⁹⁷ qui est souvent sujette aux tremblements de terre et tsunami, les écoles apprennent aux élèves dès leur plus jeune âge comment se protéger. Les enseignants leur transmettent le bon geste à avoir afin de les amener à savoir se protéger si un tel phénomène se produit, comme se réfugier sous les tables. Dans le monde actuel, aucune pédagogie n'est instituée à ce jour pour les évènements de type tempêtes. En revanche, les architectes et les designers peuvent faire preuve de prévention face aux ouragans. À Miami par exemple, une villa paracyclonique⁹⁸ a été construite dans une zone où les vents violents sont fréquents. Elle résiste et protège les habitants par la porosité du bâtiment qui empêche le soulèvement du toit. Les designers peuvent enseigner aux populations de quelle manière se protéger et donc les sensibiliser ainsi aux dégâts que peuvent produire ces catastrophes naturelles. Le design a un rôle important à jouer sur les informations à transmettre et les bons gestes à avoir. L'environnement proche tel que la famille ou les amis peut également nous apprendre à réagir face à ces phénomènes si quelqu'un l'a déjà vécu. Par exemple, si un individu a déjà vécu un accident de voiture, celui-ci va connaître les risques et les gestes à éviter. Il va le transmettre aux autres afin que ce qui lui est arrivé ne survienne pas à ses proches. Cette transmission du geste se fait par la crainte qu'il arrive malheur à autrui. Concernant les tempêtes, si une famille subit de lourdes pertes matérielles ou humaines, son entourage en sera beaucoup plus sensibilisé. En revanche, après un certain temps passé sans rencontrer de dangers, nous finissons par en oublier le contenu et à reproduire nos erreurs, des piqûres de rappel concernant les risques sont donc nécessaires pour assurer une sécurité et une protection permanente des populations. Si nous prenons un autre exemple et choisissons une personne de notre entourage proche, travaillant dans des zones à risques telles que la mer. Celle-ci, de par sa forte exposition au risque, va nous mettre en garde

97 - Jean-Bernard LITZLER, «En Thaïlande, ce gymnase en bambou résiste aux tremblements de terre», Le Figaro Immobilier, 22/08/2017.

98 - Paradise Beach, Homes, «Ariola 1005 - Dome of a Home».

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

et nous prévenir des dangers que peuvent avoir les vents violents sur la mer, ainsi que les gestes à nous enseigner pour se protéger. En revanche, ce qui va fonctionner pour une personne, ne marchera peut-être pas absolument pour une autre. L'apprentissage du bon geste afin d'avoir une bonne culture du risque se fait donc par l'environnement proche. Dans certains pays souffrant à forte dose de catastrophes naturelles, le bon geste peut être enseigné à l'école de manière pédagogique et nationale.

En France métropolitaine, la sensibilisation concernant les tempêtes est quasi-inexistante. Dans les écoles, des risques présentant un danger immédiat sont mis plus en avant, au détriment des risques plus rares mais tout aussi violents. Par exemple, le risque incendie est le premier élément source de sensibilisation des enseignants⁹⁹. Ceux-ci vont apprendre les règles de base concernant la prolifération du feu et les gestes à adopter pour pouvoir les transmettre à leurs élèves. Plusieurs exercices sont ensuite effectués afin de s'assurer de la bonne mise en pratique des bons gestes si un jour l'incendie se propageait réellement. Une cloche retentit et les élèves savent désormais qu'il s'agit de l'alarme incendie et déterminent d'eux-mêmes qu'il faut laisser leurs affaires en classe, attendre le professeur et rejoindre un périmètre sécurisé établi lors des exercices avec leur enseignant. Cette sonnette est devenu un reflexe chez les élèves et est un moyen sûr de les prévenir du danger. En 2016, un nouveau risque était apparu dans une vingtaine d'établissements scolaires à Quimper¹⁰⁰. Il s'agit de la trop forte exposition au radon qui est un gaz radioactif d'origine naturelle et responsable de 20% des décès par cancer du poumon d'après l'Agence Régionale de Santé (ARS). Selon le syndicat Sud Éducation "*le taux de radon dans les établissements accueillant du public ne doit pas dépasser le seuil de 300 becquerels par m³*"¹⁰¹.

99 - Didier BÉTIN, enseignant directeur École Jean Monnet, interview le 02/10/2018.

100 - Ouest France, «Éducation alerte sur le radon dans 22 lycées bretons», 05/07/2018.

101 - Jean LE BORGNE, «Quimper. Radon dans les écoles : un taux alarmant», Le Télégramme, 08/11/2017.

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Or, 22 établissements sont exposés à des taux d'exposition au radon variant de 400 à 1000 Bq/m³. Des travaux ont donc été mis en œuvre pour diminuer ce taux de radon. Les enseignants ont été sensibilisés à la cause et ont reçu des consignes concernant les évacuations des élèves si le taux de radon redevenait supérieur à 300 Bq/m³. Cette connaissance du risque et cette sensibilisation apportées à tous les acteurs, rendent plus efficaces les évacuations face au risque. Malheureusement, le risque tempête n'est aujourd'hui pas assez pris en compte. Nous pouvons le constater en reprenant l'exemple de la tempête Xynthia à la Faute-sur-mer. Les citoyens n'avaient pas une connaissance assez solide des risques et n'avaient pas été assez sensibilisés au préalable, de même que les élus tels que le préfet qui avait appliqué les textes et ordonné aux individus de rester enfermés chez eux alors qu'il y avait un fort risque de submersion marine. Sans une meilleure sensibilisation concernant ces risques, la catastrophe connue avec Xynthia pourrait refaire surface sur un autre territoire.

La prévention et la sensibilisation concernant les vents violents sont inégalement réparties selon les territoires. Plusieurs facteurs entrent en jeu : l'habitude face à l'exposition aux tempêtes, l'environnement proche des individus et la pédagogie faite à ce niveau. Ces paramètres feront que les populations auront ou non une bonne culture du risque. La sensibilisation actuelle face aux vents violents est faible mais une prévention sur ses phénomènes annexes entre plus en rigueur depuis ces dernières années.

c - Une sensibilisation plus forte concernant des phénomènes annexes liés aux tempêtes

Malgré une prévention minime face aux vents violents, le gouvernement français sensibilise ses citoyens au travers des risques engendrés par les tempêtes tels que les inondations, la submersion marine, l'érosion ou encore le recul du trait de côte, en proposant de nombreux Plans de Prévention des Risques et des actions visant à réduire ces risques.

Aujourd’hui, avec l’augmentation du niveau marin, les inondations liées à la submersion marine sont au cœur des débats. Plus les tempêtes vont générer des vents violents, plus la submersion marine sera importante. L’Etat cherche à sensibiliser les populations afin de les rendre plus résilientes à ces phénomènes. Ainsi, le gouvernement a lancé en décembre 2016, un concours concernant le risque inondation du Bassin Seine-Normandie¹⁰² afin d’amener les populations à avoir le bon geste lors des crues. Les acteurs gagnants étaient engagés dans la prévention , collectivités, associations, régie de transport Ils ont été récompensés pour leur mobilisation à faire émerger une culture du risque inondation efficace et parlante. Ces acteurs ont réalisé des interviews de personnes habitant dans des zones à risques. Plusieurs personnes ne savaient pas définir ce qu’était une inondation, ni comment réagir face à ce phénomène.

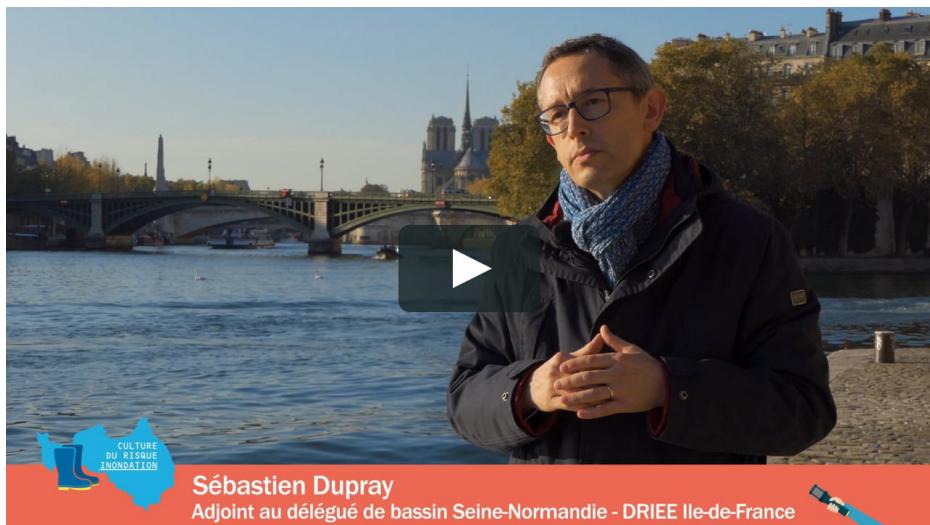
*«Vu qu'on ne se sent pas concernés,
on ne fait pas attention à ça»*

102 - Préfet de la Région d’Ile-de-France, DRIEE Ile-de-France, «Culture du risque inondation, les résultats du Grand prix», 20/06/2017.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

a déclaré une habitante parisienne, alors que la Seine a déjà été en proie à plusieurs grandes crues. À la suite de ces interviews, des réunions regroupant les populations d'une même commune présentant le risque inondation, ont été organisées afin de discuter des actions possibles et des bons gestes à avoir lors d'un débordement. Un travail sur la mémoire des évènements passés est également mis en place afin d'avoir toujours en tête les potentiels risques. Suite à ce travail avec les citoyens, le président de jury Jérôme Goellner, directeur de la DRIEE (Direction Régionale de l'Environnement et de l'Énergie en Île-de-France) a récompensé les lauréats du concours de six prix. Ces prix concernent la transmission de l'information aux citoyens, l'amélioration en continue des PPRI, la pédagogie concernant les groupes scolaires, les arts et encore la photographie. Ce concours a amené les participants à sensibiliser les populations et à réfléchir sur les risques liés aux inondations ainsi que la perception de ceux-ci chez le public. Les vents violents jouent un rôle dans l'intensité des inondations et les personnes y sont ainsi sensibilisées par le biais de ces débordements.



Capture d'écran VIMEO, video Culture du risque inondation, 2017
© Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE) d'Île-de-France - 2017

Partie I
Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

Les littoraux sont des territoires très fortement touchés par l'érosion pouvant être due directement par les vents violents ou par les importantes précipitations générées lors de tempêtes, ou encore par les vagues érodant les sols par la salinité des océans et la force de celles-ci. L'érosion entraîne le recul du trait de côte et menace les territoires. Dans certains pays, la sensibilisation des habitants est d'actualité afin de pouvoir continuer à résider sur ces territoires. C'est le cas de l'île française Mayotte qui subit une érosion intense causée par de nombreuses et abondantes précipitations tropicales, amplifiées lors de tempêtes ou ouragans. En 2016, l'association Mayotte Nature Environnement¹⁰³ a alors cherché à sensibiliser ses citoyens. Ainsi, des Naturalistes de l'association sont intervenus auprès des agriculteurs et des élèves du lycée agricole de l'île afin de les prévenir des dangers que pouvait engendrer l'érosion tels que la déterioration de l'agriculture. Des ateliers et des études de terrain ont été réalisées avec eux afin de leur montrer l'état actuel des sols érodés. Cette sensibilisation a pour objectif de leur apporter les bonnes connaissances, leur faire utiliser des pratiques qui pollueront moins les sols et leur enseigner les bons gestes à avoir. Retournons en France métropolitaine, à Capbreton, où la commune a installé en 2018, quatre panneaux pédagogiques visant à sensibiliser ses habitants à l'érosion¹⁰⁴. La ville est soumise à une forte activité érosive souvent causée par les vents violents et perd du terrain chaque année. Les panneaux sont placés au bord de mer et informent les promeneurs de l'évolution du trait de côte de Capbreton. Ils sensibilisent également en les prévenant des risques liés à l'érosion et les actions menées par les élus pour protéger les littoraux. Graphiquement illustrés de visuels, ces panneaux sont accessibles et adaptés à tous les citoyens, allant des enfants aux adultes. Les associations et les élus essayent de plus en plus de prévenir et de sensibiliser les individus aux causes de

103 - Fne-Writer, «Érosion des sols à Mayotte : sensibiliser, le premier pas du changement», France Nature Environnement, 19/12/2016.

104 - Michel DUPIN, «Capbreton (40) : des panneaux pour sensibiliser à l'érosion», Sud Ouest, 21/08/2018.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

tout un pays qui menaceront également les générations futures. L'érosion est engendrée par le vent. Plus le vent sera violent, plus l'érosion sera forte. Il est donc important de sensibiliser sur le phénomène mais également sur la source de ce qui le produit.

L'augmentation de l'intensité des tempêtes, générée par le réchauffement climatique, est en partie responsable de la destruction des habitats de certaines espèces. Cette diminution de la biodiversité est très importante et 20 à 30 % des espèces animales et végétales actuelles pourraient avoir disparu en 2100. Les gouvernements et experts essayent de réveiller les consciences des populations en les prévenant des risques que cela pourrait engendrer, comme la disparition des abeilles. D'ailleurs, le groupe Greenpeace, à l'initiative de plusieurs campagnes, a averti des dangers si les abeilles venaient à disparaître. Les abeilles sont des pollinisateurs et sont responsables de la reproduction de nombreuses espèces végétales. Ainsi, d'après Greenpeace¹⁰⁵, "*75 % de la production mondiale de nourriture dépend des insectes pollinisateurs*" et la "*valeur estimée du service rendu par la pollinisation dans le monde est de 265 milliards de dollars*". Nous avons pu observer une chute des populations d'abeilles domestiques de 25 % en Europe depuis 1985, pouvant s'expliquer par le réchauffement climatique, les différents pesticides ou encore la disparition de leurs habitats naturels. Afin de ramener les abeilles en France et grâce à une large sensibilisation faite à ce sujet par différents groupes de grande envergure comme Greenpeace, plusieurs villes ont installé des ruches. Placées dans des parcs ou des jardins, celles-ci font à nouveau bénéficier la biodiversité environnante de leurs services. La sensibilisation réalisée auprès des élus et des différents acteurs a donc

105 - Greenpeace, Documents clés, «Abeilles en danger : un fléau aux causes multiples et aux conséquences catastrophiques», 2016.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

porté ses fruits, amenant à une progression positive des abeilles. Il existe d'autres exemples présentant une biodiversité fragile et en proie à une disparition, il s'agit des récifs coralliens qui sont des "*édifices construits par des animaux (les coraux) qui fabriquent un squelette en calcaire dur*"¹⁰⁶. En effet, les habitats des récifs coralliens se sont dégradés et ceux-ci ont pu voir leur population diminuer de 54 %. Si nous n'agissons pas, les récifs coralliens pourraient avoir disparu en 2100, ce qui serait dramatique pour nos littoraux car ils assurent la protection des territoires contre la montée des océans. En France, nous cherchons à protéger nos récifs en sensibilisant les citoyens grâce à un programme de réalité virtuelle. Ce programme appelé *Sandbox*¹⁰⁷, nous projette sur une île que nous devons construire et nous plonge donc directement au cœur de la biodiversité marine. Au fur et à mesure que nous agençons notre île, une personne nous informe des menaces pesant sur le récif corallien alentour et des risques sur toute la biodiversité environnante. L'objectif de cette animation est de nous faire comprendre les dangers que représente la disparition des récifs coralliens, et des impacts sur la biodiversité marine et terrestre. Cette technique est efficace grâce à la visualisation des données et rend les problèmes apparents. La sensibilisation des individus peut donc se réaliser par des campagnes de prévention ou des simulations créées à l'aide de nouvelles techniques telles que la réalité virtuelle.

106 - Marie-Céline RAY, «Récif corallien», Futura Sciences Planète.

107 - Fondation Bouygues Telecom, «La réalité augmentée pour sensibiliser à l'érosion des récifs coralliens», CareNews, 19/10/2017.

Partie I

Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

La culture du risque liée aux tempêtes est peu ancrée en France mais les phénomènes annexes à celles-ci ont pris de l'ampleur dans les dernières années. Nous avons donc vu émerger des débats participatifs concernant les inondations, des réunions de prévention et des campagnes pour sensibiliser à l'érosion, ou bien encore des simulations immersives des impacts des vents violents. Les manières de sensibiliser les populations sont diverses et ont de plus en plus d'impacts en France.

Les conséquences liées aux phénomènes tels que les tempêtes et les ouragans sont encore trop peu connues, malgré un essor de la médiatisation à ce sujet. Principalement causées par la mauvaise transmission de l'information, cela engendre une mauvaise culture du risque chez les citoyens qui peuvent faire preuve d'imprudence lors de ces phénomènes. Malgré une prévention et une sensibilisation inégale des populations, les pays cherchent aujourd'hui à les sensibiliser petit à petit par différents moyens.

Les phénomènes climatiques liés au vent ont une intensité de plus en plus forte due à leur formation, au réchauffement climatique et plusieurs autres facteurs alimentant leur puissance comme les coefficients de marée. Les incertitudes liées aux prévisions de ces phénomènes peuvent générer la surprise chez les populations touchées, entraînant des dégâts considérables humains, environnementaux, matériels, patrimoniaux, posant des questions éthiques et économiques dans notre société. Ces dégâts ont également des impacts aussi importants à cause du manque de culture du risque lié aux tempêtes des citoyens. Ce manque est aujourd'hui principalement dû à des problèmes de transmission de l'information et une sensibilisation aux risques encore trop peu développée. Malgré la violence qu'il engendre, le vent est également un atout et un levier d'innovation pour notre société.

PARTIE II

Un atout pour le territoire

PARTIE A

Le vent : une ressource

- a - Le vent : un symbole fort
- b - Le vent : une source d'énergie
- c - Le vent comme force créatrice

PARTIE B

Le vent : un phénomène climatique indispensable

- a - Pour la santé
- b - Pour la flore
- c - Pour la faune

PARTIE C

Vivre avec le vent

- a - Bâtir en fonction des éléments naturels
- b - Exploitation du vent dans l'habitat
- c - Le vent : faciliter les déplacements

Le vent est un véritable atout pour notre territoire et est un phénomène indispensable à notre santé, notre environnement et donc, à l'équilibre des écosystèmes. L'homme s'approprie le vent en tant que modèle et ressource depuis fort longtemps. Il s'en inspire pour créer des éléments, l'utilise en tant que source d'énergie et s'adapte à lui afin de concevoir de nouvelles sortes d'habitats plus solides, durables et soucieux de leur environnement. Comment l'être humain exploite-t-il le vent ?

A. Le vent : une ressource

Le vent constitue une véritable ressource renouvelable que nous exploitons depuis des siècles. Véritable figure mythologique, il est également source de nombreuses inspirations dans l'art. Nous tirons même partie de celui-ci afin d'en faire une source d'énergie et faciliter le travail de l'homme.

Partie II
Un atout pour le territoire



Sculpture de Zéphir, Upper Gardens of Peterhof, aoút 2008
© Yair Haklai

a - Le vent : un symbole fort

Le vent est depuis longtemps un symbole fort intégré à nos sociétés occidentales. Souvent personnifié ou représenté comme une force protectrice, cette symbolique est encore utilisée de nos jours afin de nous guider et nous rassurer.

Dans la mythologie grecque, la personnification des éléments n'est pas chose rare. Selon Homère, Eole représente le dieu des vents¹⁰⁸ et règne sur les îles Eoliennes situées au nord de la Sicile, dans la mer Tyrrhénienne. Dans l'Odyssée, Ulysse, valeureux guerrier, s'aventure dans les îles Eoliennes et rencontre son souverain. Eole lui remet une outre avec des vents contraires en le prévenant de ne l'ouvrir en aucun cas. Malheureusement, après une fête où l'alcool coule à flots, des marins ouvrent l'autre et les vents s'échappent, provoquant une violente tempête. Onze des douze navires présents se fracassent par la puissance du phénomène, excepté celui d'Ulysse. Cette histoire relate les dangers de la puissance des vents et amène les hommes à craindre et vénérer ce dieu afin d'obtenir ses faveurs et sa protection. Eole a sous sa responsabilité quatre vents principaux¹⁰⁹ nommés : Zéphir¹¹⁰, Notos, Eurus et Borée¹¹¹. Chacun de ces vents représente une direction et une saison. Zéphir provient de l'ouest et caractérise les légères brises du Printemps. Notos¹¹² personnifie les vent du sud et illustre les tempêtes arrivant à la fin de l'Été. Le vent de l'est est désigné par Eurus qui incarne les tempêtes de

108 - Mythologica, Grenier de Clio, «Eole», 2001-2008.

109 - Passeurdefeu, «Les vents mythologiques», Eau Terre Feu Air, 01/05/2016.

110 - Mythologica, Grenier de Clio, «Zéphir», 2001-2008.

111 - Mythologica, Grenier de Clio, «Borée», 2001-2008.

112 - Wikipédia, «Divinités grecques des vents», sous CC BY-SA 3.0, 10/06/2018.

l'Automne. Borée, quant à lui, représente le vent du nord et est identifié au vent froid de l'Hiver. Chaque vent est personnifié et voit son histoire contée dans un récit mythologique dénotant de sa puissance. Prenons l'histoire de Deucalion et Pyrrha¹¹³ où Zeus, dieu tout puissant, s'éprend de colère suite à sa rencontre avec les fils du roi d'Arcadie, au palais de Lycaon. Zeus les trouvant médisants et irrespectueux, décide d'anéantir complètement la race humaine. Il décide de sauver deux individus d'une piété irréprochable afin qu'une nouvelle population voit le jour et continue à lui vouer un culte. Ces individus sont Deucalion, fils de Prométhée et roi de Pthia, et sa femme Pyrrha. Afin de mettre son plan à exécution, Zeus choisit de déclencher un déluge afin d'exterminer toutes les populations. Il demande l'aide de son frère Poséidon, Dieu des océans, et de Notos, vent du sud. Associés, Notos et Poséidon déclenchent des ouragans d'une force incroyable, alliés de fortes précipitations et tremblements de terre. La terre entière se retrouve submergée. Après le passage du déluge, Deucalion et Pyrrha sont les seuls survivants, dans un monde complètement vide. Ce récit dénote de la force des vents qui sont personnifiés afin d'en établir un symbole fort pour les sociétés. Les hommes en ont peur mais les adorent car ils représentent des hommes puissants à qui nous voulons ressembler. Il nous faut les choyer et les adorer, afin de nous attirer leurs faveurs et leur protection, ce qui aspire à une certaine crainte. L'histoire de Borée¹¹⁴ est un autre exemple illustrant nos propos. Personnification des vents du nord, Borée est connu pour avoir aidé les Athéniens lors de la bataille d'Artemisium contre les Perses, suite à leurs prières. Grâce à sa force, il détruit entièrement la flotte perse au cap Sépias. Les prières exaucées, les hommes lui vouent un culte encore plus profond afin que Borée continue à les protéger. Représenter Borée sous les traits d'un homme, permet aux individus d'établir une proximité avec lui et de le voir en tant que modèle afin de lui ressembler. D'autres civilisations ont également des récits mythologiques. C'est le cas des japonais qui ont pour dieu du vent Fūjin.

113- Belgacom, «Deucalion et Pyrrha».

114 - Serge JODRA, «Borée», Cosmovision, 2004.

Les chinois prient également leur dieu des vents nommé Chi Po. Quant aux Egyptiens, Amon représente leur dieu du vent et du soleil. Appelé Kirk chez les Celtes ou encore Kukulcan par les Mayas, Amon chez les Egyptiens, Chi Po par les populations chinoises ou bien nommé Fūjin auprès des Japonais, le dieu des vents prend donc bien des noms et des formes parmi les êtres humains. Cette personnification des vents permet aux hommes de se sentir plus rassurés et protégés. Ils sont conscients qu'il faut les craindre afin de s'attirer leurs faveurs. Ainsi, ces vents représentent un symbole fort pour nos civilisations et demeurent ancrés dans nos légendes. Les conteurs s'approprient le vent et l'utilisent alors en tant que ressource créative.

Les hommes ont toujours personnifié les éléments et cela se caractérise par une forte iconographie qui est "*l'étude méthodique des représentations plastiques d'un sujet*"¹¹⁵. Comme nous le démontrions précédemment, les populations vouent un culte à ces personnifications du vent par la prière, mais également par des sculptures, peintures, ou encore gravures. Au cours des siècles, les artistes se sont lancés dans de multiples représentations de ces divinités mythologiques et ont ainsi reproduit leur visualisation du sujet. D'après l'Université de Caen¹¹⁶, il ne s'agit pas de la "***représentation mentale du divin mais [...] de la transposition du corps des dieux***" qui nous intéresse dans cette partie. Si nous reprenons l'exemple de Borée¹¹⁷, personnification des vents du nord, celui-ci a souvent été représenté sur des vases grecs à l'époque des guerres médiques, suite aux prières exaucées des Athéniens. Ceux-ci le représentent fort et valeureux, tel un guerrier combattant l'ennemi. Ils s'identifient à lui et cherchent à le peindre en tant qu'homme idéal. Une

115 - Définition du CNRTL : iconographie.

116 - Université de Caen, «La représentation du corps des dieux dans la peinture de vases grecques».

117 - Serge JODRA, «Borée», Cosmovision, 2004.

autre méthode plastique est la sculpture. Elle permet de modéliser le sujet et le rendre plus proche de nous. C'est le cas des sculptures réalisées du dieu du vent Eole¹¹⁸, qu'elles soient modelées en terre cuite ou en plomb, taillées dans la pierre ou encore moulées dans du cuivre ou de l'or. Eole est alors souvent représenté sous les traits d'un homme¹¹⁹ tordant sa bouche d'où s'échappe le vent. Ces représentations permettent de reconnaître rapidement le dieu du vent, par les éléments qui le caractérisent. La plupart du temps, les matériaux utilisés proviennent de matières nobles afin de faire transparaître tout le respect et l'adoration voués à ces personnifications. En effet, les personnes vouant une adoration à ces figures mythologiques veulent construire des édifices architecturaux pouvant être de taille impressionnante. Cette grandeur apporte une dimension divine et dénote de la fidélité des hommes envers celles-ci. Prenons l'exemple de la Tour des vents¹²⁰. Celle-ci a été érigée au nord de l'Acropole, à Athènes, et construite en marbre sur une hauteur de douze mètres et un diamètre de huit mètres, par l'architecte grec Andronikos de Kyrrhos, dans les environs du IIe et Ier siècle avant J-C. La Tour des vents est une horloge hydraulique¹²¹ et est ornée de différentes sculptures, dont des représentations des vents principaux tels que Zéphir ou Borée. Ils sont façonnés sous la forme d'un homme portant chacun des ailes et un attribut permettant de les identifier précisément. Ces attributs révèlent une importance primordiale qui est de reconnaître les figures présentes car, chaque artiste propose sa propre représentation. Le vent est donc une source d'inspiration importante, voire inépuisable, que nous aimons nous approprier.

118 - Passeurdefeu, «Les vents mythologiques», Eau Terre Feu Air, 01/05/2016.

119 - Jan KÖRNER, «Eole, le dieu des vents», guide du routard, 05/2007.

120 - Agnès VINAS, «La tour des vents à Athènes», Méditerranées, 04/01/2018.

121 - La Grèce, «Tour des vents», 2018.

Partie II
Un atout pour le territoire



Tour des Vents, Athènes, octobre 2016

© Jean-Pierre Dalbéra

Au fil des siècles, les récits mythologiques ont perpétué grâce à la transmission générationnelle. Que ce soit par le bouche à oreille, par des écrits, des ouvrages picturaux, des objets, des fresques, ou par l'architecture, ces légendes ne se sont jamais perdues. Aujourd'hui encore, elles sont toujours bien ancrées dans nos cultures et sont sources d'inspiration pour les nouvelles générations. Les populations actuelles aiment découvrir leurs origines et les histoires passées. C'est pour ces raisons que les musées se sont démocratisés, afin de partager les œuvres et donner accès au public à cette culture. En France, selon Jacqueline Eidelman et Anne Jonchery, chercheuses au CNRS, la fréquentation des musées "est passée de 45,6 millions en 2005 à près de 56,2 millions de visites en 2009" ¹²². Au musée du Louvre à Paris, des collections fréquemment renouvelées permettent au public de diversifier ses connaissances, comme par exemple avec l'exposition du tableau *Zéphir et Flore*¹²³, peint au XVIII^e siècle. Ce tableau, plein de poésie, représente Zéphir sous les traits d'un homme. Cette peinture est accompagnée d'un petit cartel dressant le récit mythologique entourant ce vent de l'ouest. Ce cartel permet de transmettre des connaissances au visiteur et de l'informer de ce qui est représenté face à lui. Autre exemple, symbole de cette transmission de culture, est l'ouverture au public des sites historiques et culturels. C'est ainsi qu'en Grèce, des sites chargés d'histoire tels que l'Acropole¹²⁴, le site de Delphes¹²⁵ ou d'Olympia, ont ouvert leurs portes au public, exposant ainsi les vestiges du passé. Des ruines, ainsi que des éléments faisant partie prenante du passé et d'anciennes représentations mythologiques, sont ainsi exposés au public qui peut s'en imprégner et connaître une partie de l'histoire passée. Cette ouverture permet d'augmenter les connaissances mythologiques et historiques des visiteurs. En revanche, la mythologie et l'histoire sont

122 - Jacqueline EIDELMAN, Anne JONCHERY, «Sociologie de la démocratisation des musées», Revue Hermès n°61 : Les musées au prisme de la communication, ref. 9782271072849, CNRS Editions, 03/2011.

123 - Musée du Louvre, «Zéphir et Flore», XVIII^e siècle.

124 - UNESCO, «Site archéologique de l'Acropole», sous licence CC-BY-SA IGO 3.0.

125 - UNESCO, «Site archéologique de Delphes», sous licence CC-BY-SA IGO 3.0.

Partie II

Un atout pour le territoire

sont devenues des arguments touristiques et économiques, et transforment l'art et la culture en un véritable marché. Par exemple, nous pouvons trouver des magasins de souvenirs où sont vendues des duplications miniatures des représentations iconographiques de ces êtres mythologiques, sous forme de porte-clés, affiches, cartes postales ou encore crayons. Cela n'enlève en rien l'augmentation des connaissances due à l'ouverture des musées et des sites historiques aux civilisations actuelles, mettant en valeur l'histoire passée. Le vent est toujours un symbole fort de notre société grâce à cette transmission des histoires mythologiques et représentations artistiques, grâce à cette démocratisation et cette ouverture.

La mythologie est source de nombreux récits et légendes. Les éléments tels que le vent, apparaissent sous forme humaine, afin d'établir une proximité avec l'homme. Cette personnification des éléments permet aux individus de s'identifier à ces forces de la nature, d'en faire des modèles de vie et d'apprendre à les craindre. Cette culture est transmise aujourd'hui par le biais des musées et l'ouverture aux sites historiques et culturels. Le vent, source d'inspiration, est également exploité en tant que source d'énergie.

b - Le vent : une source d'énergie

La force de vent et celle de l'eau sont les premières sources d'énergie exploitées par l'homme. Autrefois, nous utilisions la force du vent pour naviguer, puis pour faciliter le travail. Aujourd'hui, nous transformons l'énergie fournie par le vent en énergie électrique afin de nous chauffer, nous éclairer ou encore nous nourrir.

L'homme est toujours en quête de découverte et de nouveaux territoires. Dès le Néolithique, il cherche à conquérir de nouvelles terres par la voie maritime¹²⁶. Il étudie et utilise ainsi la force des vents afin de rendre ses embarcations résistantes et facile à manier. Les premiers bateaux datent de l'époque du Néolithique¹²⁷. Ceux-ci étaient principalement construits grâce à des troncs d'arbres évidés à la pierre¹²⁸ et avaient pour objectif de pouvoir se mouvoir sur l'eau afin de pratiquer la chasse et la pêche. Ces bateaux avançaient lentement car leurs utilisateurs les laissaient dériver. L'homme a ensuite inventé la perche en bois, puis les pagaies, afin d'avoir la possibilité de déplacer son embarcation dans de plus grandes profondeurs. Ce n'est seulement qu'à l'Âge du Bronze, en 3000 avant J-C, que les populations commencent à utiliser le vent comme force de projection. En effet, c'est à partir de cette époque que les navires sont équipés de peaux de bête tendues ou de toiles végétales tressées, leur permettant de profiter de la force du vent pour avancer plus rapidement. Il s'agit de la naissance des premiers voiliers. Les navires ont continué à s'améliorer au fil des époques. C'est le cas des navires des Vénètes qui sont

126 - Michel MOLLAT DU JOURDIN, «Histoire de la navigation maritime», Universalis.

127 - Frédéric MARQUET, «Histoire générale de la navigation du XVe au XXe siècle», 1931.

128 - Wikipédia, «Histoire des bateaux», sous CC BY-SA 3.0, 04/10/2018.

Partie II

Un atout pour le territoire

un peuple de la Gaule celtique. Ceux-ci sont très résistants face aux vents violents et Jules César a reconnu dans ses Commentaires sur la guerre des Gaules, que

«leurs proues étaient très relevées et les poupes de même, appropriées à la hauteur des vagues et à la violence des tempêtes»¹²⁹

Le vent n'est pas qu'un moyen technique de déplacer son navire, il est également un repère¹³⁰ pour les marins. Afin de savoir comment utiliser sa voile, un navigateur va se référer au vent de différentes manières. Il peut tout d'abord laisser son embarcation à la dérive quelques minutes, celle-ci va tourner puis se stabiliser dans une certaine position. Selon son angle de rotation, l'individu saura d'où provient le vent et ainsi savoir quand et comment régler sa voile afin de se diriger. Ainsi, nous distinguons six allures différentes lorsque l'on navigue. Ces allures se déterminent par rapport à cet angle de rotation produit par le bateau. Il existe le face au vent, le près, le travers, le largue, le grand largue et le vent arrière. Le vent est indispensable aux navigateurs pour se repérer et se déplacer. Il est donc source d'une véritable énergie utilisée par l'homme pour explorer, naviguer, se nourrir et se protéger.

129 - Jules CÉSAR, Guerre des Gaules, Les navires des Vénètes, Belles Lettres, 1984.

130 - Dérivoile, «Les différentes allures», 27/05/2012.

Le principe d'utiliser le vent dans la navigation à voile est d'une telle ingéniosité que les hommes se sont demandés de quelle manière ils pourraient à nouveau l'exploiter. C'est en 620 avant J-C, en Orient, que le peuple Perse reprend cette technique pour rendre l'irrigation plus simple. Le premier moulin à vent¹³¹ a alors vu le jour pour la première fois. En France, avant l'arrivée des moulins à vent, les hommes utilisent des pierres pour écraser les grains et nourrir les populations, ensuite ils ont inventé un système pierre ronde / pierre creuse permettant de rouler sur le grain. Plus tard, ils ont créé la technique pilon mortier. Ce n'est qu'après que le moulin à bras a vu le jour, utilisant toujours la force humaine. Le moulin à sang est ensuite conçu et se base sur le principe d'un manège où esclaves ou animaux y sont attelés afin de faire tourner le mécanisme. Au Xe siècle, les moulins à vent sont ensuite importés en France. À cette époque, les moulins à vent sont les propriétés des grands seigneurs qui délèguent la responsabilité du fonctionnement aux maîtres meuniers. Les moulins à vent sont construits en hauteur afin de capter toute l'énergie que le vent a à offrir grâce à de larges ailes de rotation. Pour entraîner le mécanisme¹³² du moulin à vent, le vent doit souffler suffisamment fort, c'est-à-dire au dessus de 40 km/h, afin que l'arbre tournant entraîne le rouet et ses quarante dents. Ce mécanisme permet de faire tourner la meule et de moudre le grain afin d'en faire de l'huile ou de la farine. Les moulins sont par la suite déclinés de différentes manières¹³³, en fonction des territoires, mais ont toujours gardé ce principe de fonctionnement. Plus particulièrement en France, il existe trois types de moulins à vent¹³⁴ : le moulin-tour, le moulin sur pivot qui est le plus courant, et le moulin cavier souvent implanté autour des vignes angevines où les meuniers étaient également viticulteurs. Les ailes sont des éléments indispensables pour capter l'énergie du vent. Il en existe également trois types : les ailes

131 - DALLAS, «L'invention du moulin à vent», Histoire pour tous, 22/03/2011, Dallas.

132 - Canalblog, «Moulin de Lambesc : fonctionnement d'un moulin à vent», 12/04/2018.

133 - Fédération des moulins de France, «Les moulins à vent de France», 2016.

134 - Annie CANDORÉ, Guide des moulins en France, 2e édition, Horay, juin 2004.

Partie II Un atout pour le territoire

à toiles qui sont utilisées jusqu'au XIXe siècle, les ailes flamandes qui sont asymétriques et surtout implantées dans les moulins du Nord de la France, et les ailes Berton qui sont des planches verticales glissant les unes par rapport aux autres et équipées d'un système de frein à l'intérieur du moulin pour faciliter le travail du meunier lors de l'entoilage. Les moulins à vent sont principalement placés sur les littoraux en raison de la forte exposition aux vents puissants et plus réguliers, comparé à ceux rencontrés dans les terres. Les Pays-Bas et le Danemark sont les pays ayant le plus exploité les moulins à vent. Aujourd'hui encore, plus d'un millier de moulin sont en activité aux Pays-Bas. Ce pays en a fait une force patrimoniale, historique et culturelle. Certains moulins sont également classés au patrimoine mondial de l'UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture), comme ceux de Kinderdijk dans les Pays-Bas, ce qui permet d'assurer leur protection. Les moulins à vent ont permis de puiser l'énergie mécanique du vent afin de faciliter le travail de l'homme. Le vent est donc une véritable source d'énergie encore exploitée par les moulins de nos jours.



*Moulins de Kinderdijk, Pays-Bas, mai 2017
© Marelune*

Exploiter la force du vent pour produire de l'énergie¹³⁵ est tellement efficace, qu'en 1888, la première éolienne voit le jour par un certain Charles Brush¹³⁶. Celui-ci l'utilise de manière totalement personnelle car il avait créé ce mécanisme s'inspirant fortement des moulins à vent, afin d'alimenter sa demeure en électricité. Deux années plus tard, Paul La Cour conçoit la première éolienne dite industrielle¹³⁷. Depuis quelques années, les éoliennes se sont démocratisées dans le monde. Par soucis d'épuisement des ressources en matières premières et non renouvelables telles que le pétrole, et par les inquiétudes liées au changement climatique, les scientifiques et économistes ont cherché à développer une énergie entièrement naturelle et inépuisable. En effet, selon des études réalisées par des spécialistes, nous épuiserons nos ressources en pétrole dans une trentaine d'année, nos ressources en gaz dans une cinquantaine et celles en charbon dans 260 ans. Afin de s'adapter à nos futures conditions de vie, des chercheurs se sont rappelés de l'invention de Charles Brush : l'éolienne. Le principe de l'éolienne est le même que celui d'un moulin à vent. L'énergie mécanique provenant du vent est captée par les pales de l'éolienne qui font ainsi tourner le générateur de celle-ci. Ainsi, le générateur convertit l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. De nos jours, les éoliennes terrestres les plus courantes sont composées de trois pales à axe horizontal. Elles contiennent un mât et un rotor, et ont une puissance allant de 1,8 à 3 MW (Méga Watt). L'énergie électrique récupérée par ces éoliennes est soit directement dirigée vers le réseau électrique pour fournir les infrastructures, soit stockée dans des batteries¹³⁸. Il existe deux types d'installation éolienne : les éoliennes domestiques qui sont utilisées par les particuliers pour leur consommation personnelle et les éoliennes industrielles qui sont raccordées au réseau électrique et sont de véritables réseaux de distribution. Pour ces dernières, elles sont

135 - Philippe OLLIVIER, Éoliennes quand le vent nous éclaire, Privat, février 2006.

136 - RTBF, La 1ère, «Invention - L'éolienne», 14/03/2012.

137 - Wikipédia, WikiEolienne, «Histoire de l'énergie éolienne», 30/10/2018.

138 - Eco Infos, «Principe de fonctionnement de l'énergie éolienne», 08/01/2018.

installées dans des parcs éoliens qui sont aussi connus sous le nom de fermes éoliennes. Les éoliennes peuvent être implantées sur la terre, elles sont alors dites onshore. Elles peuvent également être placées sur la mer, il s'agit d'éolienne offshore. Deux types d'offshore existent : les offshores situées dans des fonds marins de moins de 50 mètres, plus puissantes ; et les offshores flottantes situées à l'écart des littoraux afin d'éviter toute pollution visuelle. En France, la production en électricité éolienne augmente avec «une production de 12,49% dans le monde en 2013», correspondant à une augmentation de 21,8% par rapport à 2012 (Données de l'International Agency Statistics - chiffres de production 2013). En revanche, l'éolien en France est encore peu exploité avec une production d'énergie de seulement 3,9% en 2016, selon RTE (Réseau de l'intelligence électrique)¹³⁹. Ces 3,9% correspondent à «1230 parcs éoliens comptant 7300 éoliennes». Environ 800 foyers français sont alimentés par une éolienne de 2 MW et 12 millions de foyers sont aujourd'hui alimentés par énergie éolienne (hors chauffage et eau chaude). Afin de pallier ce manque et utiliser l'énergie du vent, les français cherchent à planter de plus en plus d'éoliennes offshore car les vents au niveau des littoraux sont plus puissants et réguliers que dans les terres. De plus, plusieurs lois¹⁴⁰ existent afin de ne créer ni pollution visuelle, ni pollution sonore. Par exemple, les éoliennes doivent être implantées à une distance minimale de cinq cents mètres des habitations et à cinq kilomètres des radars d'aviation civile et météorologique, et se doivent de respecter les paysages. Ainsi, en France, beaucoup de parcs éoliens offshore voient le jour tel qu'à Tréport et Fécamp en Seine-Maritime, à Courseulles-sur-Mer dans le Calvados, à Saint-Brieuc dans les Côtes d'Armor, à Noirmoutier en Vendée et à Saint-Nazaire en Loire Atlantique. Si nous prenons l'exemple de Saint-Nazaire¹⁴¹, 80 éoliennes seront installées sur l'océan Atlantique, à une distance minimum de douze kilomètres des côtes. L'énergie du

139 - EDF, «L'éolien en chiffre».

140 - Marie-Estelle PECH, «La France vent debout contre les éoliennes», Le Figaro, 07/08/2018.

Partie II

Un atout pour le territoire

vent est captée puis convertie et transmise par des câbles enterrés dans le sol, reliant les éoliennes à un poste électrique en mer. Elles serviront à fournir en électricité plus de 20% de la population du département Loire-Atlantique. Le vent est donc une source d'énergie inépuisable et 100% naturelle, qui est de plus en plus exploitée et devient un véritable atout pour le territoire. Le vent nous fournit donc une énergie qui a l'important avantage d'être durable.

Le vent est une source d'énergie essentielle pour le devenir de la planète. Elle peut être utilisée pour se déplacer, se nourrir et avoir de l'électricité. Le vent est un véritable atout pour notre territoire. Il est source d'inspiration pour créer de l'énergie et inspire également les artistes.

141 - Parc éolien en mer de St-Nazaire, «Un projet d'avenir pour le territoire».

Partie II
Un atout pour le territoire



Éoliennes prises de la Pointe de Trefeuntec, janvier 2013
© Lauriane Bétin

c - Le vent comme force créatrice

Le vent est responsable du façonnage des territoires et il crée ainsi une identité particulière pour chacune de ces parcelles de terre. Il est aujourd’hui également une source d’inspiration pour les artistes qui sont influencés par les formes qu’il conçoit.

Les aléas du vent façonnent le paysage. Sa force et la trajectoire qu’il choisit, découpent des territoires en les rendant unique. Que ce soit par l’érosion ou encore par les vagues poussées par le vent qui se fracassent sur les terres, le vent dessine les paysages et décide en partie de l’environnement de ceux-ci. Il les modèle selon ses envies et ses caprices : plus il sera puissant, plus les territoires seront touchés. Prenons l’exemple de la Côte d’Albâtre qui s’étend sur 140 km entre l’Estuaire de la Seine et celui de la Somme. Cette côte est réputée pour ses falaises de craie, la plus connue étant la Falaise d’Etretat¹⁴². C’est sa verticalité créée par le vent qui séduit aujourd’hui plus de 900 000 visiteurs par an¹⁴³. C’est un grand atout pour ce territoire concernant l’activité touristique qui s’y produit avec le développement de nombreux hôtels et services de restauration, favorisant ainsi l’emploi. De plus, des réseaux de transport tels que les bus ou les trains, se sont énormément développés, permettant ainsi une proximité plus prononcée entre les communes en France. Cela permet aux communes alentours de bénéficier d’un développement socio-économique local. Le vent a donc permis à ce territoire de s’étendre grâce à l’attraction touristique générée par ces falaises. Nous pouvons prendre un autre exemple qui est l’Azure Window¹⁴⁴ à Malte. Avant d’être

142 - Office de Tourisme d’Etretat, «Naturelle Etretat».

143 - Région Normandie, «Etretat vous tend les bras !», 04/04/2017.

144 - Le Monde, «L’« Azur Window » engloutie par la mer», Le Monde, 10/03/2017.

engloutie par une tempête en 2017, cette arche s'élevait au-dessus de la mer Méditerranée et était un argument touristique de poids. Les touristes étaient des milliers à se précipiter dessus chaque année, ce qui assurait à Malte une activité touristique importante. Celle-ci avait été formée par la force du vent qui érodait la roche, ce qui lui avait valu d'être célèbre pour sa forme d'arche naturelle. Cette sculpture naturelle faisait partie prenante de l'île de Malte et participait à son identité. D'ailleurs, l'île de Malte vend toujours des cartes postales avec l'Azure Window imprimée dessus. Nous pouvons également prendre comme exemple les buttes Coyote aux Etats-Unis. Il s'agit d'une formation rocheuse créée pendant le Jurassique, il y a deux cent millions d'années. Les buttes Coyote sont situées sur le plateau du Colorado et ont pour particularité d'être fortement soumises à l'érosion éolienne et hydrique. Le paysage est entièrement découpé et le relief complètement atypique. En effet, nous pouvons apercevoir sur celui-ci les différentes strates en fonction des ères vécues par ces buttes. Elles sont complètement déformées sous forme de courbes, sous l'action du vent, responsable de l'érosion de ce paysage. Ce sont ces critères qui attirent le tourisme et font de ce lieu, un territoire unique et attractif grâce au vent. Le vent est réellement un créateur naturel et aléatoire de paysages, et représente un atout économique et culturel pour les territoires. L'érosion n'est alors pas que synonyme de disparition de territoires comme nous avons pu l'évoquer dans la partie précédente. Crée par le vent, elle peut être source de nouveaux paysages et fonder l'identité d'une région.

Partie II
Un atout pour le territoire

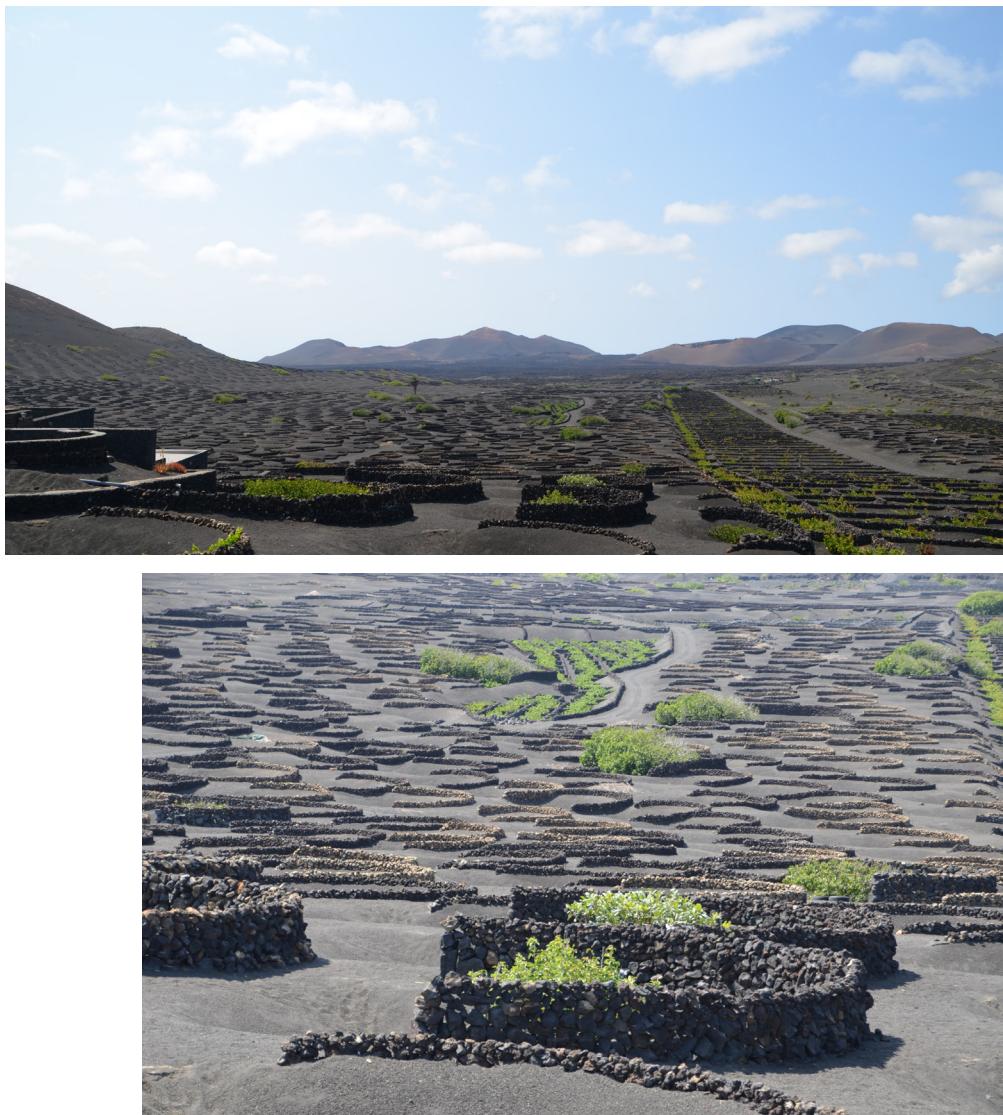


Etretat, © Gérard Labriet, pour Michelin Voyages

L'homme essaye de s'adapter aux phénomènes climatiques qui l'entourent et tente d'y être résilient. Cela l'amène à concevoir de nouveaux éléments et à innover. Sans le savoir, il va pouvoir créer l'identité de son territoire. Prenons l'exemple de Lanzarote, île espagnole située au large du Maroc. Cette île est connue pour sa forte et ancienne activité volcanique qui a ainsi créé un paysage noir composé de roches volcaniques. Elle est également connue pour être fortement exposée aux vents. L'agriculture est très peu développée à cause du climat aride, mais les habitants ont su être résilients. Afin de rendre la viticulture possible, ils ont construit des murets avec la pierre volcanique de l'île, en forme de demi-lune selon l'exposition des vents. Ces murets ont un rôle de protection des vignes par rapport au vent et sont devenus un véritable symbole de l'île. Ils participent aujourd'hui à l'identité de Lanzarote. La force du vent a amené les populations à utiliser cette contrainte afin vent pour concevoir des techniques innovantes et identitaires. Les cultures en terrasse des rizières en Asie sont un autre exemple de la créativité de l'homme s'inspirant de la force du vent. L'agriculture en terrasse est le fait de "*cultiver sur des terrains aménagés en terrasses horizontales, étagées, soutenues par des murets de pierres ou des levées de terre*"¹⁴⁵. Pour cet exemple, nous nous concentrerons sur les rizières en terrasse au Viêtnam. Dans les montagnes vietnamiennes, les terrains sont soumis à une forte pression des vents, causant de l'érosion, mais également à de nombreuses et intenses précipitations amenant les terrains à être souvent en surplus d'eau. Les populations ont donc choisi d'établir la culture en terrasse afin de réussir à produire du riz et alimenter leur territoire. Ils ont tiré partie du vent et de ses conséquences pour créer des cultures qui sont aujourd'hui un véritable atout touristique pour le Viêtnam. Le vent génère des phénomènes auxquels les hommes se confrontent et cherchent à maîtriser. Ainsi, ils en tirent partie et en plus de cela, ils apportent à leur territoire une véritable identité rendant leur pays attractif.

145 - SansAgent, Le Parisien, Définition Culture en terrasse.

Partie II
Un atout pour le territoire



Vignoble La Geria, Lanzarote, juillet 2014
© Lauriane Bétin

Partie II
Un atout pour le territoire



Rizières en terrasse à Sapa, Viêtnam, juillet 2016

© Lauriane Bétin

Comme nous le disions précédemment, le vent est un symbole fort de nos sociétés et a pris une grande part dans la mythologie. Aujourd’hui, il est encore exploité en tant que source d’inspiration pour les artistes. Montrer les impacts du vent, visualiser les dangers de ceux-ci, créer en fonction de la puissance éolienne sont autant de manières de représenter ces éléments. Grand défenseur de la nature, César Manrique (1919-1992) était un habitant de l’île de Lanzarote. Il était également architecte, sculpteur et peintre. Il aimait construire selon les éléments environnants, comme par exemple *La Maison du Volcan*¹⁴⁶ à Tahiche, qu’il a conçue en fonction des formes naturelles présentes dans son environnement et des matériaux tels que les roches volcaniques de Lanzarote. César Manrique a également travaillé avec la question du vent, très présent sur cette île. Il a ainsi créé toute une série d’objets nommée *Jouets du vent*¹⁴⁷, qui sont des girouettes très intelligemment étudiées et placées à des endroits stratégiques sur l’île selon les différents vents, et principalement les alizés. Dès que le vent souffle, les girouettes semblent prendre vie et être en harmonie avec ce vent. César Manrique a ainsi effectué un travail artistique autour du vent qui l’a fortement inspiré pour ses créations. Nous pouvons prendre en exemple le CRAC de Sète (Centre Régional Contemporain d’Art), en France, où une exposition nommée *La Tempête*¹⁴⁸ a eu lieu de novembre 2017 à mai 2018. Comme nous l’avions expliqué dans une partie précédente, les personnes sont très facilement fascinées par les tempêtes. Aujourd’hui, ce sont les artistes qui nous montrent leur intérêt pour ces phénomènes, en représentant leur force, leur trajectoire ou encore leurs impacts et les dégâts qu’ils peuvent engendrer. Chacun des quarante-six artistes ont exposé leur vision des tempêtes¹⁴⁹. Arbres déracinés, peintures montrant les impacts des tempêtes sur une ville, ou encore sculptures dessinant les dégâts laissés par celles-ci, les représentations étaient uniques et diverses,

146 - Fundacion Cesar Manrique, «Maison du Volcan».

147 - Easy Voyage, «Découvrez les objets du vent de César Manrique - Canaries».

148 - Philippe CADU, Contemporaneités de l’Art, 18/11/2017.

149 - Lise GUÉHENNEUX, L’Humanité, 06/02/2018.

Partie II
Un atout pour le territoire



*La Maison du Volcan
Lanzarote, juillet 2014
© Lauriane Bétin*



*Collection Jouets du vent
Lanzarote, juillet 2014
© Lauriane Bétin*

montrant les différentes manières de s'emparer d'un tel sujet. Cette diversité démontre cet intérêt pour le vent et la vaste envergure qu'exprime un sujet tel que celui-ci. L'essai photographique de Sean Kelly Conway pour le magazine *INDOEK* montre également cette volonté de sensibiliser le public sur les questions des tempêtes. Cet essai se nomme *Hurricane Season*¹⁵⁰ et cet artiste s'est emparé du sujet en exposant les problèmes de sensibilisation liés aux ouragans. En effet, nous pouvons apercevoir sur cette photographie une femme tenant en laisse son enfant au bord de la mer, en préparation à l'arrivée d'un ouragan. Cet essai est également une photographie de sensibilisation et montre le peu de précautions prises par les individus lors de l'arrivée d'un tel phénomène. Au Jardin des Plantes, des installations artistiques tiennent place et illustrent également ce sujet. Ces installations situées dans les plans d'eau du jardin et nommées Flottantes, Oscillantes et Broglios, sont des œuvres d'art dépendantes de la force de l'eau et du vent. En interaction avec les usagers qui utilisent leur force mécanique pour insuffler du vent aux installations, celles-ci prennent vie et forme sous les traits d'un oiseau ou d'un végétal. Chaque artiste s'imprègne du sujet d'une manière différente, ce qui montre la diversité créative que recèle le vent. Il est source d'inspiration pour de nombreuses personnes qui s'emparent de cet élément naturel pour créer d'une manière artistique.

Le vent est source d'inspiration et est un véritable atout pour la créativité. Il participe également au développement socio-économique et socio-culturel des territoires.

150 - Sean Kelly CONWAY, «Hurricane Season», Magazine INDOEK, 09/2018.

Partie II
Un atout pour le territoire



Les Flottantes & Les Oscillantes
Jardin des Plantes de Nantes, octobre 2018
© Lauriane Bétin



Le vent a été, est et sera toujours un atout et un symbole fort dans nos sociétés. Il fait partie de notre culture et nous continuons à la cultiver grâce à la transmission intergénérationnelle. De par ses qualités en tant qu'énergie mécanique renouvelable et naturelle, il a été utilisé pour faciliter la mouture du grain et nourrir les populations, et est aujourd'hui utilisé dans nos bâtiments grâce à la conversion de son énergie en électricité. Également source d'inspiration par de nombreux artistes, il est lui-même un véritable artiste par sa capacité à concevoir et façonner des paysages. Symbole fort, source d'énergie et d'inspiration, le vent devient un véritable phénomène indispensable à notre société.



B. Le vent : un phénomène climatique indispensable

Le vent est un phénomène climatique indispensable sur la Terre, ce qui fait de lui un véritable atout pour notre territoire. Il est nécessaire au développement de la biodiversité, à la santé et au bien-être des individus.

a - Pour la santé

Le vent a des impacts sur la santé des êtres vivants. Nous nous intéressons dans cette partie, plus spécifiquement, aux bénéfices de l'air et du vent sur les êtres humains.

Un des problèmes les plus présents dans nos sociétés actuelles est la pollution de l'air. Selon le bilan de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)¹⁵¹, elle est responsable de la mort de 7 millions de personnes chaque année dans le monde. Étroitement liée à la présence de fines particules nuisibles, la pollution de l'air serait «à l'origine de 70% des décès dans le monde». Neuf personnes sur dix sont exposées à un air trop chargé en polluants, et ce bilan ne ferait malheureusement qu'augmenter dans les années à venir. Les décès liés à la pollution de l'air proviennent de différentes raisons. Si nous prenons un échantillon de 100 individus décédés suite aux conséquences de la pollution de l'air sur l'être humain : 34 personnes meurent d'un infarctus, 20 de pneumonies, 19 de broncho-pneumopathies chroniques obstructives et 7 personnes de cancers pulmonaires¹⁵². La pollution a donc de nombreux impacts, à différents endroits de notre corps, principalement au niveau des poumons mais également sur le cœur et le cerveau. De nombreuses villes sont en constante immersion dans des nuages de pollution comme en Chine, qui est le plus gros pollueur au monde, où les populations subissent des pertes humaines s'élevant à un million de morts par an. Il en est de même pour Grenoble, ville française, subissant la pollution de l'air par sa position géographique créant un effet de cuve et faisant stagner l'air. Un épisode de

151 - Site Gouvernemental français, «Pollution de l'air».

152 - Stéphane MANDARD, «La pollution de l'air tue 7 millions de personnes par an dans le monde, alerte l'OMS», Le Monde Planète, 02/05/2018.

pollution peut être causé par des conditions météorologiques comme «des situations stables où il y a peu ou pas de vent»¹⁵³. Le vent est donc indispensable pour diminuer la pollution de l'air et ainsi réduire les impacts nuisibles qu'a celle-ci sur la santé des populations. En effet, il assure le renouvellement de l'air et ramène de l'air pur au sein des villes polluées¹⁵⁴. Le vent est également nécessaire pour éviter la stagnation de l'air qui favorise le développement des maladies. Dans l'Antiquité, les populations grecques construisaient leurs villes selon les directions des vents afin de limiter les maladies. Ainsi, ils faisaient en sorte que le vent puisse circuler de manière optimisée entre les habitations, afin d'aérer au maximum et éviter le développement et la propagation des maladies par stagnation de l'air. L'action du vent a pour but d'assainir l'air et est donc indispensable au bien-être de citoyens.

Les littoraux sont appréciés des populations pour leur accès privilégié à l'océan. Ils sont réputés pour leur air frais et sain, qui apporte de nombreux bénéfices sur la santé. À partir du XIXe siècle, les médecins prescrivent des thérapies en bord de mer à leurs patients souffrant de différentes pathologies. C'est le cas des malades souffrant

153 - Ministère de la Transition écologique et solidaire,
«Pollution de l'air : origines, situation et impacts», 01/02/2017.

154 - Théo, «La pollution de l'air en France reste problématique,
mais recule depuis plus de 20 ans», Sciences Pop, 26/03/2018.

de neurasthénie, qui correspond à un "état de fatigue, d'abattement accompagné généralement de tristesse et de troubles physiques tels que fatigue, insomnie, douleurs" ¹⁵⁵, d'asthme ou de tuberculose. L'air marin agit de manière thérapeutique sur la tête et le corps de plusieurs façons et aurait un effet psychologique positif sur l'homme ¹⁵⁶. Tout d'abord, il apporte une grande quantité d'oxygène (O₂) et comporte moins de dioxyde de carbone (CO₂) et fines particules nuisibles à l'être humain¹⁵⁷. L'air marin est plus bénéfique à l'homme par sa pureté. En effet, il transporte de légères particules d'eau chargées en iodé et en sels minéraux. Selon le Comité des Salines de France (CSF), l'iodé est un : «oligo-élément essentiel à la production de l'hormone thyroïdienne» ¹⁵⁸. Une carence concernant cet oligo-élément peut engendrer un dysfonctionnement de la thyroïde. De plus, l'air marin chargé en sels minéraux présente des qualités pour les personnes fumeuses. L'impact du sel diminue leur toux causée par la cigarette. Ainsi, de nombreux fumeurs et leur entourage, affirment qu'ils toussent de moins en moins suite à un séjour au bord de mer. C'est le cas de Matthieu A., habitant de la région parisienne, venant régulièrement sur les littoraux bretons :

*«À chaque fois que je viens en Bretagne,
je tousse moins à la fin de mon séjour»* ¹⁵⁹

Se promener en bord de mer maintient un équilibre dans notre corps et assure son bien-être, grâce aux sels minéraux et oligo-éléments transportés par le vent, rendant l'action du vent indispensable à nos organismes. En effet, le vent exerce un mouvement sur l'eau et ramène l'air à nos poumons. Si nous traitons maintenant de l'aspect psychologique de la mer sur l'homme, nous pouvons constater que le bruit récurrent

155 - Définition du CNRTL : neurasthénie.

156 - Nathalie MAYER, «L'air de la mer est-il bon pour la santé», Futura Santé.

157 - Danielle, «Les bienfaits de la mer sur votre organisme», Senior au top, 09/08/2015.

158 - Comité des Salines de France, «Sel & Savoir-faire».

159 - Interview de Matthieu Arif, habitant de la région parisienne, septembre 2018.

Partie II
Un atout pour le territoire

des vagues engendrées par le mouvement du vent, a des effets apaisants sur les individus, leur permettant ainsi d'oublier leurs soucis. De plus, fixer l'horizon marin aurait également un effet positif sur l'être humain et diminuerait son taux de stress. L'air marin est donc bénéfique à la santé de l'homme, de manière physique et psychologique. Il est donc indispensable au bien-être humain.



Les Roches Blanches, Douarnenez, août 2017
© Lauriane Bétin

L'air n'est pas seulement bénéfique au bord de mer mais également en montagne. Une étude a été réalisée par l'Institut de médecine sociale et préventive de l'Université de Zurich¹⁶⁰ sur 1,64 millions de personnes vivant en Suisse entre 259 et 1960 mètres d'altitude. Pour les individus de cet échantillon résidant à plus de 100 mètres d'altitude, leur risque de mourir d'un infarctus baisse de 22%. L'air montagnard assainit les artères et réduit les maladies cardio-vasculaires. En effet, les risques d'attaque cérébrale fatale ont été réduits de 12%. L'air de montagne, perpétuellement renouvelé par le vent, apporte ainsi des effets positifs sur le corps humain. De plus, vivre en altitude diminue l'exposition à la pollution de l'air car l'action du vent nettoie régulièrement l'air, et présente ainsi une meilleure qualité de vie diminuant les risques pour la santé. La teneur en oxygène est plus faible en montagne et force le corps humain à y être résilient. Il en devient ainsi plus fort, grâce à une augmentation de la production de globules rouges, permettant une meilleure circulation de l'oxygène dans le corps. Selon le Docteur Hardelin¹⁶¹, ce processus est entièrement sans danger :

«La diminution du taux d'oxygène dans l'air agit comme un stimulus qui provoque une augmentation naturelle du nombre de globules rouges dans le sang»

Ainsi, de nombreux sportifs professionnels viennent s'entraîner en montagne afin de rendre leur organisme plus fort et améliorer leurs performances. C'est le cas de Paula Radcliffe qui détient le record mondial du marathon et qui vient souvent pratiquer l'endurance dans la station du CNEA de Font-Romeu dans les Pyrénées. Cette sportive de haut niveau a

160 - RTS, «Vivre en altitude est bon pour le cœur», RTS Sciences-Tech, 28/06/2010.

161 - France Montagnes, «Pourquoi la montagne nous fait-elle du bien ?», 02/02/2010.

Partie II Un atout pour le territoire

déclaré lors de son interview avec le journal de Runner's World,

*«J'adore Font-Romeu, c'est un endroit beau et pur.
Ce cadre est très motivant et compte aussi
beaucoup dans le stage en altitude»¹⁶²*

Pour les amateurs, randonner en montagne est également un bon exercice car respirer un air sain et renouvelé continuellement par le vent permet une meilleure oxydation des poumons. L'air en montagne est régulièrement renouvelé grâce à l'action du vent et ses bienfaits ne sont donc plus une hypothèse. L'air montagnard agit sur le corps humain de manière positive et favorise même la réduction des maladies cardio-vasculaires.



*La Pierre Saint-Martin, Pyrénées, janvier 2018
© Lauriane Bétin*

162 - P. VOGEL, «S'entraîner en altitude pour booster ses performances», Runner's World.

Les effets positifs de l'air et du vent ont été reconnus dans le monde entier. En bord de mer, ils apportent des bénéfices grâce aux oligo-éléments et aux sels minéraux qu'ils transportent. En montagne, l'air est peu chargé en oxygène amenant le corps à s'adapter et à se renforcer. Quant aux villes, l'action du vent y est indispensable pour assainir l'air souvent chargé en polluants nocifs à la santé. Le vent, acteur positif sur le corps humain, est également connu pour ses bienfaits sur la nature.

b - Pour la flore



La biodiversité représente l'ensemble du vivant et recouvre la totalité de la faune et de la flore. Tous ces êtres sont en interaction les uns avec les autres. Selon le rapport du GIEC, cette biodiversité est en péril principalement à cause du réchauffement climatique qui engendrerait la disparition de 20 à 30 % des espèces en 2100, fragilisant l'équilibre entre les écosystèmes et détruisant des phénomènes indispensables à toute vie.

Le vent est essentiel à la survie des espèces florales. La pollinisation est un élément indispensable à la reproduction et à la survie des espèces végétales à fleurs, car elle assure la fécondation de ces espèces par le transport du pollen¹⁶³. La fleur d'une plante est composée d'un appareil reproductif mâle nommé pistil et d'un appareil reproductif femelle composé des étamines portant le fluide fécondant : le pollen. Afin de parvenir à la fécondation, les plantes nécessitent un intermédiaire pour transporter le pollen situé sur les étamines jusqu'au pistil, afin que celui-ci parvienne jusqu'à l'ovaire de la fleur située à l'intérieur du pistil. Le pollen pourra alors féconder l'ovule. Les intermédiaires assurant la pollinisation naturelle sont multiples et peuvent être regroupés en plusieurs catégories : les animaux (insectes, oiseaux, mammifères), les phénomènes climatiques comme le vent ou l'eau, et l'autofécondation. Les insectes sont les principaux acteurs de la pollinisation des plantes à fleurs qui dépendent à 80 % des actions de ceux-ci. Les insectes tels que les abeilles butinent le pollen et volent de fleurs en fleurs, ce qui permet la fécondation des plantes. De plus, les abeilles utilisent également le pollen pour en faire du miel. Les oiseaux quant à eux, mangent les fleurs et peuvent porter sur leurs plumes des restes de pollen qui sera ensuite déposé sur d'autres fleurs. Concernant les mammifères, le pollen peut s'accrocher à leurs poils lors de leur passage et être ensuite déposé sur le pistil d'une autre fleur. La pollinisation par le vent est appelée l'*anémogamie*¹⁶⁴. En effet, comme nous le disions précédemment, les plantes à fleurs sont dans l'impossibilité de se mouvoir et nécessitent un intermédiaire pour disperser son pollen. Prenons l'exemple des pins d'Alep¹⁶⁵, souvent présents dans la région de Nice. Cette espèce à fleurs se reproduit au Printemps. Elle produit du pollen qui est ensuite transporté sous l'action du vent. Ce transport peut s'effectuer jusqu'à quelques kilomètres. Les grains de pollen des pins

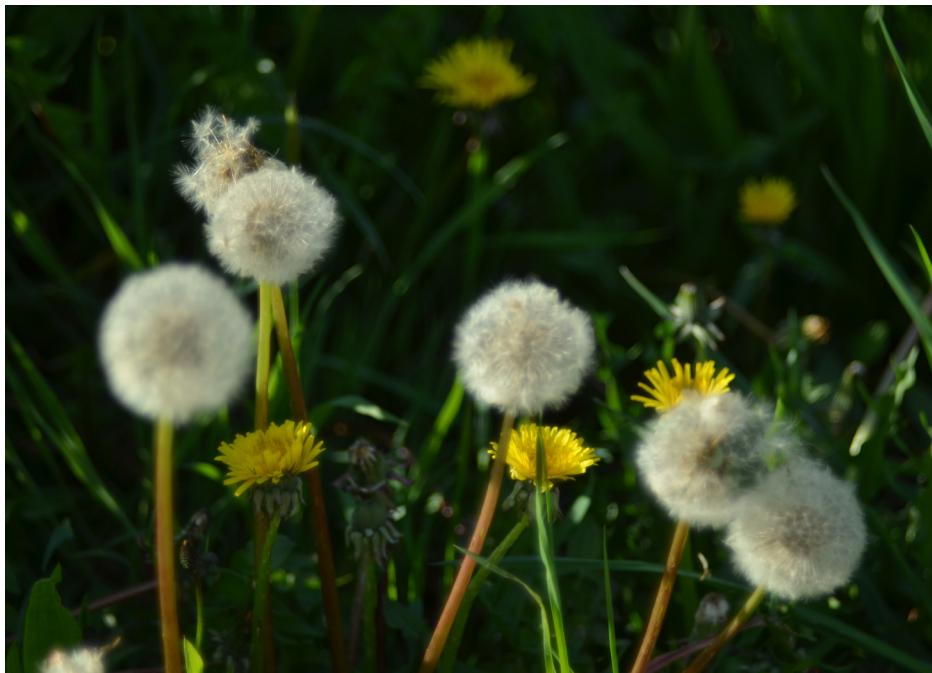
163 - Jean CLAUDE, «Agriculture : reproduction des plantes à fleurs», Sciences en livre, 27/06/2017.

164 - Patrick STRAUB, «L'anémogamie : la pollinisation par le vent», Futura Sciences.

165 - David BUSTI, «La pollinisation des pins par le vent», ENS de Lyon, 10/2011.

Partie II
Un atout pour le territoire

d'Alep sont très légers et permettent au vent de les faire voyager aisément. De plus, ils sont composés de deux ballonnets latéraux qui assurent une bonne prise au vent et favorisent ainsi la dissémination qui est la dispersion des graines par le vent. Une grande quantité du pollen transporté sera perdu, mais une partie infime pourra féconder une autre fleur du même type, assurant la reproduction de l'espèce. Le vent est donc un phénomène indispensable à la biodiversité car assure une partie de la reproduction des espèces végétales à fleurs.



Pissenlits, Quimper, avril 2018
© Lauriane Bétin

163 - Jean CLAUDE, «Agriculture : reproduction des plantes à fleurs», Sciences en livre, 27/06/2017.

164 - Patrick STRAUB, «L'anémogamie : la pollinisation par le vent», Futura Sciences.

165 - David BUSTI, «La pollinisation des pins par le vent», ENS de Lyon, 10/2011.

L'anémogamie est, nous le rappelons, la pollinisation du pollen par le vent et correspond à une étape de la reproduction des plantes à fleurs. L'ovule de la fleur ensuite fécondé par le pollen, va se développer en fruit, porteur de graines. La deuxième partie consiste donc à la dispersion des graines par le vent s'appelant *anémochorie*¹⁶⁶. Par la sélection naturelle, les espèces les plus faibles disparaissent et seulement les plus fortes survivent. La dispersion des graines se fait par sélection naturelle et permet aux graines de dénicher un lieu de développement favorable. Afin d'être les plus nombreuses et les plus fortes, les plantes cherchent également à disperser leurs graines sur une plus grande étendue. Il existe ainsi quatre modes de dispersion des graines assurant la survie de chaque espèce. Le premier est l'Akène : les graines sont protégées par une capsule plate et légère qui permet au vent de les transporter sur une faible distance. La deuxième est l'Ombelle : les graines sont contenues dans des ombelles qui tombent au sol et sont ensuite roulées par la force du vent. Pour la troisième, il s'agit du Samare : la partie du fruit entourant la graine, appelée péricarpe, est en forme d'aile et permet au vent de faire voler les graines. La dernière méthode est le Pappus : les graines sont protégées par une capsule, comme pour l'Akène, mais sont surmontées d'une petite touffe de poils, optimisant la dispersion des graines par le vent, les plantant directement dans la terre. Par exemple, le pisserlit¹⁶⁷ qui est une plante composée de nombreux akènes, est surmonté d'une aigrette qui agit tel un parachute. Ce système allège la graine et amortit sa chute. Il favorise ainsi le déplacement des graines et les protège d'une chute trop intense. Ce système permet donc une dispersion aérienne plus autonome des graines et maximise ainsi leurs aires de dispersion. Si nous reprenons maintenant l'exemple des Pins d'Alep, ceux-ci produisent une grande quantité de graines, afin de saturer l'air et avoir une meilleure chance de survie que les autres plantes. Ce principe se base sur la sélection naturelle. Produire

166 - Ingénieur écologue GB, «Les différents modes de dispersion des graines», Conservation Nature.

167 - Maxicours, «Observation et mode de dispersion des graines».

une grande quantité de graines augmente cette chance de germination des plantes. La dispersion des graines est une autre étape élémentaire à la survie des espèces et est possible grâce au vent, qui lui est indispensable.

Le vent est également un phénomène qui influence le type de végétation et détermine donc en partie l'identité des paysages et des territoires que l'on rencontre. Le vent agit sur la forme et la croissance des plantes, il s'agit de l'anémomorphose qui représente donc "*l'ensemble des modifications de la forme des plantes, des arbres, selon les vents dominantes*"¹⁶⁸. Dans les régions très venteuses, les plantes s'adaptent au climat¹⁶⁹ et se renforcent pour pouvoir y être résilientes. Par exemple, sur l'île de Lanzarote qui est très exposée aux vents, les végétaux tels que les aloe vera ou bien les cactus, ont développé des racines bien ancrées dans la terre pour résister à la force de ces vents. Ils sont également plus trapus afin d'être mieux imprégnés au sol et ne pas s'envoler par soulèvement. Ces plantes ont donc développé une forme de résilience face au vent et grâce à lui, s'en sont retrouvées renforcées. Le vent agit également par le principe de sélection naturelle. En effet, en déracinant les arbres les plus faibles et en anéantissant les plantes aux formes peu adaptées au vent, il maintient uniquement en vie les végétaux qui lui sont les plus résistants et ceux capables de résilience. Ces plantes vont ensuite se développer et créer de nouvelles espèces encore plus résistantes aux précédentes. Si nous prenons l'exemple des arbres situés sur les littoraux, comme aux Sables d'Olonne en Vendée ou bien à l'Île Tudy dans le Finistère, ces arbres sont totalement penchés et suivent la courbe des vents qui sont dominants, leurs formes s'en trouvent totalement changées afin de résister à ces vents en suivant leur trajectoire. Un autre exemple qui démontre que les vents influencent

168 - Cordial, Dictionnaire en ligne, Définition de Anémomorphose.

169 - Olivier CANTAT, Edwige SAVOURET, Laurent BRUNET, «Les anémomorphoses végétales», Journal de l'Association Internationale de Climatologie, 2009.

Partie II Un atout pour le territoire

le type de végétation, se trouve au Canada. Au Québec, une étrange forêt semble se déformer et respirer au niveau du sol¹⁷⁰. L'air provient du sol et le soulève, imitant le principe de la respiration Cet effet respiration est dû à la mousse et aux arbres qui ont développé un système racinaire proche de la surface, la terre semble alors onduler lorsque de violentes rafales de vent surgissent. Le vent permet donc aux végétaux de se renforcer et de développer des capacités d'adaptation impressionnantes. Il est donc, pour la biodiversité, un élément indispensable à la résilience des espèces végétales.



Jardín de Cactus de C. Manrique, Lanzarote, juillet 2014
© Lauriane Bétin

170 - 20 Minutes, «Vidéo. Québec : Une forêt ondule et «respire» sous l'effet de violentes rafales de vent», 20 minutes Nature, 24/10/2018.

Le vent est un phénomène indispensable à la biodiversité végétale. Il permet la dispersion du pollen et la dissémination des graines, qui sont des phénomènes nécessaires à la reproduction des espèces végétales à fleurs. Le vent permet également aux plantes de se renforcer en s'adaptant à sa force et à ses trajectoires. Il est donc ainsi un atout de taille à la diversité des espèces végétales.

c - Pour la faune



Le vent est un élément nécessaire pour la flore mais également pour la faune. Il assure le bien-être des animaux et leur apporte des repères. Comment les espèces s'adaptent-elles aux changements produits

Certaines espèces animales dépendent entièrement du vent, de sa force et de sa trajectoire. C'est le cas des oiseaux qui l'utilisent pour voler et se déplacer d'un endroit à un autre, sans trop dépenser d'énergie. Si nous prenons le cas des oiseaux migrateurs, ceux-ci en dépendent encore plus car il en va de leur survie. En effet, ces oiseaux ont pu s'adapter à des régions où le climat est assez froid comme dans les territoires nordiques. En revanche, lorsque le froid hivernal approche, les sols sont glacés et la quête de nourriture devient difficile. Afin de ne pas mourir de faim, ces espèces ovipares partent en expédition dans d'autres pays où le climat y est plus tempéré. Il s'agit de la migration et un oiseau migrateur est donc un "*oiseau qui voyage, en fonction des saisons, d'une zone de reproduction vers une zone d'hivernage, où il passe l'hiver*"¹⁷¹. La migration est un principe répandu chez les oiseaux car sur les 600 espèces existant en Europe et en Asie, plus de 40% des individus migrent en Automne. Dans le cas des oiseaux résidant normalement en Europe, deux catégories existent : ceux partant pour un autre pays d'Europe et ceux quittant l'Europe, exerçant donc un trajet beaucoup plus long et pénible. La majorité des oiseaux migrant en-dehors de l'Europe, vole jusqu'en Afrique¹⁷². C'est le cas des hirondelles, cigognes et martinets, qui vivent principalement en France et migrent en Afrique à l'Automne. Afin de survivre à un voyage pouvant aller jusqu'à 10 000 km, les hirondelles partent à la chasse d'insectes en septembre afin d'avoir un stock de graisses de quelques grammes. Nous pouvons identifier cette graisse à du carburant que les hirondelles utilisent pour leur migration. Ensuite, lors du vol migratoire, les oiseaux adoptent différentes stratégies quant à leur utilisation des vents. Pour les oiseaux planeurs tels que les rapaces ou les cigognes, ils adaptent leur vol selon les courants d'air chaud ascendants qui les surélèvent. Ils se laissent ensuite redescendre jusqu'au prochain courant. D'après Migration, les oiseaux marins de corpulence assez importante, tels que les albatros ou

171 - Marie-Céline RAY, «Oiseau migrateur», Futura Planète.

172 - Jacques NICOLIN, «La migration des oiseaux», Oiseau Libre.

Partie II
Un atout pour le territoire



Oiseaux, Nantes, janvier 2019
© Lauriane Bétin

les pétrels, volent selon les «*vents déviés à la verticale par les crêtes des vagues pour s'élever passivement dans les airs*»¹⁷³, et ils redescendent ensuite en glissant. Pour les oiseaux migrateurs de plus petite taille, tels que les passereaux ou les hirondelles, ils avancent grâce au vent arrière qui les pousse. Les oiseaux adaptent leur migration en fonction de leur corpulence et des différents vents rencontrés. Ils migrent donc en fonction des vents, dont ils dépendent entièrement, et s'adaptent à ceux-ci afin d'optimiser leurs déplacements et d'économiser leurs forces. Ainsi, deux tiers des oiseaux migrateurs volent de nuit car ils dépendent des différents courants du vent. Le vent est donc indispensable à la survie des espèces avicoles migratrices qui ont besoin de ce phénomène pour se déplacer dans des pays au climat plus doux.

Le vent n'influence pas seulement les migrations des espèces ovipares mais également celles des mammifères. C'est le cas des phoques qui vivent et se reproduisent en été dans les îles de la mer de Béring, dans le Pacifique¹⁷⁴. Les phoques migrent ensuite dans le nord de cet océan pendant une période de huit mois pour pouvoir se nourrir une fois novembre arrivé. Une étude récente démontre que ces mammifères dépendent de l'intensité et de l'orientation des vents marins. Cette étude cherchait à comprendre le taux de mortalité des bébés phoques, devenu très élevé depuis 1970. Des scientifiques ont alors comparé la trajectoire des mammifères marins avec les vents de surface, prouvant que ceux-ci influencent fortement le chemin emprunté par les phoques. La trajectoire de leur chemin de migration est en grande partie déterminée par ces différents vents. Par exemple, si ces vents sont d'une forte intensité, la trajectoire des phoques peut être déviée de plusieurs centaines de kilomètres. En effet, lors d'une autre étude réalisée entre 1997 et 2015

173 - Mission Migration, «Les stratégies des migrants».

174 - Juliette HEUZEBROC, «La migration des bébés phoques se fait au gré du vent», National Geographic Animaux, 05/04/2018.

Partie II

Un atout pour le territoire

sur 150 bébés phoques, nous avons pu constater que lorsque les vents sont violents et issus de l'ouest, les bébé phoques dérivent vers l'est, jusqu'au Golfe d'Alaska, et lorsque ceux-ci sont plus faibles, les blanchons arrivent au sud, proches des îles Aléoutiennes. Le vent est un élément crucial influençant largement la survie de certains mammifères tels que les phoques.

Les animaux dépendent du vent, de sa force et de sa trajectoire. Plus particulièrement, il influence de manière flagrante, les espèces migratrices telles que les oiseaux ou les bébés phoques. Le vent assure donc la survie des espèces et les rend totalement dépendantes de lui.

Le vent est un phénomène climatique indispensable pour l'ensemble de la biodiversité, pour les humains, la faune et la flore. Élément essentiel pour le maintien de notre santé, il est également nécessaire à la survie des autres espèces. En effet, il permet la fécondation des végétaux ainsi que la dispersion de leurs graines. Il assure également la migration des espèces qui l'utilisent afin de réaliser de longs trajets. Le vent est donc un véritable atout pour notre planète et a une place très importante dans notre société. Nous nous devons ainsi de le prendre en compte dans notre vie quotidienne.

C. Vivre avec le vent



L'homme s'adapte perpétuellement aux événements climatiques. Aujourd'hui, c'est avec le vent qu'il doit apprendre à vivre, en s'adaptant à celui-ci et en faisant de lui un véritable atout.

a - Bâtir en fonction des éléments naturels

Construire avec son environnement a amené l'homme à se surpasser pour créer des architectures uniques et identitaires. Concevoir en tenant compte des phénomènes climatiques existe depuis fort longtemps et les techniques sont reprises aujourd'hui afin d'entrer dans une démarche plus responsable et naturelle.

Les civilisations ont perduré dans le temps grâce à leur capacité à s'adapter aux aléas climatiques. Elles ont survécu en construisant des habitats, tout en ayant conscience des phénomènes climatiques et en y étant résilient. Ces catastrophes naturelles telles que les crues, les tempêtes, les canicules, ont influencé l'architecture et l'ont amenée à évoluer de manière intelligente et pérenne. Il s'agit de l'architecture vernaculaire. Ce type d'architecture a pour but de «*prendre en compte le climat, la géographie, les matériaux locaux pour construire des bâtiments*»¹⁷⁵ et est souvent considéré comme une architecture sans architecte. Elle reflète ainsi :

«l'identité territoriale et les contraintes qui y sont liées»,

ce qui l'amène à être unique et à varier selon la géographie, les phénomènes climatiques s'y produisant et les populations. L'architecture en Egypte est un bon exemple d'architecture vernaculaire. Dans l'Antiquité, les Egyptiens utilisaient le limon pour construire des briques¹⁷⁶. Le limon était trouvé près du Nil et était très abondant en période de crues favorisées par des

175 - Mari GODFRAIN, «L'architecture vernaculaire, quand l'habitat se fond dans son environnement», Le Monde, 24/01/2014.

176 - Wikipédia, Wikiversity, «Architecture de l'Egypte antique : la brique», 12/04/2018.

vents violents, et très facile à travailler. En Egypte, les briques étaient toujours crues mais très résistantes grâce au climat aride. Le bois était très onéreux par sa rareté dans la région, les populations ne pouvaient donc pas l'utiliser pour cuire la brique. Les Egyptiens ont fait preuve de résilience face aux aléas climatiques tels que la sécheresse et les nombreuses inondations en créant leur propre matériau naturel : la brique crue, afin de concevoir des habitats solides et pérennes. Nous pouvons prendre un autre exemple qui est la ville de Shibam au Yémen¹⁷⁷. Cette ville fut érigée au XVI^e siècle, entre deux montagnes, dans une vallée souvent en proie aux inondations. Elle s'est adaptée à ces conditions climatiques en utilisant des pratiques agricoles fonctionnant par épandage des eaux de crue, en s'intéressant au limon issu des inondations et en construisant des bâtiment grâce à de la terre crue. Shibam est entièrement bâtie en hauteur avec des bâtiments en briques de boue séchée qui sont privés de fenêtres au niveau des premiers étages afin de se protéger contre l'ennemi mais également contre les inondations. De plus, les murs de ces bâtiments sont recouverts de plâtre pour lutter contre l'érosion produite par les forts coups de vent de la région et des précipitations. Les personnes habitent au troisième étage et les premiers niveaux sont réservés au stockage. L'architecture vernaculaire montre son envergure par sa résilience face aux phénomènes climatiques liés au vent ainsi que ses phénomènes annexes tels que l'érosion et les inondations. Aujourd'hui, Shibam est classée au Patrimoine mondiale de l'UNESCO depuis 2015, elle fait partie des plus anciens exemples d'architecture vernaculaire¹⁷⁸. L'architecture vernaculaire est un moyen de s'adapter aux phénomènes climatiques et à notre environnement, tout en les respectant.

177 - Vernaculaire, Jean-Nicolas LECHAT, «L'architecture vernaculaire aujourd'hui».

178 - UNESCO, «Old walled city of Shibam».

Partie II
Un atout pour le territoire



Shibam, Yémen
© Editions Gelbart

L'architecture vernaculaire est longtemps délaissée au profit de l'urbanisation et de la standardisation. Aujourd'hui, nous utilisons à nouveau ce savoir-faire ancien qui a su faire ses preuves et nous a permis de survivre pendant de nombreuses années. En effet, ces techniques ancestrales sont de nouveau dans l'air du temps avec cette envie d'entrer dans une démarche plus écologique et responsable. Le respect de l'environnement et la volonté d'une ville plus durable, ont amené les citoyens et les gouvernements à vouloir bâtir des infrastructures modernes tout en intégrant un savoir-faire traditionnel et local¹⁷⁹. Le Viêtnam par exemple, a utilisé ces techniques pour concevoir une école maternelle à Ho-Chi-Minh Ville, nommée Farming Kindergarten¹⁸⁰. Cette école prend compte de son lieu d'implantation et est réservée aux enfants d'ouvriers de l'usine voisine. Le Viêtnam est un pays où la pollution est très présente dûe aux véhicules motorisés, il fait également face à de nombreuses sécheresses, à des inondations causées par de fortes précipitations et une mauvaise canalisation. De plus, le Viêtnam urbanise de plus en plus son territoire au détriment de la nature, privant ainsi les enfants de terrains de jeux verts ou de parcs sains. Afin de combler ce manque provoqué par l'environnement, cette école propose des toits végétalisés permettant aux enfants de retrouver cette proximité perdue avec la nature. Pour être résilient face au climat humide et chaud, de nombreuses fenêtres latérales ont été installées, laissant place à la lumière naturelle, mais permettant surtout une ventilation transversale dans l'ensemble architectural. Laisser pénétrer le vent à l'intérieur du bâtiment permet de rafraîchir l'espace et génère ainsi une économie d'énergie, et donc une baisse des dépenses. Ainsi, d'après le groupe d'architectes Vo Trong Nghia,

*«le bâtiment permet d'économiser 25% d'énergie
et 40% d'eau douce par rapport à un bâtiment normal»*

179 - Vernaculaire, Jean-Nicolas LECHAT, «L'architecture vernaculaire aujourd'hui».

180 - Jean-Nicolas LECHAT, «Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects - L'éducation écologique durable», Vernaculaire, 30/05/2016.

Partie II Un atout pour le territoire

En essayant de s'adapter à son environnement et de le prendre plus en considération, cette école est également rentrée dans une démarche économique et écologique, et est ainsi plus durable. Plus proche de la France, nous avons l'exemple de l'île Ouessant qui est un territoire fortement exposé aux vents violents. Ses bâtiments sont fait de granit, roche très résistante et typique du Finistère. La culture du risque a également amené les habitants à avoir des toits pentus avec des ardoises cloutées pour éviter les soulèvements occasionnés par les vents violents. L'utilisation d'un savoir-faire ancien permet également de revaloriser un lieu grâce à son histoire et sa culture. C'est le cas du Mapungubwe Interpretation Center¹⁸¹, dans le parc national de Mapungubwe en Afrique du Sud, construit par le groupe Peter Rich Architects. Ce nouveau centre culturel a été construit selon une technique ancestrale datant de plus de 600 ans. Celle-ci a donné forme à un bâtiment tout en courbes, à base de briques de terre compressée, rappelant l'architecture conçue à cette époque. Ces formes épousent celles du vent afin d'être en harmonie avec celui-ci. Pour Marc Kushner, auteur de l'ouvrage *L'architecture de demain en 100 défis*,

*"la construction moderne a encore beaucoup à apprendre des techniques d'autrefois"*¹⁸²

Les hommes ont fait preuve d'ingéniosité pour continuer à vivre avec le vent en y étant résilient et en trouvant des techniques respectant son environnement. Aujourd'hui, les territoires cherchent à comprendre le fonctionnement de leur environnement pour travailler avec lui et selon ses conditions climatiques.

181 - Elphège BOULBIN, «Hassan Fathy et Francis Kéré : Architecture de terre crue, entre modernité et tradition en Afrique», sous la direction de Sylvain Schoonbaert, Mémoire de fin d'année [en ligne].

182 - Marc KUSHNER, *L'architecture de demain en 100 défis*, Marabout, mars 2015.

Partie II
Un atout pour le territoire



*Mapungubwe Interpretation Center, février 2010
© Gabriel Fagan, pour The Architectural Review*

L'architecture vernaculaire est un modèle architectural composant avec son environnement. Celui-ci peut produire de nouveaux matériaux en tirant partie des matières premières présentes autour de lui ou bien s'adapter aux aléas naturels tels que les vents ou les crues, afin de construire des bâtiments résistants et en harmonie avec la nature. Aujourd'hui, l'architecture vernaculaire est reprise dans le monde, en utilisant un savoir-faire ancien, afin d'entrer dans une optique de ville plus durable. Ainsi, nous cherchons encore à exploiter le vent dans nos habitations sans utiliser de conversion électrique.

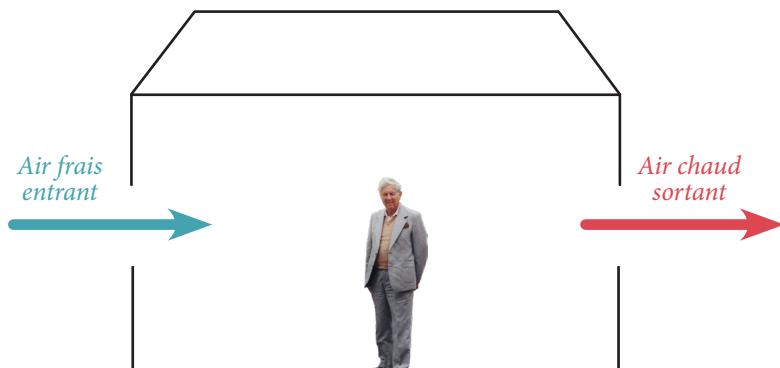
b - Exploitation du vent dans l'habitat

Le vent ne permet pas seulement de créer des bâtiments identitaires et respectueux de l'environnement. Il donne également lieu à de nombreuses innovations naturelles et sans conversions électriques, dans les infrastructures.

Le vent est un élément naturel qui est souvent exploité par l'homme sans que lui-même ne se rende compte de son utilisation. Utilisé pour sécher le linge, aérer les maisons, ou encore alimenter un feu de cheminée, le vent est indispensable aux habitations et nous avons besoin de lui pour survivre. Construire les habitats afin que l'air puisse circuler de manière efficace est une question que se posent beaucoup d'architectes et architectes d'intérieur. Les ouvertures telles que des fenêtres, baies vitrées ou portes, sont indispensables afin de faire pénétrer l'air dans l'habitat. La ventilation naturelle est nécessaire au bien-être des populations. Le free-cooling est la technique la plus saine et naturelle, il s'agit d'une «*technique de refroidissement passif, par laquelle de l'air frais ventile un local ou un bâtiment*»¹⁸³. Ainsi, elle peut se faire de trois différentes manières¹⁸⁴ : la ventilation unilatérale qui s'effectue sur une seule façade, la ventilation transversale qui agit d'une façade à l'autre selon le vent et la ventilation par effet cheminée qui fait passer l'air de la façade à la toiture. Afin d'amener l'air à circuler à l'intérieur de la pièce, la température intérieure doit être différente de la température extérieure. Cette différence permet un transfert d'énergie entre les pièces, favorisant le renouvellement de l'air grâce au mouvement du vent. Par exemple, le Hall 26¹⁸⁵ construit

183 - Guide Bâtiment Durable, «Dispositif | Free-cooling», 29/01/2016.

184 - Guide Bâtiment Durable, «Possibilités de free-cooling naturels», 29/01/2016.



Principe free-cooling, janvier 2019

© Lauriane Bétin

à Hanovre en Allemagne, en 1996, est un modèle pour la ventilation intérieure. Ce bâtiment, conçu par le groupe d'architectes Herzog + Partner, est composé d'un toit suspendu asymétrique s'étendant sur trois baies vitrées, qui permet une ventilation naturelle. Grâce à ce système d'aération, le Hall 26 réalise une forte économie d'énergie et entre dans une démarche plus durable et naturelle¹⁸⁶. Le WTC Transportation Hub Oculus¹⁸⁷ conçu par l'architecte espagnol Santiago Calatrava en 2016 à New York, est également un exemple de bâtiment à ventilation naturelle. Cette infrastructure est une plateforme permettant la correspondance entre les différents moyens de transport public new-yorkais¹⁸⁸. Elle est composée de nombreux panneaux de verre qui s'ouvrent de manière mécanique et engendrent une ventilation naturelle du WTC Transportation Hub Oculus, grâce au mouvement du vent qui pénètre dans le bâtiment. De nombreuses manières existent pour favoriser l'aération naturelle des bâtiments et ainsi permettre aux populations de respirer un air plus sain. Le vent est donc exploité afin de générer cette ventilation.

185 - Schlaich BERGERMAN PARTNER, «Foire de Hanovre Hall 26».

186 - Deutsche Messe, «Hall 26».

187 - French District, «Le World Trade Center Transportation Hub».

188 - New York City, «World Trade Center Transportation Hub».

Partie II
Un atout pour le territoire



WTC Transportation Hub Oculus, New York, avril 2016
© Lauriane Bétin

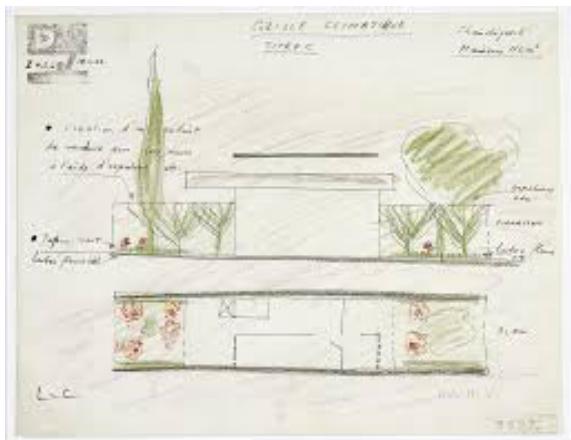
Le vent est également un atout dans l'habitat par sa capacité à rafraîchir les habitations de manière totalement naturelle. Si nous prenons la grille climatique^{189/190}, inventée par Iannis Xénakis et Le Corbusier, elle correspond à "*un moyen matériel de visualisation permettant d'énumérer, de coordonner et d'analyser les données climatiques d'un lieu défini afin d'orienter la recherche architecturale vers des solutions accordées à la biologie humaine*". Iannis Xénakis, compositeur, mathématicien et ingénieur, a rencontré Le Corbusier en 1947, avec qui il collabore sur de nombreux projets architecturaux dont la grille climatique conçue en 1950. Celle-ci s'applique selon quatre variables : la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent et le rayonnement thermique des parois. Ce système permet de concevoir différentes ambiances architecturales et assure aux usagers de l'espace un confort certain. Cette grille climatique a été utilisée pour la première fois dans le projet de Chandigarh en Inde appelé Maison des Péons. L'Inde est un pays réputé pour ses forts pics de chaleur et les populations doivent y être résiliente. Afin de les y aider, Le Corbusier a construit ces maisons de 110 m² entre 1950 et 1965. Pendant les périodes estivales, et plus principalement en août et septembre, la température est très élevée en Inde. Les maisons des Péons sont orientées selon les vents dominants et leurs interventions, afin de permettre à ceux-ci de pénétrer plus aisément dans les habitations. Cette infiltration du vent permet une ventilation naturelle des bâtiments qui sont adaptés à leur environnement. De plus, différents types de végétation ont été placés à des endroits stratégiques au niveau des entrées du vent. Lorsque le vent passe, il se charge en eau grâce à l'humidité des arbres et se rafraîchit. De grands draps en coton humidifiés sont également disposés où les vents passent afin de créer une brise humide. L'orientation de la maison, la végétation et les draps humidifiés permettent une climatisation naturelle de ces habitations. Grâce à la grille climatique, Le Corbusier a pu proposer

189 - Clémentine LAURENT-POLZ, La grille climatique de Le Corbusier, mémoire de recherche de Master 2, ENSA de Nantes, septembre 2006.

190 - Daniel SIRET, «1950 - Grille climatique (Chandigarh)», février 2006.

Partie II Un atout pour le territoire

Maison des Péons
Plans DVD XI, 2006
© Le Corbusier



une solution architecturale aux problèmes climatiques que soulevait ce pays. Il existe plusieurs autres exemples concernant les systèmes de refroidissement naturels de l'architecture, comme par exemple les tours à vent, également appelées les Bagdirs¹⁹¹. Nous pouvons trouver ces tours à vent dans la région du Golfe Persique et dans les déserts Iraniens. Construites grâce à un mélange d'argile, paille et eau, elles participent à une démarche naturelle et locale. Les Bagdirs se prolongent de manière souterraine sous les habitations¹⁹². Le renouvellement de l'air dans l'habitat se fait grâce à ces tours qui sont construites en hauteur et sous forme de L. Elles ont la capacité de faire remonter l'air chaud vers le haut grâce à la pression engendrée par la différence de hauteur de la colonne, et de faire descendre l'air frais vers le bas de cette colonne. Ainsi, l'air est en perpétuel renouvellement et l'habitat s'en trouve rafraîchi¹⁹³, assurant une meilleure qualité de vie pour les usagers grâce à une technique naturelle. Le vent assure ce renouvellement continu et permet la ventilation naturelle et durable des bâtiments.

191 - Détails d'Architecture, «Les tours à vent...», 27/03/2008.

192 - G.R. Deghan KAMARAGI, «Les systèmes de ventilation et refroidissement dans l'architecture traditionnelle du golfe Persique», Paleo Energétique, 12/2014.

193 - Albert VIDET, «Bagdir / Tour à vent», Carnet de route.

Partie II
Un atout pour le territoire



Bagdir, Iran, octobre 2016
© Bernard Gagnon

Le vent est également une ressource pour la conservation des aliments sans utiliser d'énergie électrique. Le principe est appelé exsudation, il s'agit de la dessiccation des aliments. La dessiccation est la "*suppression naturelle ou artificielle de l'humidité contenue dans un corps*"¹⁹⁴ et est l'équivalent du séchage et de la déshydratation. Cette technique sert donc à supprimer l'humidité contenue dans l'air afin de conserver au maximum les aliments¹⁹⁵. Par exemple, pour les fruits et légumes, nous pouvons les placer dans des jarres en argile et les placer à un endroit exposé au vent¹⁹⁶. Les aliments vont ainsi sécher et pouvoir être conservés. Longtemps utilisée par les populations, cette technique disparaît petit à petit pour revivre un regain d'intérêt aujourd'hui. En effet, nous souhaitons entrer dans une démarche plus durable et utiliser le moins d'énergie électrique possible¹⁹⁷. Ce nouvel élan pour le séchage des aliments par le vent a permis au Groundfridge¹⁹⁸ de voir le jour et d'être présenté à la Dutch Design Week 2015. Conçu par le designer hollandais Floris Schooderbeek, ce réfrigérateur fonctionne sans apport électrique et permet de conserver les aliments et les boissons grâce à l'isolation thermique de la terre. Le Groundfridge est construit en polyester laminé lui permettant de résister aux attaques de racines. Cette technique ne nécessite pas l'exploitation du vent mais s'inspire de ce savoir-faire ancestral permettant la conservation des aliments par le séchage grâce au vent. Si nous reprenons l'exemple des Bagdirs¹⁹⁹, tours à vent facilitant le rafraîchissement de l'air dans l'habitat, le procédé était tellement efficace et fonctionnel, qu'il a fait émerger l'idée de créer des réservoirs d'eau couplés à des capteurs de vent. Cela permet de stocker l'eau et de la maintenir à une température fraîche, même pendant les périodes estivales. Le 22 octobre 2018, le prix Xprize, valorisant les innovations technologiques

194 - Définition du CNRTL : dessiccation.

195 - Wikipédia, «Dessiccation», sous CC BY-SA 3.0.

196 - Vie paysanne autrefois, Chapitre X, «La conservation des aliments».

197 - Clémentine DESFEMMES, «Les différents moyens de conservation», 31/01/2016.

198 - Hervé, «Groundfridge : Conserver ses aliments au frais», Abavala, 28/10/2015.

199 - Albert VIDET, «Bagdir / Tour à vent», Carnet de route.

Partie II

Un atout pour le territoire

durables pour l'humanité, a été remporté par deux entreprises nommés respectivement Skysource et Skywater²⁰⁰. Ces deux compagnies se sont associées afin de participer à un concours innovant et durable. Elles ont ainsi créé un conteneur de 2000 litres d'eau potable générée grâce à la condensation de l'humidité présente dans l'air. Cette eau est renouvelée à l'équivalence de 2000 litres chaque jour. Ainsi ces conteneurs peuvent être placés dans des villes à forte chaleur et privées d'eau potable, afin de rendre accessible ce pétrole bleu et de réduire la soif dans le monde. Cette eau est conservée à une température adéquate à la consommation grâce à l'action du vent qui la rafraîchit continuellement. Conserver les aliments et les boissons a toujours été une question importante dans le monde entier. Ces techniques permettent de réaliser cette conservation à n'importe quel endroit. De plus, elles ont l'avantage de ne pas polluer et d'économiser de l'énergie et de l'argent. Elles sont facilement constructibles et utilisables, car le vent est présent sur l'ensemble de notre planète, faisant de lui un véritable atout pour nos sociétés.

Le vent est un véritable atout pour notre habitat. Nous devons nous adapter à ce phénomène, ainsi qu'à ses conséquences, afin de pouvoir vivre en harmonie avec notre environnement. Grâce à sa présence sur l'intégralité de nos territoires, le vent nous permet d'aérer naturellement notre habitat, de rafraîchir nos espaces intérieurs, ou encore de conserver notre nourriture et nos boissons. Il est indispensable au développement d'un monde plus durable, et est notamment aujourd'hui utilisé pour faciliter le transport.

200 - Axel LECLERCQ, «Chaque jour, ce conteneur fabrique 2000 litres d'eau potable», Positivfr, 26/10/2018.

c - Le vent : facilier les déplacements

Le vent est utilisé depuis longtemps dans nos techniques de déplacement, mais également pour nos loisirs. Que ce soit sur l'espace maritime, aérien ou terrestre, ce phénomène amène l'homme à innover en s'appuyant sur celui-ci et trouver de nouveaux moyens de déplacement.

Comme nous le déclarions précédemment, la navigation a été rendue possible grâce à la force du vent. Aujourd'hui, le vent est également utilisé pour de nouveaux moyens de transport maritimes, autre que les bateaux. Ainsi, de nombreux sports navals s'en sont déclinés comme la voile, le catamaran ou encore le surf. Les sportifs se sentent valorisés de savoir faire du vent un atout et d'être en interaction avec ce phénomène tout de même parfois colérique. En effet, la voile se sert de la force du vent pour se mouvoir sur l'eau et les utilisateurs se doivent d'avoir des connaissances en la matière. Ainsi, ils sont dans l'obligation de déterminer à quel moment et de quelle manière utiliser leur voile, selon la force et la direction que peut prendre le vent. Ayant toujours cet esprit compétitif et cette volonté de toujours vouloir se surpasser, les sportifs ont inscrit une première course dans le *Golden Globe Challenge* de 1968. Cette traversée devait se faire en solitaire, sans escale et avec obligation de passer par les caps de Bonne Espérance, Leeuwin et Horn. Neufs navigateurs ont tenté ce pari, et seul le britannique Robin Know-Johnston réussit ce tour du monde en 313 jours, et est d'ailleurs le premier navigateur à réaliser cet exploit à la voile. Aujourd'hui, le *Globe Challenge* a été remplacé par *Le Vendée Globe*²⁰¹ dont la première édition est en 1989. Cette compétition de

201 - Vendée Globe, «Vendée Globe Solitaire, sans escale et sans assistance».

course à la voile s'établit selon les critères suivants : les participants, plus connus sous l'appellation de skippers, doivent réaliser un tour du monde, cette course se fait en solitaire et aucune escale n'est permise. Le Vendée Globe est une course à la voile qui a lieu tous les quatre ans²⁰². Son lieu de départ se situe aux Sables-d'Olonne, dans le département de la Vendée. La course est très complexe et les skippers doivent faire face aux aléas climatiques et selon la volonté du vent. Seulement un seul navigateur a remporté la course deux fois, il s'agit de Michel Desjoyeaux, en 2001 et 2009. Ce brillant skipper a beaucoup étudié les coordonnées polaires et explique qu'il s'agit d'un :

«graphique où sont représentées les différentes vitesses que peut atteindre le bateau, en fonction de son angle par rapport au vent, avec chaque voile disponible.
*Le déchiffrer permet d'optimiser sa stratégie de course»*²⁰³

Chaque course est unique et plusieurs aléas entrent en jeu dans le parcours des skippers. La *Route du Rhum*²⁰⁴ est une autre course à voile en solitaire. Pour la 11e édition de cette course transatlantique, les skippers sont partis le 4 novembre 2018, de Saint-Malo. Les 123 navigateurs doivent parcourir l'océan Atlantique jusqu'en Guadeloupe et utilisent également leur savoir faire des différents vents et de la navigation à voile. Faire en fonction du vent pour naviguer est indispensable et a permis aujourd'hui à de nombreux skippers de réaliser leurs rêves. Les surfeurs sont également des passionnés de la navigation rendue possible par l'action du vent sur la mer. Ils utilisent les vagues générées par les vents afin de se déplacer sur l'eau. De nombreux concours sont organisés chaque année afin

202 - Vendée Globe, «À terre».

203 - BFM, «Virtual Regatta : Michel Desjoyeaux explique comment utiliser les polaires», 16/11/2016.

204 - Thomas BREGARDIS, «Vidéo Route du Rhum : Revivez le départ de la 11e édition», Ouest France, 04/11/2018.

Partie II
Un atout pour le territoire



Vendée Globe, 2016
© Vincent Curutchet



Route du Rhum, 2018
© Jean-Marie Liot

d'amener les sportifs à s'affronter comme le fameux MEO Rip Curl Pro²⁰⁵ au Portugal où les meilleurs surfeurs se réunissent. Cette compétition est inscrite dans le World Surf League Tour et réunit toutes les nationalités. Il existe également des lieux aux vagues spéciales, qui sont extrêmement convoités par les surfeurs. Par exemple, l'île d'Hawaï dans le Pacifique est connue pour sa diversité de vagues engendrées par différents types de vents ; Nazaré au Portugal est réputé pour concevoir la plus haute vague du monde créée grâce à une énorme fosse marine et la forte exposition au vent venant de l'Atlantique. La multitude de vents est source de diversité des vagues et rend des lieux uniques et prisés pour ces éléments. La mer recèle de surprises et est souvent changeante dus aux aléas climatiques liés au vent, elle est utilisée par de nombreux sportifs pour se déplacer.

Satisfaire leur besoin de découverte a amené les hommes à vouloir explorer les airs. Voler est une envie que porte l'homme en son for intérieur. Les chinois sont les premiers dans l'Antiquité à créer des dispositifs similaires à des parachutes tels que des cerf-volants avec une toile soutenant la structure²⁰⁶. Il en est de même pour Léonard De Vinci qui est le premier en 1678 à dessiner un objet volant : l'ornithoptère. Il s'agit d'une structure en bois composée de tissu, à laquelle s'accroche un individu. Des pédales sont disposées sur cette structure afin de permettre à l'homme de faire battre les ailes avec ses pieds. Ce premier modèle de machine volante révèle l'inventivité de l'homme à créer grâce au vent. Malheureusement, celui-ci est resté à l'état de prototype car il n'a pas très bien fonctionné. En 1783, en France, Joseph et Étienne Montgolfier inventent la montgolfière²⁰⁷, énorme ballon volant grâce aux effets de l'air chaud. Le premier vol transportant un humain se fait avec Jean-François

205 - VisitPortugal, «MEO Rip Curl Pro Portugal».

206 - Le web pédagogique, «Les objets volants. L'ornithoptère», 03/10/2014.

207 - Lucrèce, «L'invention de la montgolfière», Histoire pour tous, 04/06/2018.

Pilâtre de Rozier. Tout d'abord utilisée par l'armée pendant les guerres de la Révolution et celle de Sécession, elle devient ensuite un objet de loisirs que seules les personnes les plus aisées pourront s'offrir. Ensuite, entre 1891 et 1896, Otto Lilienthal s'appuie sur les dessins de Léonard de Vinci pour créer des planeurs²⁰⁸ à qui il ajoute une deuxième voilure afin que le vent puisse mieux supporter le poids de l'homme. Ce travail avec le vent lui coûte la vie car il meurt ensuite pendant le test d'un planeur. En 1890, l'ingénieur français Clément Ader réussit à faire fonctionner son engin à moteur et hélice qui s'élève à une dizaine de centimètres de hauteur sur cinquante mètre de long. Clément Ader est le premier individu à faire voler un véhicule dans les airs qu'il appelle avion²⁰⁹. Malgré cette réussite, le premier objet volant est attribué aux frères Wright²¹⁰ en 1903 à cause du grand impact médiatique américain. Orville et Wilbur Wright sont originaires de l'Ohio aux Etats-Unis. Ils reprennent le planeur d'Otto Lilienthal et l'avion de Clément Ader, les améliorent en leur imposant un moteur et des hélices faisant tourner le vent²¹¹. Tous ces véhicules aériens ont été conçus en fonction du vent qui est un véritable atout à la créativité et qui permet aux hommes de se déplacer de manière ingénieuse et plus rapide. Aujourd'hui, les vols se sont démocratisés. Selon l'Autorité de Sûreté Nucléaire²¹², plus de 36,8 millions d'avion ont décollé en 2017²¹³, transportant près de 4 milliards de passagers²¹⁴. Voyager par les airs est le moyen le plus rapide de se déplacer car il n'y a pas de contraintes par les éléments. Les véhicules tels que les montgolfières, planeurs, avions, fonctionnent avec le vent et les déplacement d'air. Nous avons réussi à apprivoiser ce vent pour nous mouvoir dans les airs, faisant ainsi du vent un phénomène indispensable aux déplacements.

208 - Bertrand DREYFUS, «Planeur», Universalis.

209 - Heredote, «9 octobre 1890 Et Clément Ader inventa l'avion...», 10/10/2017.

210 - Futura Sciences, «Les frères Wright».

211 - David, «Comment un avion vole-t-il ?», Science Etonnante, 25/09/2016.

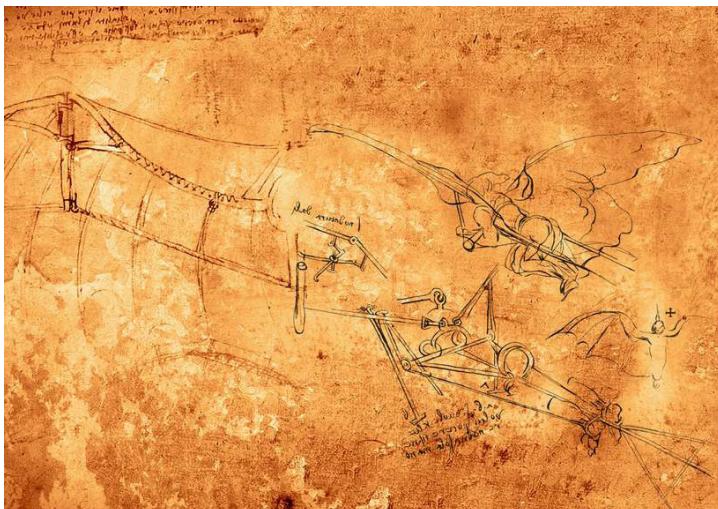
212 - L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN). <https://www.asn.fr/>, consulté le 23/10/2018.

213 - ConsoGlobe Planétoscope, «Vols d'avions dans le monde», temps réel.

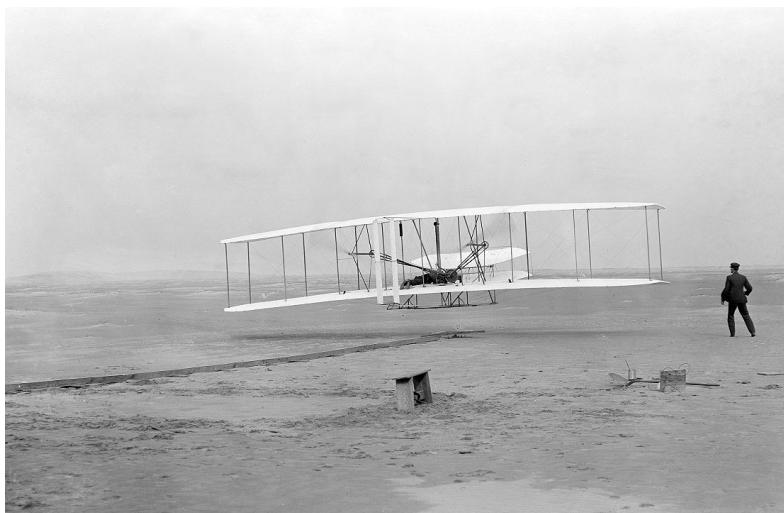
214 - ConsoGlobe Planétoscope, «Passagers transportés par avion dans le monde», temps réel.

Partie II

Un atout pour le territoire



Ornithoptère de Léonard de Vinci
© Special Collections Toronto Public Library
CC by-nc 2.0



Premier avion des frères Wright, 1903
© John T. Daniels

Les véhicules terrestres ont vécu de nombreuses innovations. Toujours en quête de vouloir améliorer ses moyens de déplacement, l'homme cherche de nouvelles idées. De plus, avec la volonté actuelle de devenir plus durable et écologique, les innovations économisant les énergies non renouvelables sont au cœur des débats actuels. Par exemple, à Tupigny dans l'Aisne, afin de respecter l'environnement, le groupe Vent Du Nord (VDN)²¹⁵ a décidé d'installer un parc éolien qui peut également produire de l'hydrogène. Cet hydrogène, obtenu par électrolyse (technique permettant la séparation de l'eau H₂O en hydrogène et oxygène), sert de carburant aux nouveaux véhicules qui pourraient ainsi se recharger à des bornes²¹⁶. Les voitures basiques rejettent du CO₂, principal gaz responsable de l'augmentation de l'effet de serre et du réchauffement climatique. Ces nouveaux véhicules quant à eux ne rejettent que de l'eau, ce qui rentre dans une démarche écologique et durable. Le vent est ainsi donc au service des nouvelles mobilités, ce qui est confirmé par le directeur général du groupe VDN Nicolas Ugalde,

"Nous mettons l'hydrogène au service de la mobilité"

La voiture Lotus Nemesis²¹⁷ est un autre exemple de véhicule terrestre fonctionnant par l'énergie éolienne. Celle-ci est considérée comme la première voiture à propulsion éolienne. Elle utilise l'énergie produite par le vent en la convertissant en électricité afin d'alimenter le véhicule et lui permettre de se déplacer. L'énergie fournie par le vent a un très bon rendement car elle permet aux batteries de la Lotus Nemesis de tenir pendant deux à trois jours. Ces véhicules sont respectueux de l'environnement et utilisent l'énergie du vent pour pouvoir se déplacer sur la terre.

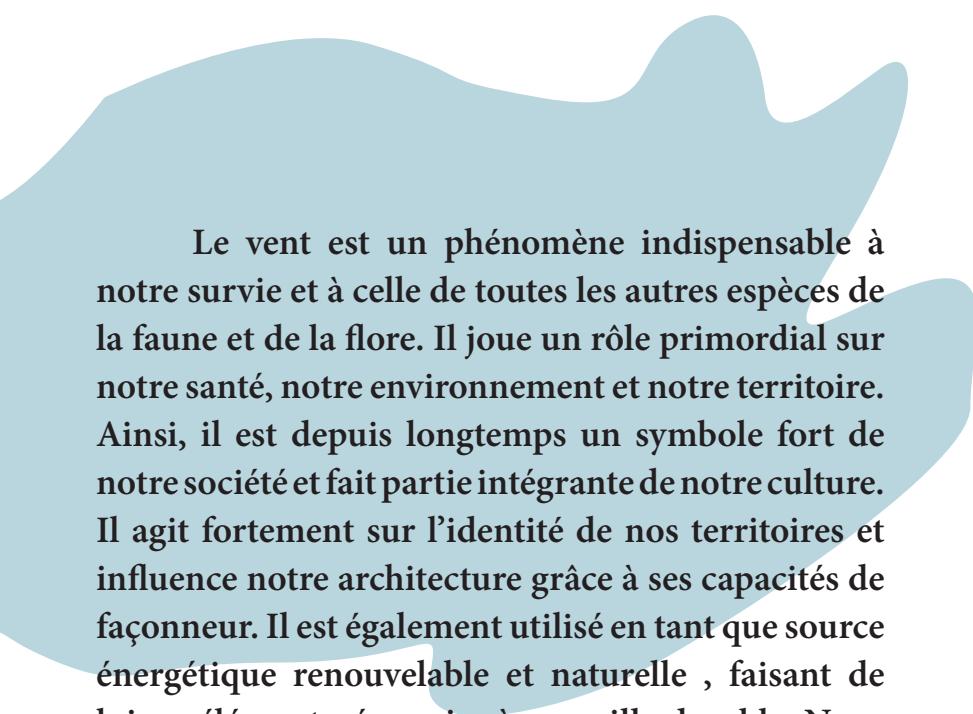
215 - Yannick SOURISSEAU, «Mobilité : des véhicules en libre service qui vont carburer à l'éolien», Ville Intelligente Mag, 31/01/2018.

216 - Nicolas UGALDE, «Des véhicules en libre-service qui carburent à l'éolien», Le monde de l'énergie, 09/02/2018.

217 - Richard BURDETT, «Wind powered cars», Renewable energy hub, 21/06/2016.

Les hommes utilisent depuis longtemps la force du vent pour pouvoir se déplacer. Tout d'abord utilisé dans la navigation et décliné ensuite dans différents sports comme le surf ou la voile, le vent a été également créateur de compétitions permettant aux hommes de se mesurer entre eux et face au vent. Il est ensuite utilisé dans les transports aériens tels que les planeurs, les montgolfières et les avions. Aujourd'hui, de nombreuses innovations se font sur les véhicules terrestres comme les voitures qui utilisent l'énergie du vent pour se déplacer. Le vent est donc un véritable atout pour les hommes qui l'ont exploité afin de se déplacer sur l'eau, l'air et la terre.

Le vent est un réel atout pour notre territoire. Grâce à sa puissance et aux impacts qu'il produit, il agit sur le côté identitaire de l'habitat. Nous pensons notamment à l'architecture vernaculaire qui amène les hommes à prendre conscience de leur environnement, climat et modes de vie. Cela leur permet d'innover au niveau des matériaux, de l'architecture et de la conservation de la nourriture. Ce savoir-faire est ancestral et est réutilisé de nos jours afin d'entrer dans une démarche plus durable et naturelle. Il en est de même pour les véhicules servant au déplacement de l'homme qui sont sans cesse en amélioration grâce à des techniques développées par l'utilisation du vent.



Le vent est un phénomène indispensable à notre survie et à celle de toutes les autres espèces de la faune et de la flore. Il joue un rôle primordial sur notre santé, notre environnement et notre territoire. Ainsi, il est depuis longtemps un symbole fort de notre société et fait partie intégrante de notre culture. Il agit fortement sur l'identité de nos territoires et influence notre architecture grâce à ses capacités de façonneur. Il est également utilisé en tant que source énergétique renouvelable et naturelle , faisant de lui un élément nécessaire à une ville durable. Nous devons donc aujourd’hui nous adapter au vent et le faire connaître des populations, afin de les amener à y être résilientes.

PARTIE III

Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

PARTIE A

Les littoraux : des zones très exposées

- a - Les tempêtes : des phénomènes d'une rare intensité
- b - Des actions et ouvrages de protection au niveau des littoraux

PARTIE B

Les littoraux : des zones à protéger

- a - Par des ouvrages architecturaux
- b - Par l'aménagement urbain des littoraux et des océans

PARTIE C

Préparer les populations du littoral aux situations de tempêtes

- a - Des outils d'anticipation peu suffisants
- b - Une sensibilisation immersive et accessible grâce au design
- c - Un espace entre sensibilisation et protection

Les tempêtes sont des perturbations atmosphériques importantes, souvent caractérisées par des vents violents et ayant de forts impacts sur la terre et sur la mer. L'augmentation de l'intensité de ces phénomènes, étroitement liée au réchauffement climatique, a été prouvée et les populations doivent aujourd'hui faire face aux conséquences engendrées par cette violence. Nous cherchons donc aujourd'hui à prévenir les hommes des risques liés aux tempêtes, à les amener à pratiquer le bon geste en cas de vents violents, et à les protéger. Comment informer les citoyens et les protéger des conséquences engendrées par les tempêtes ?

A. Les littoraux : des zones très exposées

Les littoraux sont des zones très dangereuses à cause de leur forte exposition aux vents. En effet, il n'existe que très peu d'obstacles entre les tempêtes et les littoraux, celles-ci les frappent alors de plein fouet, causant des dégâts irréversibles. Nous nous concentrerons ici sur les littoraux français, et plus particulièrement sur ceux du Grand Ouest.

a - Les tempêtes : des phénomènes d'une rare intensité

Nous souhaitons rappeler dans cette partie l'intensité du phénomène tempête et apporter des détails sur les conséquences de cet élément naturel sur ces zones à haut risque que sont les littoraux. En effet, les risques côtiers sont plus importants que ceux présents dans les terres par la forte exposition aux vents des littoraux. Ainsi, de plus en plus de réunions informatives visant à sensibiliser les citoyens prennent part en France, comme par exemple à l'Université de la Rochelle en 2014 qui a proposé des tables rondes concernant le thème : Réduire les risques littoraux et s'adapter au changement climatique, et qui a rassemblé différents acteurs tels que des chercheurs, décisionnaires et usagers. Ces réunions ont pour objectif d'amener les acteurs à agir afin de protéger leurs littoraux et d'être résilients aux tempêtes.

La France métropolitaine compte aujourd’hui 5500 km de côtes, ce qui représente 4 % de son territoire²¹⁸. Malgré ce faible pourcentage, plus de 12 % de la population métropolitaine vit sur ces littoraux. La mer a toujours attiré les hommes et beaucoup de grandes villes se sont construites au bord de la mer, autour des lacs, le long des fleuves, à côté des rivières. Outre les résidents permanents, les littoraux composent aussi avec des habitants saisonniers et d’après la Direction Générale des Entreprises, ils concentrent «36 % des résidences secondaires (équivalent à 5 millions de lits) et 40 % des lits touristiques»²¹⁹. Toutes ces typologies d’habitants doivent être prises en compte et chacun doit pouvoir être résilient face

218 - INSEE Aquitaine, «L'observatoire du littoral», 09/01/2009.

219 - DGE (Direction Générale des Entreprises), «Le tourisme littoral», 10/02/2017.

à une tempête car il faut savoir que la vitesse des vents sur la mer est toujours supérieure à celle rencontrée dans les terres. En effet, sur la terre, le vent rencontre des obstacles tels que l'architecture, les infrastructures, la végétation ou encore des véhicules, qui le freine dans son mouvement. Sur la mer, le vent n'est pas stoppé dans sa course et arrive avec toute sa puissance pouvant créer une forte houle ainsi que des lames déferlantes sécrasant sur le littoral. Les littoraux sont donc des zones très sensibles et vulnérables car ils se trouvent être le premier obstacle rencontré par les vents violents générés par les tempêtes. Les tempêtes présentent donc de nombreux risques et peuvent être sources de dangers. Elles entraînent de forts impacts sur les écosystèmes environnants et la biodiversité présente. En effet, les tempêtes engendrent de l'érosion marine, entraînant le recul de trait de côte. Si nous prenons le cas de l'île de Noirmoutier²²⁰ qui est jalonnée de dunes, nous pouvons constater que celles-ci subissent l'érosion causée par les tempêtes. Cette île perd peu à peu de son territoire avec un recul du trait de côte très important allant jusqu'à un mètre chaque année. Cette fragilité des dunes provoque l'ouverture de brèches laissant passer la mer lors des tempêtes, submergeant ainsi le territoire situé en retrait. En effet, les tempêtes peuvent également générer des vagues d'une grande puissance, provoquant des submersions marines qui sont des «inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques sévères, provoquant des ondes de tempête»²²¹. Ces submersions peuvent porter atteinte à tout un écosystème ou encore à un territoire. Reprenons l'exemple de l'île de Noirmoutier en Vendée, un territoire très vulnérable en cas de tempêtes, de par sa position géographique et sa basse altitude (22 mètres au maximum). Presque à chaque tempête, ce territoire se trouve submergé et fait face à de nombreuses inondations. C'est le cas en janvier 1979. Une digue de l'île de Noirmoutier a rompu suite à un mauvais

220 - France 3 Télé Pays de la Loire, INA, «Inondations à Noirmoutier», Regard sur la Vendée, 02/01/1979.

221 - Géorisques, «Submersion marine».

entretien, laissant l'eau pénétrer dans les terres avec 70 centimètres de surcote. Les vents violents générés par les tempêtes endommagent les littoraux fortement exposés, entraînant l'érosion et la submersion marine.

Les tempêtes sont des phénomènes climatiques de force 10 sur l'échelle de Beaufort. Nous avons démontré précédemment qu'elles engendrent de nombreux dégâts que ce soit sur la mer ou sur la terre. Elles peuvent provoquer sur les littoraux des dégâts de court à long terme. Les dégâts à court terme sont par exemple l'envol du trampoline chez les voisins, des infiltrations d'eau dues au trop plein de précipitations, ou bien une vitre brisée par un trop fort coup de vent. Ces dommages peuvent être réparés dans les jours suivants. Il existe également des dégâts un peu plus longs et gênants tels que les coupures d'électricité. Dans le bourg de Plobannalec en 2013, de nombreuses habitations ont été privées de courant pendant plusieurs jours et quelques maisons le sont restées pendant plusieurs semaines à cause d'un réseau ancien et complexe. Les personnes ont montré leur force en s'entraînant. Chacun a apporté son savoir-faire aux autres pour se nourrir, se chauffer, se laver, sans électricité. Les tempêtes sont des phénomènes d'une extrême violence et peuvent engendrer des dégâts à long terme tels que la destruction d'un bâtiment comme le restaurant Les Rochers à Saint-Guénolé dans le Finistère, en 2014. Ce restaurant a été entièrement ravagé par une tempête suite à sa proximité au bord de mer et à son exposition aux vents du sud. Les vitres ont été réduites en mille morceaux et l'eau a pu pénétrer à l'intérieur du commerce, provoquant la destruction de tout le mobilier et équipements de cuisine. Les propriétaires ont fait preuve d'une grande force morale car le restaurant Les Rochers a ré-ouvert ses portes un an plus tard, entièrement rénové et renforcé. Les vitres ont été fortifiées et une seconde entrée a été créée à l'arrière du bâtiment, protégée des vents violents. Un autre exemple illustrant l'intensité des tempêtes, s'est déroulé en 2016 près

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

de la plage du Goudoul à Lesconil. Un pêcheur est sorti après une tempête en bateau. À peine sorti du port de Lesconil, il s'est fait emporter par des vagues causées par la houle résiduelle de la tempête. Son embarcation s'en est retrouvée projetée contre le récif, la détruisant entièrement. Frôlant la mort, le pêcheur s'en sort indemne mais son bateau subit des dommages matériels irréversibles. La perte de son bateau l'a empêché d'exercer son activité pendant plusieurs mois l'obligeant à trouver un autre travail en attendant de pouvoir en racheter un autre. D'après Friedrich Nietzsche, «*ce qui ne me tue pas me rend plus fort*», et c'est précisément ce que nous prouve ces populations côtières : elles s'adaptent aux tempêtes et n'en sortent que plus fortes. Elles font preuve d'une grande résilience face à ces violents phénomènes climatiques.



Digue du port de Lesconil, avril 2018
© Lauriane Bétin

Les tempêtes frappent les littoraux français avec une extrême violence, pouvant générer des dégâts inconsidérables pour les populations. Les individus s'adaptent afin de survivre à ces vents violents qui peuvent provoquer une forte érosion, des submersions marines ou encore des inondations. Il existe ainsi une forte volonté des acteurs de protéger les zones côtières.

b - Des actions et ouvrage de protection au niveau des littoraux

Suite aux différentes tempêtes ravageuses, des plans d'actions ont été mis en place et appliqués par les élus. Ces plans sont en perpétuelle étude et s'adaptent continuellement selon les phénomènes actuels. Ils ont pour objectif de trouver des solutions pour protéger les zones à risques du littoral.

Les dunes sont des "*éminences de sable fin que l'on rencontre en bordure de certaines plages ou dans les régions désertiques, formées par le vent*"²²². Les cordons dunaires des littoraux français sont fragilisés par les violentes tempêtes successives. Trouver des solutions pour assurer leur maintien est au cœur des débats car les dunes protègent tous les écosystèmes situés derrières elles comme la faune, la flore ou les habitations²²³. Des ouvrages sont donc en cours pour essayer de les solidifier et réduire l'impact des tempêtes sur celles-ci. Il s'agit ici d'une forme de résilience des dunes par l'aide de l'homme qui y voit également un intérêt. À Noirmoutier²²⁴, la Mairie a renforcé les dunes avec des murs de soutènement en haut des plages et a pratiqué à de nombreux enrochements c'est-à-dire un assemblage de blocs de roche ayant pour but de consolider les dunes²²⁵. De plus, des brise-lames en épis ont été installés afin de casser les vagues engendrées par les futures tempêtes. À Lesconil dans le Finistère, les dunes sont également renforcées D'ailleurs, le bout d'un des cordons dunaires est refait chaque année grâce à un réensablement de la dune afin de la maintenir en état²²⁶. Cette dune est très importante car elle protège la rivière de potentiels débordements qui pourraient survenir suite à une tempête. Un budget très important est donc déployé chaque année par la Mairie de Plobannalec-Lesconil. Non loin de Lesconil, à Treffiagat, la dune Léhan s'était effondrée suite à de violentes tempêtes en 2013 et 2014 et s'était vue reculer de 10 mètres²²⁷. La Mairie de Treffiagat a procédé à un enrochement afin de solidifier la dune, et a fait intégrer à celle-ci des brise-lames, pieux en bois sur la plage pour casser les vagues. Tous ces travaux génèrent des coûts que l'Etat est prêt à payer pour assurer la protection de ses citoyens. Ainsi,

222 - CNRTL, dictionnaire en ligne, Définition : dune.

223 - Iwan LE BERRE, chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

224 - Martine VALO, «À Noirmoutier, la lutte sans fin contre l'océan», Le Monde 20/03/2015.

225 - Top Profs, «L'enrochement : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?», 16/02/2017.

226 - Consultation du Plan de Prévention des Risques du Littoral Ouest Odet à la Mairie de Plobannalec-Lesconil, août 2018.

227 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview, août 2018.

à Noirmoutier, entre 2012 et 2018, les travaux ont coûté 14,6 millions d'euros. De plus les Mairies procédant à ce genre d'initiatives sont des exemples pour les autres Mairies des différentes communes côtières en France. Ces ouvrages montrent la volonté des communes de protéger ses citoyens et son territoire face aux tempêtes.

De nombreux ouvrages de protection des communes sont également en cours. Ces ouvrages se concentrent principalement sur les ports et les zones à risques dans les communes. Selon la Direction Générale des Entreprises (DGE)²²⁸, en 2017, la France comptait 473 ports de plaisance. Ces ports attirent un grand nombre de touristes chaque année et se doivent d'être protecteurs. Ainsi, depuis fort longtemps, des digues assurent la sécurité des véhicules maritimes tels que les bateaux ou les embarcations sportives comme les kayak, paddle ou voiliers. Les digues sont des murs de pierre composés de blocs rocheux de plusieurs tonnes et servent de barrage aux vagues et à la houle. Ainsi, les digues servent à protéger les populations et les équipements, des situations de tempêtes. Chaque année, de nombreux projets de renforcement des digues sont en cours car elles se détériorent de plus en plus, suite à l'augmentation de l'intensité des tempêtes. À Lesconil, un bloc de 7 tonnes s'est détaché de la digue de Men ar Groas suite à de violentes rafales allant jusqu'à 160 km/h²²⁹. En 2013, ce sont deux blocs de 9 tonnes qui ont chuté de la digue du port, provoquant une brèche et entraînant la submersion marine du territoire. Un franchissement a d'ailleurs été visible jusqu'aux jardins privés et le haut des plages. Les digues sont donc indispensables à la protection des littoraux et se doivent d'être régulièrement surveillées et renforcées. De nombreux terrains sont également plus vulnérables que d'autres dans les communes. C'est le cas des zones inondables qui présentent de hauts

228 - DGE, «Le tourisme littoral», site gouvernemental français, 10/02/2017.

229 - Consultation du PPRL Ouest Odet à la mairie de Plobannalec-Lesconil, août 2018.

risques. Rappelons-le, la tempête Xynthia a causé la mort de 47 personnes en 2010, dont 29 individus à la Faute-sur-Mer, principalement provoquée par la submersion marine des terrains situés en zones inondables. Les habitants ont des maisons composées uniquement d'un rez-de-chaussée et se sont retrouvées piégées. Suite à Xynthia, les Plans de Prévention des Risques des Littoraux ont été révisés afin qu'une catastrophe pareille ne se reproduise plus. Ainsi, à Lesconil, le maire Bruno Jullien a mené des enquêtes sur les terrains en zones inondables et a obligé les habitants à faire des travaux. Ces travaux consistent à installer des velux sur les toits afin de pouvoir s'échapper si jamais une inondation se produisait. Le maire amène donc les citoyens à être résilients en cas de tempête grâce à ces plans d'action et la mise en place de nouveaux ouvrages pour les protéger.



*Zone inondable, Lesconil, juillet 2017
© Lauriane Bétin*

Afin de protéger les populations dans les situations de tempêtes, de nombreux services de sécurité ont été mis en place. Les pompiers jouent un rôle très important dans la protection des citoyens et leur viennent en aide lorsque des accidents liés à une tempête surviennent, comme par exemple lors d'une chute d'arbre sur la route ou encore l'évacuation d'un camping subissant une inondation. Ils ont pour but de rassurer les gens, évacuer les blessés et mettre les populations à l'abri du danger. Ensuite, lorsqu'il s'agit d'un problème en mer, la Société Nationale de Sauvetage en Mer (SNSM)²³⁰ prend le relai. Il s'agit d'une association composée de plus de 7000 bénévoles répartis dans 218 stations de sauvetage et qui a pour objectif de sauver des vies en mer et sur les littoraux. Par exemple, la SNSM agit lors du naufrage d'un bateau, d'une chute en mer ou d'un échouement, et se doit d'apporter du secours aux personnes concernées. Elle a à sa disposition 450 embarcations et peut agir dans de courts délais, favorisant ainsi une meilleure intervention. Les Abeilles²³¹ représentent un autre organisme de sauvetage en mer. Il s'agit de remorqueurs d'intervention, d'assistance et de sauvetage (RIAS) qui sont sous la directive d'Abeilles International. Ce groupe a été créé au Havre en 1864 par le groupe Bourbon. Ces remorqueurs font 80 mètres de long et présentent une force de traction allant jusqu'à 200 tonnes. Ils ont également la capacité de naviguer dans des zones chimiques et toxiques. Il existe 4 Abeilles intervenant en haute mer : Abeille Bourbon à Brest, Abeille Flandre à Toulon, Abeille Languedoc à Boulogne sur mer, Abeille Liberté à Cherbourg. L'Abeille Bourbon est par exemple de sortie par des temps dangereux et navigue souvent sur une mer déchaînée où les marins ont le :

*«courage de ceux qui sortent
quand tous les autres rentrent»*²³²

230 - Site de la SNSM (Société Nationale de Sauvetage en Mer).

231 - Marine Marchande, «Abeille Bourbon».

232 - Théodore GAZENGEL, Jean-Luc DÉAN, Les Abeilles Des navires, des hommes, une histoire, février 2005.

Il n'y a pas que sur la terre et sur la mer que les secours peuvent intervenir, mais également par les airs. Principalement utilisé pour sauver des êtres humains, ces secours aériens agissent rapidement et efficacement. C'est le cas des sauveteurs de Dragon 29²³³ basés à Quimper dans le Finistère, qui agissent par hélicoptère et font partie de la Sécurité Civile. Ils pratiquent de nombreux exercices d'entraînement car les sauvetages peuvent s'avérer dangereux. En 2012, «*430 heures de vol ont été consacrées au secours de 288 personnes*» selon Philippe Joly, commandant de la base. Ces services sont indispensables à la sécurité des populations du littoral face aux tempêtes. En revanche, ceux-ci ont des limites lorsqu'il s'agit d'aider un grand nombre de personnes. Le rôle du designer pourrait être aussi de donner des outils aux habitants afin d'éviter les mauvais gestes lors d'une tempête.



La SNSM, mars 2017
© Niels de Girval

233 - Ministère de l'Intérieur, «Dragon 29 : un hélicoptère polyvalent», 2013.

Des plans d'actions et ouvrages de protection ont été mis en place au niveau des littoraux afin de les protéger face aux tempêtes. Parfois, ces protections ne suffisent pas et des accidents arrivent. Des services de secours sont alors présents pour sauver et protéger les populations du littoral, que ce soit par voie terrestre, maritime ou aérienne.



Les littoraux sont des zones très largement exposées aux vents violents générés par les tempêtes et subissent de nombreux dégâts chaque année tels que l'érosion ou la submersion marine. Les habitants côtiers se doivent d'être résilients face à ces risques. Des outils d'anticipation sont donc à leur disposition pour les prévenir des dangers, qu'ils soient résidents permanents, habitants saisonniers ou touristes occasionnels. Des plans d'actions et des services de secours sont également mis en place visant à solidifier les ouvrages de protection des villes et assurer la sécurité des citoyens. Le designer peut saisir des opportunités pour protéger les villes et assurer une pérennité du territoire face aux vents violents.

B. Les littoraux : des zones à protéger

Protéger les populations du littoral ou les amener à être résilientes face aux tempêtes ont donné aux designers, architectes et urbanistes, plusieurs possibilités d'actions. Les opportunités en design peuvent se jouer avant la crise et les manières d'anticiper les dégâts causés par les tempêtes, ce qui aiderait à gérer la crise lorsque celle-ci apparaîtrait, et après la crise afin d'aider les individus à se reconstruire.

a - Par des ouvrages architecturaux

Le design répond aux besoins des usagers. Les designers se doivent donc de prendre en compte les problèmes rencontrés par les populations, tels que les inondations, les débris aériens ou les fortes précipitations. Comment peut-on sécuriser un habitat ? Par sa forme, ses matériaux ? Quelle est la place du designer ?

Créer des édifices totalement paracycloniques semble impossible mais Patrick Coulombel, fondateur de l'ONG Architectes de l'Urgence, nous assure que nous sommes «*tout à fait capables de faire des bâtiments qui vont résister, en dur et à des endroits qui ne sont pas inondables*»²³⁴, lors de son interview avec France Info en septembre 2017. La forme architecturale de l'habitat a toute son importance car elle doit tenir compte de la plus haute force que le vent peut avoir ainsi que de ses différentes trajectoires, afin d'y résister. Le premier exemple que nous allons étudier est la villa-dôme de Pensacola Beach, à Miami en Floride²³⁵. Cette habitation utilise la porosité du bâtiment afin d'être résiliente face aux tempêtes. En effet, de nombreuses ouvertures courbes sont présentes sur ce bâtiment en dôme, permettant aux vents provenant de la côte, de s'échapper sans provoquer le soulèvement du toit. Ainsi, le vent ne fait que passer, sans créer de dommages sur l'architecture. Les populations peuvent également se protéger grâce à des abris anti-tempêtes situés près de leur maison. Ces abris sont souterrains et entièrement immersés dans le sol. Les personnes n'ont qu'à attendre le passage de la tempête

234 - Adrien GICQUIAU, «Comment rendre les bâtiments résistants aux ouragans ?», Le Figaro Immobilier, 31/10/17.

235 - Le Figaro, «Ces constructions qui résistent aux ouragans», 06/09/2017.

et remonter ensuite à la surface. En revanche, cette solution protège les individus mais pas leurs habitations et équipements. Des constructions innovantes ont par contre permis d'apporter de nouvelles solutions, il s'agit des maisons semi-enterrées²³⁶. Ces habitations font preuve d'une grande résilience face aux tempêtes car elles présentent une faible prise au vent et contiennent, de par leur construction, une forte accroche au sol. Elles permettent aux hommes d'en faire des habitats permanents et d'être résilients dans les zones côtières. L'architecture peut aussi être résiliente par la mobilité du bâtiment. La *Hut on sleds*²³⁷, équivalent à Cabane sur patins en français, du groupe Crosson Clarke Carnachan Architects est un exemple fort de cette mobilité. Cette unité d'habitation a été conçue pour être implantée sur les littoraux de la péninsule de Coromandel, en Nouvelle-Zélande. Ces côtes néo-zélandaises font face à l'érosion, renforcée par de nombreuses tempêtes. Comme son nom l'indique, la Hut on sleds est construite sur patins, ce qui lui permet de se mouvoir lors de l'arrivée d'une tempête. De plus, avec l'évolution croissante du recul du trait de côte, créer un habitat déplaçable semble être une bonne idée. En revanche, la question du terrain se pose : à qui appartient ce terrain ? Où ces cabanes sur patins peuvent-elles réellement s'implanter ? Lors d'une tempête, où se positionnent-elle ? Le caractère mobile de cette habitation a donc ses avantages et ses inconvénients. Les tempêtes sont des phénomènes violents et les constructions architecturales se doivent de protéger les populations exposées. Aujourd'hui, cela peut se faire grâce à la porosité des bâtiments, leurs formes, leur implantation sous terre, ou bien par leur capacité à être mobiles. Le designer doit prendre en compte les lois en rigueur, ainsi que le déroulement du processus du début à la fin, c'est-à-dire de la mise en place de la cabane à son déplacement jusqu'à un lieu sécurisé, ainsi que la facilité de mise en œuvre.

236 - Laure MESTRE, «Construire en courbes pour résister aux bourrasques», 14/09/2017.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



Hut on sleds, Nouvelle-Zélande, 2012
© Crosson Clarke Carnachan Architects

Les bâtiments peuvent également protéger leurs occupants par les matériaux utilisés pour les concevoir. C'est le cas d'un gymnase en bambou construit à Chiang Mai en Thaïlande²³⁸. Ce gymnase résiste aux nombreux tremblements de terre et typhons sévissant dans cette région grâce au bambou qui est un matériau entièrement naturel et donc écologique. C'est par la souplesse de ce matériau que la structure est solide et résistante. En effet, le bambou est doté d'une grande flexibilité et peut se plier sans rompre. De plus, il est également très solide et se fait même surnommer *acier vert*²³⁹. Ainsi, beaucoup d'édifices architecturaux fabriqués en bambou existent en Thaïlande. Les bâtiments peuvent également être résistants par des matériaux aux qualités absorbantes. La *Dome House*²⁴⁰ en est un exemple probant. Il s'agit d'une habitation antisismique et paracyclonique conçue par des architectes japonais afin de résister aux nombreux cyclones et tremblements de terre sévissant au Japon. Cette construction pèse seulement 80 kg et peut être montée en moins d'une semaine, ce qui génère un coût économique moindre. Les matériaux assurent la résistance et la légèreté de l'habitat. Construite en préfabriqué en polystyrène expansé, cette habitation absorbe les ondes de choc, ce qui ne produit presque aucun dégât intérieur. Ces habitats sont modulables, favorisant la personnalisation de ceux-ci. Aujourd'hui au Japon²⁴¹, ces habitations résistantes ont été certifiées par le gouvernement et plusieurs quartiers exposés en comprennent. C'est dans les montagnes de Kyushu que se trouve la plus grande concentration de *Dome Houses* avec plus de 480 modèles de ces habitations. Ces *Dome Houses* forment ainsi un grand quartier protecteur face à ces fortes intempéries. Les volets sont également des éléments importants à prendre en compte dans l'habitat car ils protègent les zones les plus sensibles qui sont les fenêtres²⁴². Il semblerait que l'aluminium, le PVC et le bois soient les plus résistants

238 - Le Figaro, «Ces constructions qui résistent aux ouragans», 06/09/2017.

239 - Jean-Bernard LITZLER, «En Thaïlande, ce gymnase en bambou résiste aux tremblements de terre», Le Figaro Immobilier, 22/08/2017.

240 - Laure MESTRE, «Construire en courbes pour résister aux bourrasques», 14/09/2017.

241 - Philippe, «Dôme house Japon», Habitat Bulles, 30/09/2018.



*Aso Farm Land, Japon, septembre 2017
© Melissa Luz T. Lopez*

aux tempêtes. Il faut se fier à l'Indice de Résistance à la Pression (IRP) afin de connaître la résistance de notre volet. Les modèles à fermeture électrique font preuve d'une meilleure isolation car ils n'offrent aucune prise au vent, protégeant ainsi les ouvertures fragiles et l'intérieur de l'habitat. Les populations sont donc à l'abri à l'intérieur de leur maison grâce à ces types de volets. Le designer a pour rôle de combiner tous ces éléments composant les habitations afin de rendre instinctifs les bons gestes à effectuer et faciliter l'utilisation de ces produits en cas de tempête. Les habitations se doivent d'être résistantes pour permettre aux populations d'être elles-mêmes résilientes face aux tempêtes. Aujourd'hui, cela est possible grâce à l'utilisation et l'exploitation de matériaux souples, solides et absorbants.

242 - RenovArt, «Tempêtes : quels sont les volets qui résistent le mieux au vent ?», 28/02/2017.

Malheureusement, malgré ces innovations, le passage d'une tempête peut créer de nombreux dégâts et ravager des quartiers entiers. Designers, architectes, ingénieurs, doivent alors apporter des solutions en terme d'habitat d'urgence. Shigeru Ban a répondu à ce défi après le terrible tremblement de terre de Kobe au Japon, en 1995. L'architecte japonais a voulu redonner un toit provisoire digne de ce nom aux populations en crise, en remplaçant les tentes «*sales et minables*» données par les associations. Il construit alors des habitats d'urgence de 16 m² en carton, qu'il nomme *Paper Log House*²⁴³. Le carton est un matériau économique et résistant grâce à la forme tubulaire donnée par l'architecte. Ces tubes sont remplis de sable, matériau très courant sur les littoraux, afin de solidifier leur emprise au sol et à assurer l'étanchéité de l'habitation. Afin de reloger les réfugiés provisoirement et de les aider à se reconstruire psychologiquement, il les amène à participer à la construction de leur habitat en collectant des matériaux recyclés et en aidant au montage de celui-ci. La *Paper Log House* est un exemple d'architecture de l'urgence, concentrée sur l'humain et l'aide à la reconstruction de celui-ci²⁴⁴. Shigeru Ban aide donc les populations à être résilientes et les amène à se relever en leur proposant un habitat provisoire décent. L'idée des tubes en carton a été d'un grand succès et Shigeru Ban a décidé de reprendre cette création pour concevoir une cathédrale à *Christchurch*²⁴⁵, en Nouvelle-Zélande. Touchées par un tremblement de terre en 2011, les populations ont vu leur cathédrale se détruire par une onde sismique et n'avaient plus d'endroit où pleurer leurs morts. L'architecte japonais a alors proposé une nouvelle fois une architecture de l'urgence afin de reconstruire rapidement une autre cathédrale. Réalisée grâce aux fameux tubes en carton, à des restes de conteneurs maritimes et à un revêtement léger en polycarbonate, la nouvelle cathédrale est à la fois simple et épurée. L'ingéniosité de Shigeru Ban a encore fait ses preuves et permis à des populations endeuillées d'avoir à nouveau un lieu où se recueillir. Un autre exemple d'architecture

243 - FRAC Centre Val de Loire, «Paper Log House, Kobe, 1995».

244 - Habiter autrement, «Shigeru Ban, architecte de l'urgence», 27/04/2008.

245 - Marc KUSHNER, L'architecture de demain en 100 défis, Marabout, mars 2015.

d'urgence répondant à une catastrophe naturelle est l'*EcoDome*²⁴⁶, réalisé par l'architecte Nader Khalili. Contrairement à la *Paper Log House* de Shigeru Ban, cet habitat a une visée plus pérenne. Il peut être monté en seulement trois jours, favorisant ainsi le relogement des personnes après une tempête. Construite à base de terre ou de sable, cette habitation est totalement économique et écologique. De plus, par sa forme courbe, elle résiste aux prochaines tempêtes. Par leurs qualités de montage rapide et fabrication écologique et économique, ces habitations de l'urgence sont des réponses à des besoins humains, elles protègent et aident les victimes à se reconstruire psychologiquement en leur offrant un toit décent. Ces habitats favorisent donc leur résilience face aux tempêtes. Le designer a son rôle à jouer dans les usages et fonctions qui peuvent se croiser au sein de ces habitats, gérer la proximité, organiser des activités, favoriser la reconstruction psychologique des personnes, voire même donner des outils aux victimes pour les aider à bâtir un nouveau logement.

L'architecture est au service de l'humain et se doit de le protéger. Architectes, ingénieurs et designers se sont donc penchés sur ces questions de protection face aux aléas climatiques dont les tempêtes, et ont rendu des édifices résistants grâce à leur porosité, leur implantation, leurs matériaux ou encore leur capacité à se mouvoir. Parfois, ces solutions ne sont pas suffisantes pour épargner les populations face aux tempêtes. Ainsi, des habitats d'urgence sont alors construits pour protéger à nouveau les individus et les amener à rebondir face à ces aléas. Les acteurs cherchent ensuite à protéger leurs littoraux pour éviter qu'un phénomène similaire provoque des dégâts avec autant d'ampleur.

246 - Laure MESTRE, «Construire en courbes pour résister aux bourrasques», 14/09/2017.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



Paper Log House, Kobe, 1995
© Takanobu Sakuma



Paper Log House, Kobe, 1995
© Hiroyuki Hirai

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



*Cathédrale Christchurch, Nouvelle-Zélande, 2013
© Stephen Goodenough*

b - Par l'aménagement urbain des littoraux et des océans

Suite aux nombreuses alertes transmises par le GIEC sur l'augmentation de l'intensité des tempêtes causée par le réchauffement climatique, les designers, les architectes et les urbanistes essayent de se surpasser afin de trouver des solutions durables et innovantes pour nos territoires côtiers.

De nombreux ouvrages urbains ont vu le jour suite à cette volonté des individus d'être protégés face aux tempêtes. Ces ouvrages ont pour but de protéger les littoraux de ces phénomènes et ainsi d'assurer la sécurité des citoyens. Tenir compte du lieu d'implantation et de ses caractéristiques par rapport aux aléas naturels, est primordial afin de réaliser un projet efficace. Un concours urbain nommé *Rebuilt*²⁴⁷ ouvert aux architectes et urbanistes, a été proposé en 2012 à New York, suite à l'ouragan Sandy qui avait dévasté les littoraux new-yorkais. Le projet *Big U* est celui qui a suscité le plus d'intérêt avec une volonté de protéger plus de la moitié des littoraux au sud de Manhattan. La ville de New York est souvent sujette aux inondations et aux tempêtes due à sa localisation. *Big U* protège certaines zones grâce à des infrastructures écologiques retenant l'excédent d'eau, évitant ainsi les inondations. De plus, ce projet assure également la sécurité des littoraux et des populations grâce à une immense ceinture verte composée de talus et parcs paysagers, implantée pour absorber les ondes des tempêtes. *Big U* ne se contente pas de protéger les populations des tempêtes et des inondations, ce projet propose également des zones de loisirs et de nouveaux usages aux habitants.

247 - Julia Z., «L'agence BIG réaménagera les rives sud de Manhattan contre les inondations», Projets Architecte Urbanisme, 03/06/2014.

Lorsque le terrain est sec, les personnes peuvent se promener, participer à des activités telles que du ping-pong, lire ou tout simplement se prélasser. Des parcelles de terrain sont volontairement laissées sans protection afin que les habitants puissent pratiquer la pêche lors d'inondations ou bien entrer dans une structure transformée en aquarium. Ces double-usages pratiqués à des moments différents selon les tempêtes, permettent une utilisation permanente des littoraux tout en protégeant les individus. Ce projet urbain implanté sur les littoraux de Manhattan a pour vocation de protéger les populations côtières tout en leur permettant de sépanouir grâce à des berges multifonctionnelles. Un autre projet urbain a vu le jour à New York. Cette fois localisé dans le Queens, ce projet est implanté dans une ancienne zone marécageuse qui est un territoire vulnérable en cas de tempête et en proie aux inondations. Balsley Associates et Weiss / Manfredi, architectes de ce projet, associés à des ingénieurs, ont conçu un terrain de jeu de forme ovale²⁴⁸. Ce terrain est placé en contrebas des zones d'habitations, au plus près de la mer. Lorsqu'une tempête ou une inondation fait rage, le terrain de jeu est sacrifié et sert à être inondé, afin de protéger les bâtiments situés au-dessus. Cette zone est donc spécialement conçue pour accueillir une grande quantité d'eau et être résiliente face à ces phénomènes climatiques, elle sert donc de barrage aux futures tempêtes et inondations. Ces projets urbains, s'implantant à la frontière entre mer et terre, ont pour objectifs de protéger les populations des aléas climatiques et de les rendre résilientes en cas de danger. Pour le designer, l'objectif est de comprendre les comportements humains et chemins empruntés lors de ces phénomènes et de déterminer ce dont ils auront besoin en cas de tempête. Il doit également étudier les sentiments éprouvés par les usagers afin de trouver des solutions pour les apaiser et les faire se sentir en sécurité lors de vents violents.

248 - Marc KUSHNER, L'architecture de demain en 100 défis, Marabout, mars 2015.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



Projet *The Big U*,
New York, 2014
© Rebuild by Design

Les différents acteurs des littoraux, tels que les chercheurs, les décisionnaires et les résidents usagers de ces côtes, se réunissent régulièrement depuis les preuves avancées par les experts concernant l'évolution du climat et de l'intensité des tempêtes engendrant de nombreuses inondations. Ces acteurs cherchent à trouver ensemble des solutions innovantes et protectrices des littoraux, tout en respectant l'environnement naturel qui nous entoure. Après avoir conçu des projets au niveau des littoraux, les acteurs ont décidé d'aménager les océans afin de diminuer, voire d'anéantir tous risques sur nos côtes. Nous souhaitons rappeler que l'intensité et la trajectoire des tempêtes ne peuvent être prédites exactement mais nous essayons de travailler sur le comportement des océans à l'encontre de ces phénomènes. Nous cherchons à comprendre comment l'océan va réagir physiquement, la hauteur et la puissance des vagues, ou encore les courants que cela va engendrer, les écosystèmes qu'il renferme et ses impacts sur les littoraux. Ainsi, en juin 2013, Barack Obama lance le concours national *Rebuild by Design*, suite à l'ouragan Sandy qui a marqué les esprits par sa force destructrice. WXY Architecture a répondu à ce concours par un ouvrage protecteur situé dans l'océan, en accord avec la nature, appelé les *Blue Dunes*²⁴⁹. Il s'agit d'une chaîne d'îles faisant barrière en pleine mer, entièrement construite par la main de l'homme. Afin d'être en harmonie avec son environnement, cette chaîne représente des dunes imitant les reliefs naturels de celles-ci, d'où son nom : les dunes bleues. Leur rôle est de s'adapter au climat et se déplacer en fonction des dynamiques physiques de l'océan pour pouvoir dévier les ondes de tempête. Ce projet protège les littoraux, les populations et les écosystèmes marins, tout en restant en accord avec l'environnement. Les Blue Dunes entrent donc dans une dynamique durable et fonctionnelle pour réduire l'impact des tempêtes. Un autre groupe, nommé *Scape / Landscape Architecture*, a également participé à ce concours. Composée d'architectes, paysagistes, ingénieurs, consultants et conseillers spécialisés

249 - The Eastern Seaboard United States, West 8,
«Blue Dunes : The future of coastal protection», 2013-2014.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

sur les océans et les littoraux, cette équipe propose un collier de digues implanté dans la mer afin de protéger le littoral de Tottenville, au sud-est de Staten Island. Ce projet a pour nom *Living Breakwaters*, signifiant dunes vivantes²⁵⁰. En effet, ces dunes artificielles végétalisées sont solidifiées par des digues et prennent vie , tout comme les *Blue Dunes*, selon la dynamique des océans. Ces brise-lames écologiques luttent contre les fortes vagues provoquées par les tempêtes, protégeant ainsi les populations et les littoraux des impacts de celles-ci, en agissant en pleine mer. Ils ne se contentent pas seulement de réduire les risques côtiers en atténuant les ondes de tempête, mais également de diminuer les phénomènes annexes sur les littoraux tels que l'érosion, la submersion marine, les inondations. De plus, les *Living Breakwaters* protègent également les écosystèmes marins situés derrière elles, et permettent ainsi d'accroître la biodiversité marine à New York, comme les récifs d'huîtres²⁵¹. Ces projets de réaménagement des océans à New York pour protéger nos littoraux sont en accord avec l'environnement dans lequel ils sont implantés. Ils inspirent les autres pays touchés de la même manière à faire de même ou à trouver d'autres solutions afin d'être résilients face à ces phénomènes climatiques que sont les tempêtes. Afin d'être en accord avec ces projets protecteurs, le designer doit instituer aux populations du littoral à quoi servent ces ouvrages et comment ceux-ci les protègent. Leur apprendre leur fonctionnement et leur faire comprendre à quels phénomènes ils font face, amèneraient les individus à mieux appréhender les tempêtes et leurs conséquences.

250 - New York State Governor's Office of Storm Recovery,
Rebuild by Design, «Living Breakwaters».

251 - Governor's office of storm recovery GOSR, New York State,
«Learn more about the Living Breakwaters project».

Partie III

Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



*Projet Blue Dunes, New York, 2013-2014
© WXY Architecture + Urban Design*

Planter des ouvrages protecteurs dans l'océan permet de réduire les impacts des tempêtes sur les littoraux. Ces projets sont en harmonie avec les écosystèmes qui les entourent et ne dénaturent pas l'environnement où ils se situent. Ils s'intègrent ainsi parfaitement dans une démarche écologique et durable.

Le designer est au cœur de la création et de l'innovation. Il collabore étroitement avec les architectes et les urbanistes afin de trouver des solutions adéquates aux problèmes rencontrés lors de tempêtes. Le designer se doit ainsi de sensibiliser les populations et les protéger de ces phénomènes.

C. Préparer les populations du littoral aux situations de tempêtes

Amener les populations côtières à être résilientes face aux tempêtes se fait par la sensibilisation réalisée au préalable. Les moyens actuels déployés sont aujourd’hui trop faibles et nous nous devons, en tant que designers et architectes d’intérieur, de pallier ces manques. Ainsi, pour mon projet de fin d’études, je me suis intéressée à la question : Comment préparer les populations du littoral aux situations de tempêtes ?

a - Des outils d'anticipation peu suffisants

Plusieurs outils d'informations concernant la météorologie existent afin d'anticiper et organiser la journée des citoyens. Chaque individu va utiliser celui qu'il préfère afin d'être informé des différents degrés d'alerte donnés par des experts. Quel public a besoin de ces informations ?

Il existe trois principales typologies d'habitants sur les littoraux: les résidents permanents, les habitants saisonniers et les touristes occasionnels. Chacun est équipé d'outils d'anticipation pour pouvoir être prévenu d'une tempête. Suite à des interviews réalisées en août 2018 à Lesconil²⁵², nous avons pu constater que les résidents permanents utilisent des sites de prévention spécifiques tels que *Windguru*, *Windfinder* ou encore *Prévimer*. Ces sites permettent d'informer les utilisateurs des prévisions météorologiques très détaillées pour la semaine. Comme nous le disions précédemment, ces prévisions ne sont plus très fiables au-delà de trois jours. C'est ce qui nous a également été confirmé lors de ces interviews avec les résidents permanents, tel que le directeur du Centre Nautique : «*Je regarde toujours la météo pour le lendemain*»²⁵³. D'après Mary de l'Office de Tourisme de Lesconil, «*Ici, on vit avec la météo, on regarde toujours pour le lendemain et on prévient les autres*»²⁵⁴. En effet, il y a également ce rôle que s'attribue chacun des usagers. Par exemple, Mary prévient les autres usagers dont les touristes, de la météo afin de les amener à s'adapter à celle-ci. D'autres résidents permanents se fient à leur instinct et leurs

252 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

253 - Alexandre, directeur du Centre Nautique de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

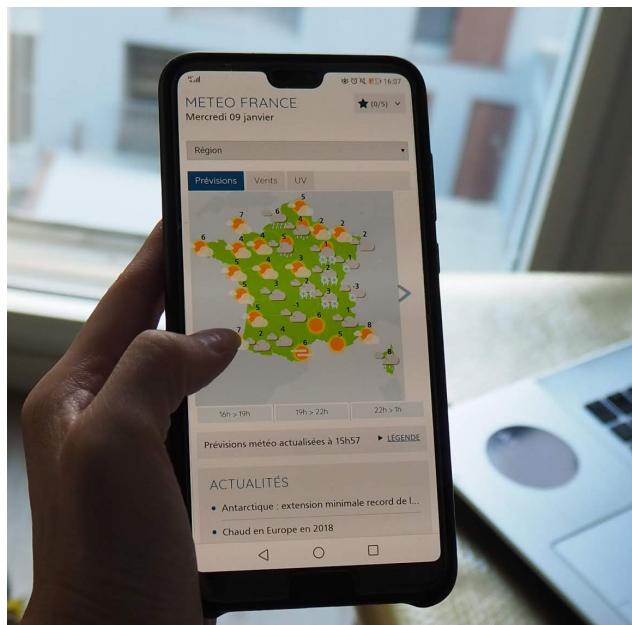
254 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

connaissances de la mer pour pouvoir se préparer face à l'arrivée d'une tempête. C'est le cas d'Yves, retraité et propriétaire d'un bateau sur lequel il part pêcher chaque semaine. Yves se fie à la présence et à la trajectoire des oiseaux pour estimer le temps qu'il fera demain. Il trouve que ces observations sont plus fiables que les sites météorologiques. Les résidents permanents suivent les bulletins météorologiques à la télévision pour plus de sûreté et s'informent des probables alertes qu'ils pourraient y avoir. C'est le cas de Morgane dont le mari est pêcheur à Lesconil. La sortie en mer de son mari et les ventes qu'elle effectuera par la suite dépendront de la météo qui agit directement sur leur profession et la manière de gagner leur vie. De plus, beaucoup de personnes écoutent la radio sur leurs bateaux afin d'être informés de tout changement météorologique. Comme nous le disions dans une partie précédente, les tempêtes présentent des caractères imprévisibles, et les résidents permanents ont besoin d'outils d'anticipation afin d'y être résilients le moment venu.

L'attrait pour les littoraux n'est plus un secret. Les individus sont toujours en quête de se rapprocher d'un point d'eau. Ainsi, une augmentation des maisons secondaire a pu s'observer sur ces dernières années. À Plobannalec-Lesconil par exemple, la commune est passée de 1000 à 2800 habitations secondaires entre 1968 et 2009²⁵⁵. Cet essor des touristes saisonniers nous prouve que ce public nécessite d'être entièrement sensibilisé, en plus des résidents permanents. Ces habitants saisonniers utilisent principalement les sites météorologiques basiques qu'ils trouvent sur leur ordinateur ou leur smartphone. Les sites les plus souvent utilisés sont AccuWeather et Météo France²⁵⁶. Lorsqu'ils sont sur leur lieu de résidence secondaire, ils participent souvent à des conversations avec les habitants permanents. C'est le cas de Didier qui discute souvent avec ses voisins qui l'informent de la météo et des probables tempêtes. De

255 - L'internaute, «Population de Plobannalec-Lesconil (29740)».

plus, Didier n'a pas cette préoccupation du temps²⁵⁷ : "Je suis en vacances, ce n'est pas grave si il ne fait pas beau pendant une ou deux journées". Les habitants saisonniers, tout comme les résidents permanents, ont également tendance à regarder les bulletins météorologiques à la télévision ainsi que dans les journaux, pour s'informer du temps qu'il fera le lendemain. Nicole quant à elle, habitante saisonnière, a même installé l'application Météo France lui permettant de recevoir des notifications d'alerte de changements météorologiques²⁵⁸. Lors d'une alerte, les résidents saisonniers préfèrent rester chez eux plutôt que de s'exposer au danger car ils ont entendu les dégâts que les tempêtes peuvent engendrer grâce au bouche à oreille dans leur quartier. Les populations ont besoin d'alertes et de connaître leur signification pour savoir quel geste adopter en cas de problème.



Portable, Météo France,
janvier 2019
© Lauriane Bétin

256 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

257 - Didier BÉTIN, Saisonnier de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

258 - Nicole MAILLOUX, Saisonnière de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

Les touristes occasionnels²⁵⁹ regardent la météo sur leur ordinateur ou leur smartphone et utilisent principalement Météo France qu'ils jugent plus fiable. Ils ont tendance à faire ces recherches une, voire plusieurs semaines à l'avance, afin de gérer leurs réservations à l'avance. Ce dont ils n'ont pas conscience est le fait qu'il s'agit de prévisions et qu'aussi loin dans l'avenir, celles-ci peuvent être totalement fausses. Comme nous le disions également précédemment, les tempêtes fascinent les gens et sont devenus un argument touristique pour ces territoires, notamment en Hiver où l'activité touristique est plus fragile. D'ailleurs, beaucoup de photographes et surfeurs à la recherche de vagues spéciales, se retrouvent sur les littoraux bretons. Cet aspect fascination engendre une minimisation des dégâts, et les touristes veulent être spectateurs, voire participer aux tempêtes. La sensibilisation à la cause n'est pas assez importante. Si nous nous penchons à nouveau sur le cas de Noirmoutier²⁶⁰, nous pouvons constater qu'en mars 2015, un coefficient de marée de 119 était attendu, promettant une grande pêche à pied. Les touristes sont ravis et ont hâte d'y assister, alors que les 10 000 résidents permanents sont d'un autre avis car ils ont conscience des risques liés à un telle marée. Malgré cette minimisation des risques et une mauvaise information, lorsque les touristes occasionnels arrivent réellement sur les lieux, ceux-ci sont prévenus des dangers par les personnes locales. De plus, des panneaux numériques de diffusion d'informations sont disposés dans les communes. C'est le cas du port de Lesconil qui a implanté de manière visible un écran numérique informatif présentant la météo et les risques liés à celle-ci, permettant la diffusion d'informations pour tous. Responsabiliser et sensibiliser tous les publics permettrait de réduire certaines expositions aux risques.

259 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

260 - Martine VALO, «À Noirmoutier, la lutte sans fin contre l'océan», Le Monde, 20/03/2015.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

Chaque ville cherche à protéger ses habitants, qu'ils soient permanents, saisonniers ou occasionnels. Les résidents permanents utilisent des outils plus spécifiques et ont une meilleure connaissance du risque. Quant aux habitants saisonniers, ils ont tendance à être plus attentifs et à se méfier des tempêtes, ce qui n'est pas le cas des touristes occasionnels qui s'exposent aux dangers en raison d'une mauvaise utilisation des outils d'anticipation. Le designer pourrait proposer une sensibilisation adaptée à chaque type d'individus fréquentant les littoraux.

b - Une sensibilisation immersive et accessible grâce au design

Les populations côtières peuvent être protégées grâce à une sensibilisation précoce et adaptée. Nous avons précédemment constaté qu'une minimisation des risques menait à l'imprudence, voire à l'inconscience de certaines personnes. Comment rendre les informations lisibles et ainsi, apporter une sensibilisation efficace ?

Savoir hiérarchiser les termes employés par les sites d'informations et les médias, est indispensable pour pouvoir en comprendre le sens et en visualiser les conséquences. Le principe du jeu de cartes devient efficace dès lors qu'on y ajoute des pictogrammes ou des images. Les individus identifient beaucoup plus les impacts que peuvent avoir les différents vents. Selon une étude réalisée sur une vingtaine de personnes habitant sur les littoraux, celles-ci se sont rappelées des termes étudiés grâce à ce jeu de cartes et ont réussi à identifier les phénomènes grâce à la visualisation des impacts des vents sur la terre et la mer. En effet, poser une image sur des mots permet une meilleure prise de conscience des individus et agit sur leur mémoire lorsque les individus se retrouvent en situation réelle. Rendre l'information accessible par le jeu, apporte une dimension ludique. Les habitants apprennent tout en s'amusant, sans se rendre compte qu'ils sont sensibilisés. Le designer a ici pour rôle de concevoir des outils comme ces jeux de cartes, de les rendre accessibles, simples d'utilisation et pratiques. L'étude de l'utilisation de ces jeux par les usagers est primordiale afin de saisir leur comportement et les rendre les plus instinctifs possible.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



*Jeu de cartes, Lesconil, septembre 2018
© Lauriane Bétin*

Une technique d'apprentissage ayant fait ses preuves est l'*Action Base Learning*. Il s'agit d'apprendre tout d'abord par la pratique et ensuite étudier la partie théorique. L'*Action Base Learning* est une technique efficace qui donne le bon geste à avoir et les réactions à éviter. Être mis en situation amène à une meilleure prise en considération des risques. Nous pouvons appuyer nos propos par un exemple précis, qui est l'apprentissage du kayak par des enfants d'école primaire. Le principe d'*Action Base Learning* place les élèves immédiatement sur le terrain, équipés, mais sans avoir approfondi leurs connaissances du sujet. Ils sont mis en situation et doivent apprendre à se débrouiller seuls. Ainsi, ils étudient eux-mêmes le bon geste à avoir pour se déplacer et s'orienter. Ils se rendent également compte des gestes à ne pas exercer afin de ne pas couler. Ils apprennent aussi à réagir en situation délicate et de stress, et s'insufflent eux-mêmes les bons comportements à avoir par la pratique. Cette technique pourrait être appliquée sur les habitants des littoraux et les initier aux situations de

tempêtes. Les placer au cœur des vents violents et intégrer les différents acteurs comme les pompiers, lors de celles-ci, leur permettrait de comprendre les procédés à appliquer et les personnes à contacter. Le bon geste est primordial pour savoir comment réagir en cas de danger et l'avoir appris sur le terrain, permet une remise en mémoire lors d'une situation en cas réel. Cette sensibilisation, basée sur la pratique, peut paraître rude mais a fait ses preuves par le passé et est toujours utilisée actuellement pour sensibiliser le public.

La réalité virtuelle peut être utilisée par le designer pour immerger les usagers dans le monde qu'il souhaite. Le designer plonge ainsi l'utilisateur dans l'univers des tempêtes pour lui faire prendre conscience des risques et dangers auxquels il peut se retrouver exposé en cas de situation réelle. L'usager visualise les conséquences liées aux tempêtes, que ce soit sur la terre ou sur la mer. La réalité augmentée peut également être employée par le designer pour sensibiliser les populations côtières. En effet, celles-ci peuvent utiliser leur smartphone afin de visualiser sur leur écran le paysage actuel avec les tempêtes passées. Pouvoir appréhender les conséquences d'anciens vents violents sur le terrain réel, amène à une meilleure prise de conscience des usagers. Ceux-ci se rendent compte que ces phénomènes peuvent survenir sur leur lieu de vie et qu'ils sont en proie à des risques bien ancrés. Ces nouvelles techniques, adoptées par les designers, sensibilisent les usagers par l'immersion dans la tempête et l'intégration de celle-ci sur leur territoire.

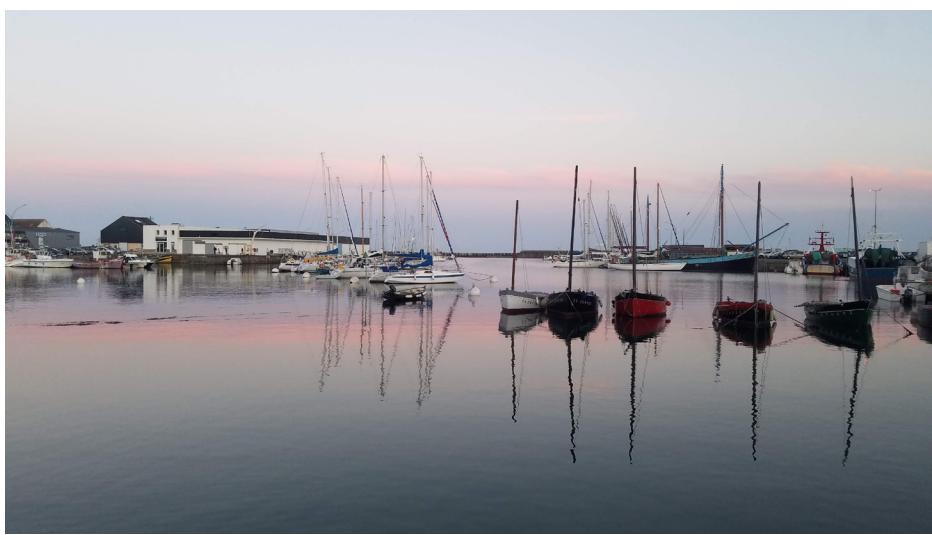
Apprendre par la pratique, par le théorique ou bien par des techniques immersives, tels sont les canaux de sensibilisation aujourd'hui. Ils ont pour objectif de faire comprendre au public les dangers liés au vent et le bon geste à adopter.

c - Un espace entre sensibilisation et protection

L'architecture d'intérieur est pour le designer, un moyen de transmettre un message aux usagers par l'espace. Sensibiliser au sujet des vents violents et apprendre le bon geste, sont essentiels pour aider les citoyens à être résilients. Ainsi, comment ai-je transmis les informations par l'espace pour sensibiliser et protéger les populations du littoral dans mon projet de fin d'études ?

En tant que designers et architectes d'intérieur, nous devons veiller à ce que l'espace que nous créons ou aménageons, soit implanté sur un point stratégique. Concevoir un espace de sensibilisation constitue une étude de son milieu d'implantation afin d'avoir le plus de répercussions possibles sur les habitants. Celui-ci doit être sur des axes de circulation fréquentés, afin de rendre cet espace visible et accessible. Être à la croisée de voies de transports différenciés, semble inévitable pour interpeler un maximum d'usagers, comme les pistes cyclables, les chemins de promenade ou encore les axes routiers qui sont à proximité de parkings. Cet espace doit être visible et être identifié par les habitants en tant que lieu de prévention et sensibilisation. Il amène les individus à se questionner et leur donner envie de pénétrer à l'intérieur pour en apprendre davantage. Un travail des façades extérieures est alors important afin d'attirer ces personnes. Si nous prenons l'exemple des magasins du centre-ville de Nantes, nous les identifions grâce à leur habillage graphique et leur identité. Nous les reconnaissions et savons ce qu'ils renferment. Les devantures et vitrines ont pour objectif de susciter la curiosité du public et lui donner envie d'en découvrir davantage à l'intérieur du magasin. Pour mon projet de fin d'études, je travaille sur la ville de Lesconil, et plus particulièrement sur la salle d'exposition du Sémaphore, située à la croisée de plusieurs axes de

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



*Plage et port de Lesconil, juillet et août 2018
© Lauriane Bétin*

mobilité. J'ai décidé d'habiller les façades de ce bâtiment avec du mapping interactif, grâce à des capteurs sensoriels. Le mapping projeté présente des vidéos d'anciennes tempêtes passées à Lesconil, les termes de l'échelle de Beaufort et les informations leur correspondant, et une visualisation en temps réel des différents vents dans le monde. Le public est interpelé par ces façades et joue avec celles-ci pour obtenir plus d'informations. Il peut par exemple zoomer sur différentes régions du monde pour avoir des renseignements plus précis sur les différents vents actuels. L'habillage de l'espace de sensibilisation et son implantation sur un site fréquenté sont donc des objets d'études à prendre en compte pour sensibiliser un maximum de personnes.

Ce projet invoque une démarche pédagogique pour sensibiliser les citoyens. Instituer un vocabulaire précis sur les vents, faire prendre conscience des risques liés à ceux-ci et leur apprendre le bon geste, sont les trois éléments fondateurs à cet espace de prévention. Déjà sensibilisés par les façades extérieures, les individus ont envie de pénétrer au sein du bâtiment pour expérimenter davantage. Ils peuvent retrouver des panneaux informatifs expliquant les différents niveaux d'informations et d'alertes, ainsi que les nuances au niveau du vocabulaire. S'agissant d'une salle d'exposition, des images photographiques sont présentées, suivant des thèmes particuliers reliés aux tempêtes et à la mer. Ces expositions sont temporaires et changeantes afin de ne jamais lasser le public. De plus, plusieurs animations prennent place dans cet espace de sensibilisation. Il y a tout d'abord un jeu immersif où le citoyen se retrouve acteur de celui-ci. Ce jeu simule une tempête, parfois sur la terre, parfois sur la mer. L'individu est plongé dans cet univers grâce à un écran à presque 360°. Des questions apparaissent sur cet écran afin de savoir quel geste adopter. La personne y répond grâce à une tablette tactile située au centre de la pièce et fait ses propres choix que le conduiront à une fin différente selon ce

qu'il fera. Basé sur l'*Action Base Learning*, ce jeu est totalement sans danger mais reprend ce principe de la pratique avant le théorique. Il sensibilise l'utilisateur sur les gestes à adopter et sur ce qu'il faut éviter. Pris au cœur de la tempête, l'usager enclenche des moyens mémo-techniques qui surviendront si un jour il se retrouve confronté au phénomène. Une autre animation est présente dans l'espace de sensibilisation. Je me suis inspirée de l'installation *Mèchanè* de Chevalvert²⁶². Il s'agit d'un dispositif constitué d'une maquette physique, représentant ici la ville de Lesconil, et d'un écran où est projeté la commune telle qu'elle est représentée sur la maquette. Composé de capteurs reliés à l'écran, le modèle permet à l'usager de contrôler son action sur la ville grâce aux gestes qu'il effectue au-dessus de la maquette. Le geste donné par l'utilisateur représente le vent, selon la direction et la vitesse à laquelle il passe sa main, l'écran montre les différents impacts du vent sur la ville de Lesconil. Comprendre la force du vent en s'identifiant à lui et en le représentant, amène l'utilisateur à prendre conscience des dégâts que celui-ci peut avoir sur la ville et les littoraux. Grâce à ces animations et expositions, le public est sensibilisé aux risques liés aux différents vents, par la pratique et par le théorique.

Un espace de sensibilisation sur les tempêtes se doit d'être protecteur si un phénomène de ce genre surprend le public. En effet, prévenir des dangers et pouvoir protéger de ceux-ci semblent indissociables, si nous voulons montrer qu'il est possible d'être résilient face aux tempêtes. L'espace sur lequel je travaille pour mon projet de fin d'études a montré sa résistance au fil des années et n'a jamais subi de dégâts. En plus de l'habillage des façades évoqué précédemment, j'ai disposé une led lumineuse sur les arêtes du bâtiment. Celle-ci s'éclaire lorsque des vents violents sont en approche et que le public peut se retrouver

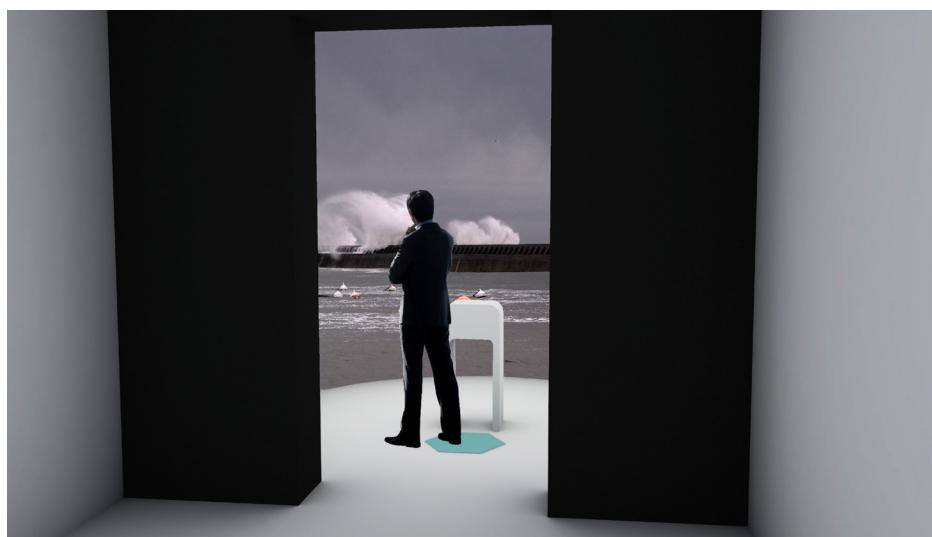
262 - Cheval Vert, «Mèchanè».

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

face au danger. Soit les individus sont prévenus assez longtemps à l'avance et peuvent alors rentrer chez eux, soit ils se retrouvent alors piégés et identifient l'espace de sensibilisation comme lieu de secours. Il est alors important d'en faire un lieu modulable en zone de refuge, grâce à du mobilier multifonctions et un grand travail sur des parois acoustiques et personnalisables. L'espace doit savoir gérer intimité et proximité. Il est également important d'intégrer cette notion de personnalisable afin que chaque personne puisse se sentir à l'aise et protégée. Les fonctions primaires sont obligatoires pour assurer l'autonomie et la gestion de l'espace par les individus. Manger, se restaurer, se reposer, dormir et se laver, telles sont les fonctions qui doivent prendre place dans cet espace transformé en refuge. Des panneaux solaires et un récupérateur d'eau potable sont placés sur le toit du bâtiment afin d'assurer l'autonomie du module en cas de panne de courant. Lorsque la led s'éteint, le public sait qu'il n'est plus en danger et peut remettre en état le refuge en tant qu'espace de sensibilisation. Passant d'un simple espace de prévention à un espace de sensibilisation modulable en refuge celui-ci devient, par son utilisation, une preuve de la résilience des populations du littoral face aux tempêtes.

Pouvoir utiliser un espace de sensibilisation en tant que moyen d'alerte et de refuge, permet également de montrer qu'il est possible d'être résilient face aux tempêtes. L'architecture d'intérieur est au service des populations pour les sensibiliser, les prévenir, les alerter et les protéger de ces phénomènes. Le design, centré sur les besoins des individus, tient en compte tous les potentiels usagers des littoraux.

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



*Projet de fin d'études, salle du Sémaphore
Mapping et expérience interactive
© Lauriane Bétin*

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



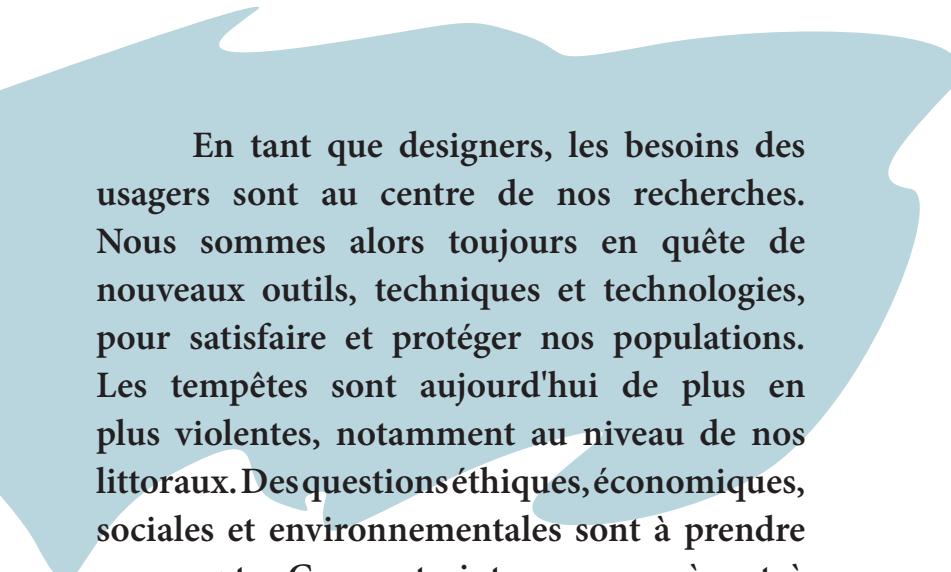
*Projet de fin d'études, salle du Sémaphore
Lieu de prévention & activités
© Lauriane Bétin*

Partie III
Résilience des populations du littoral face aux tempêtes



*Projet de fin d'études, salle du Sémaphore
Espace modulable en refuge
© Lauriane Bétin*

Les moyens déployés actuellement pour sensibiliser les populations du littoral aux tempêtes sont aujourd'hui trop faibles pour protéger efficacement les citoyens. Il existe pourtant des techniques plus ou moins nouvelles, qui permettraient de sensibiliser le public et lui instituer les bonnes connaissances et la pratique du bon geste. Réinjecter ces techniques dans mon projet de fin d'études, m'a permis de trouver une solution ludique et interactive, mettant le citoyen au cœur de la tempête, tout en le protégeant.



En tant que designers, les besoins des usagers sont au centre de nos recherches. Nous sommes alors toujours en quête de nouveaux outils, techniques et technologies, pour satisfaire et protéger nos populations. Les tempêtes sont aujourd'hui de plus en plus violentes, notamment au niveau de nos littoraux. Des questions éthiques, économiques, sociales et environnementales sont à prendre en compte. Ces contraintes nous amènent à chercher des solutions durables, innovantes et adaptées aux usagers.

CONCLUSION



Le vent a donc été l'objet de notre étude, et plus particulièrement sa place dans notre société et nos territoires, afin de répondre à la problématique suivante :

Comment le vent impacte-t-il les territoires et les populations ?

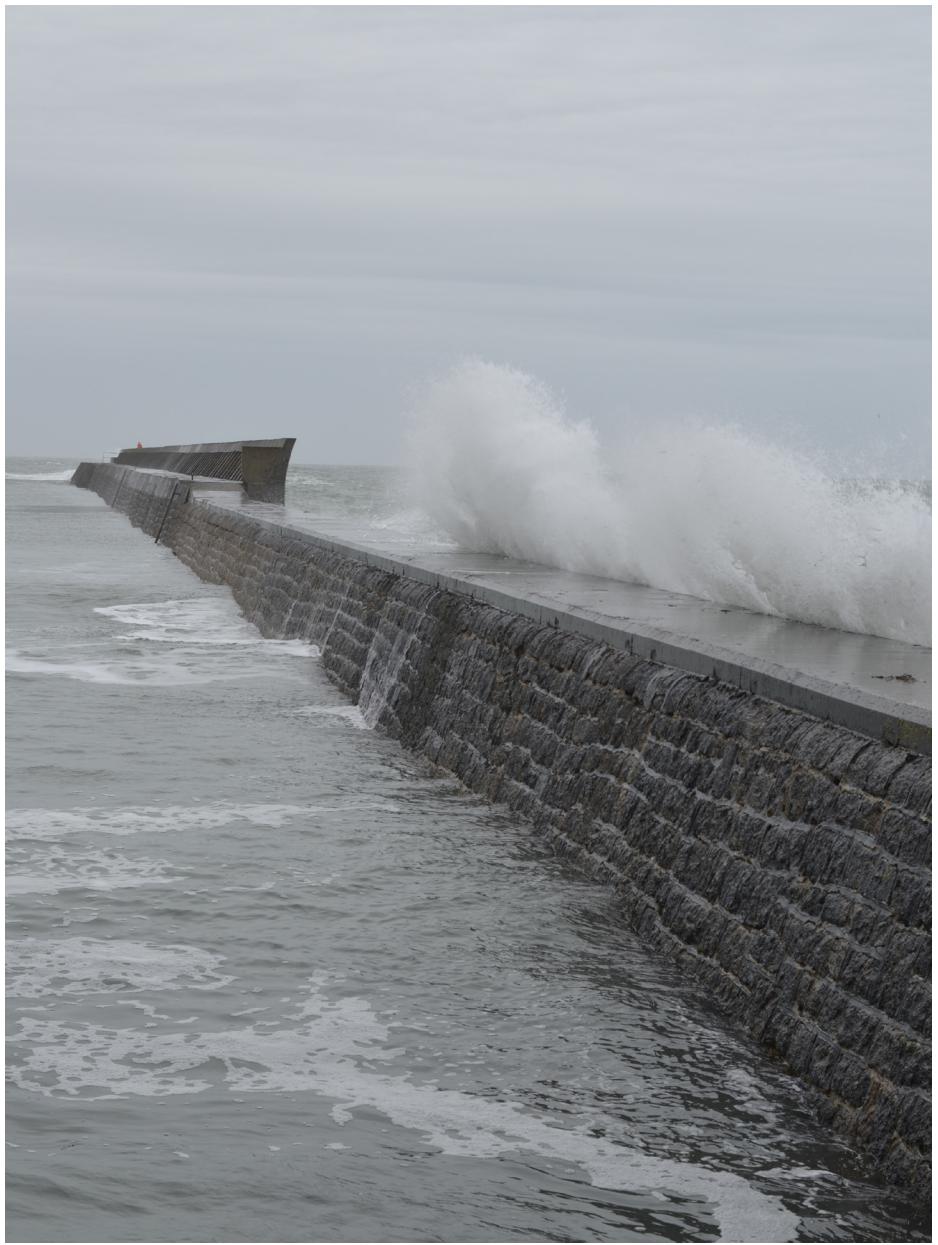
Aujourd'hui, les vents sont de plus en plus violents, suite au changement climatique que subit notre planète. Ces phénomènes violents, tels que les tempêtes ou les ouragans, provoquent des dégâts inconsidérables en détruisant nos infrastructures et nos habitations, meurtrissant nos populations, réduisant notre territoire, ou encore en ravageant notre biodiversité environnante. De plus, ils peuvent être agrémentés par des facteurs externes, comme par exemple les coefficients de marée. Entraînant des pertes humaines, économiques, environnementales, sociétales et patrimoniales, les vents violents et leurs phénomènes annexes, comme l'érosion ou les inondations, ont fait l'objet de plusieurs plans de prévention gérés par les collectivités territoriales. Les vents violents surprennent les populations par leur caractère imprévisible. En effet, l'intensité de ces vents, ainsi que leur trajectoire, sont difficilement prévisibles et peuvent être changeantes, rendant difficile la mise à l'abri des individus et la protection des villes.

Après avoir démontré que le vent pouvait être un phénomène dangereux et violent, nous avons pu voir qu'il était également un véritable atout pour notre territoire. Depuis des générations, il est représenté en tant que figure de force et s'en est souvent trouvé personnifié, comme par exemple dans la mythologie où il prend la place d'un dieu. Les populations le vénèrent et l'adorent pour sa force, mais savent qu'il faut aussi le craindre. Il est source d'inspiration pour les artistes qui le représentent sous diverses formes. De plus, les individus se sont servis de la force du vent pour se déplacer, par voies maritimes et aériennes, et même aujourd'hui sur la terre. Ils ont également exploité le vent en tant que source énergétique, tout d'abord avec les moulins, pour faciliter le travail de l'homme, puis par la suite, avec les éoliennes, en convertissant l'énergie mécanique en énergie électrique. Par sa force et ses trajectoires, le vent forge des paysages uniques et rend les territoires identitaires. Au cours du temps, les hommes ont essayé de faire avec, et non contre, ces aléas. Ils ont ainsi érigé des bâtiments prenant compte et tirant partie des vents, il s'agit de l'architecture vernaculaire. Le savoir-faire ancestral est aujourd'hui repris pour concevoir les infrastructures mais également pour aérer et ventiler les bâtiments de manière, ou bien pour conserver les aliments sans l'utilisation d'énergie électrique. Revenir à ces techniques permet une économie d'énergie électrique considérable et pousse notre société dans une démarche plus durable et responsable.

Enfin, nous nous sommes plus particulièrement penchés sur les impacts du vent sur les littoraux, territoires spécifiquement exposés à ces vents violents. Nous avons pu voir qu'aujourd'hui, en termes d'architecture et d'urbanisme, de nombreux projets prennent place et s'inscrivent dans un processus visant à protéger l'habitat. Ces projets tendent à protéger les infrastructures lors de vents violents, par des matériaux spécifiques ou l'aspect formel de ces bâtiments. Les habitats d'urgence quant à eux,

agissent après la crise et servent à reloger et protéger les personnes touchées. Que ce soit par la mobilité du bâtiment, par des ouvrages protecteurs au sein de la ville ou au cœur de l'océan pour réduire l'impact des vents violents sur nos territoires, la sensibilisation des populations face à ces phénomènes et aujourd'hui trop faible. Or, cette prévention s'avère très importante afin de donner aux individus la bonne information et le bon geste à adopter lors de tempêtes ou ouragans. Le design joue alors un rôle important qui se place entre la communication de l'information et du bon geste, et la protection des populations. Savoir pour situer le danger, comprendre pour agir de la bonne manière, éviter la panique et l'amener à se protéger. Telles sont les réactions que le designer souhaite transmettre à l'homme. Grâce à ces données essentielles à mon projet de fin d'études, je me suis penchée sur la problématique suivante : Comment préparer les populations du littoral aux situations de tempêtes ? En effet, le design permet, par l'étude des comportements, de déterminer les besoins des habitants et de leur proposer des solutions adaptées. Dans ma démarche de designer et suite à de nombreuses recherches, je me suis tournée vers la sensibilisation des populations. Celle-ci vise à inculquer des connaissances aux individus pour les amener à savoir réagir face aux vents violents. Afin d'intégrer le maximum de personnes dans ma démarche, j'ai choisi d'implanter mon projet dans un bâtiment situé à la croisée de nombreuses voies de circulation, à Plobannalec-Lesconil. Celui-ci a fait preuve de résistance dans le temps, face aux tempêtes. Chaque façade est habillée par du mapping préventif, relatant des informations liées au vent. J'ai décidé d'intégrer dans ce lieu, une expérience immersive et interactive où le public est plongé au cœur du phénomène, tout en étant protégé. Basés sur l'Action Base Learning, cette expérience unique et sensorielle m'a semblé la plus adaptée face à l'hétérogénéité du public. Chacun étant libre de ses choix et actions, elle permet d'amener à une prise de conscience face aux vents violents et de communiquer le bon geste. J'ai également ajouté à ce projet, la notion de protection. En effet, cet espace peut être modulable en refuge lorsque des touristes se font surprendre par la tempête. L'agencement est donc spécialement pensé et adapté pour

apporter les besoins primaires nécessaires pour survivre, ainsi que des éléments modulables pour gérer intimité et vie commune. Protéger les citoyens par un bâtiment ayant fait preuve de résistance par le passé et préparer les populations par la sensibilisation et la pratique du bon geste, leur permet de mieux appréhender la tempête. Le design peut donc prévenir des risques face à ces aléas climatiques, tout en révélant les atouts de cet élément indispensable à notre société, qui est le vent.



Digue du port de Lesconil, avril 2018
© Lauriane Bétin

RESSOURCES

Introduction

- 1 - CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales), Dictionnaire en ligne. Vent.
- 2 - CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales), Dictionnaire en ligne. Habitat.
- 3 - Yvette VEYRET, Géographie des risques naturels en France. De l'aléa à la gestion, Hatier, 2004.
- 4 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

Partie I - Un phénomène difficilement prévisible et capricieux

5 - CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales), Dictionnaire en ligne.

6 - Association Voile Légère de Saint Malo. LAVOILE. «Échelle de Beaufort», 03/08/2016.

<https://www.lavoile.org/beaufort.htm>, consulté le 20/04/2018.

7 - Claude BOUCHET, «Tempête Xynthia : la catastrophe du 28 février 2010 en quatre étapes», France Info Pays de La Loire, 03/04/2016. <https://france3-regions.francetvinfo.fr/pays-de-la-loire/vendee/tempete-xynthia-la-catastrophe-du-28-fevrier-2010-en-quatre-etapes-966701.html>, consulté le 15/09/2018.

8 - Jean-Marc DUCOS, «Tempête Xynthia : l'ancien maire de la Faute-sur-Mer relaxé au civil», Le Parisien, 02/05/2018. <http://www.leparisien.fr/faits-divers/tempete-xynthia-l-ancien-maire-de-la-faute-sur-mer-relaxe-au-civil-02-05-2018-7694568.php>, consulté le 08/09/2018.

9 - Météo France. «Ouragan, cyclone ou typhon ?», 10/10/2018. <http://www.meteofrance.fr/actualites/23659318-ouragan-cyclone-ou-typhon>, consulté le 17/10/2018.

10 - Wikipédia, «Échelle de Saffir-Simpson», Wikipédia, contenu soumis à la licence CC-BY-SA 3.0, mis à jour le 07/10/2018. https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89chelle_de_Saffir-Simpson, consulté le 15/09/2018.

- 11 - France Info, «États-Unis : l'ouragan Florence, rétrogradé en tempête tropicale, a fait au moins quatre morts», [France Info](https://www.francetvinfo.fr/meteo/cyclone-ouragan/ouragan-florence/etats-unis-l-ouragan-florence-retrograde-en-tempete-tropicale-a-fait-au-moins-quatre-mort_2941121.html), 14/09/2018. https://www.francetvinfo.fr/meteo/cyclone-ouragan/ouragan-florence/etats-unis-l-ouragan-florence-retrograde-en-tempete-tropicale-a-fait-au-moins-quatre-mort_2941121.html, consulté le 14/09/2018.
- 12 - Le Monde, «Ouragan Maria : deux morts et deux disparus en Guadeloupe», [Le Monde Climat](https://www.lemonde.fr/climat/article/2017/09/19/des-renforts-envoyes-dans-les-antilles-apres-le-passage-de-l-ouragan-maria_5187874_1652612.html), 19/09/2017. https://www.lemonde.fr/climat/article/2017/09/19/des-renforts-envoyes-dans-les-antilles-apres-le-passage-de-l-ouragan-maria_5187874_1652612.html, consulté le 15/09/2018.
- 13 - WMO (*Organisation Météorologique Mondiale*), «Tempêtes de sable et de poussière». <https://public.wmo.int/fr/notre-mandat/domaines-d%E2%80%99action/environnement/temp%C3%AAtes-de-sable-et-de-poussi%C3%A8re>, consulté le 15/09/2018.
- 14 - Christophe MAGDELAINE, «Quand le sirocco transporte du sable du Sahara vers l'Europe», [Notre Planète Info](https://www.notre-planete.info/actualites/410-photo-satellite-Sirocco-Italie), 12/02/2018. <https://www.notre-planete.info/actualites/410-photo-satellite-Sirocco-Italie>, consulté le 15/09/2018.
- 15 - La Chaîne Météo, «Tempête de sable de la Tunisie aux Balkans», [La Chaîne Météo](https://actu.lachainemeteo.com/actualite-meteo/2016-03-02-05h28/tempete-de-sable-de-la-tunisie-aux-balkans-29886), 02/03/2016. <https://actu.lachainemeteo.com/actualite-meteo/2016-03-02-05h28/tempete-de-sable-de-la-tunisie-aux-balkans-29886>, consulté le 15/09/2018.
- 16 - Association Voile Légère de Saint Malo, LAVOILE, «Échelle de Beaufort», 03/08/2016. <https://www.lavoile.org/beaufort.htm>, consulté le 20/04/2018.
- 17 - Larousse, dictionnaire en ligne.
- 18 - Chronologie universelle, Kronobase, «Chronologie : Catastrophes maritimes». <http://www.kronobase.org/chronologie-categorie-Catastrophes+maritimes.html>, consulté le 16/09/2018.
- 19 - Le Télégramme, «Penmarc'h : un promeneur happé par une lame de fond», [Le Télégramme](https://www.letelegramme.fr/finistere/pont-labbe/accident-un-promeneur-happe-par-une-lame-de-fond-17-08-2018-12055041.php), 17/08/2018. <https://www.letelegramme.fr/finistere/pont-labbe/accident-un-promeneur-happe-par-une-lame-de-fond-17-08-2018-12055041.php>, consulté le 16/09/2018.
- 20 - Janlou CHAPUT, «Tempête», [Futura Planète](https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-tempete-14551/). <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-tempete-14551/>, consulté le 24/09/2018.

21 - Aude KERDRAON, «Tempête Qumaira. Comment se forment les tempêtes ?», Ouest France, 07/02/2014. <https://www.ouest-france.fr/environnement/tempete-qumaira-comment-se-forment-les-tempetes-1913452>, consulté le 24/09/2018.

22 - *Météo France*, Phénomène météo, «Les cyclones».

<http://www.meteofrance.fr/prevoyer-le-temps/phenomenes-meteo/les-cyclones>, consulté le 24/09/2018.

23 - «Ouragans : le réchauffement les rendra plus puissants», [vidéo YouTube], Le Monde, 10/10/2018, 6min 42s. <https://www.youtube.com/watch?v=xDOXD7eJB2s&feature=youtu.be>, consultée le 17/10/2018.

24 - *Ministère de la Transition écologique et solidaire*, Comprendre le changement climatique, «Changement climatique : causes, effets et enjeux», 06/12/2016. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/changement-climatique-causes-effets-et-enjeux>, consulté le 25/09/2018.

25 - *5ème rapport du GIEC*, Le Climat Change, 2013-2014. <http://leclimatchange.fr/>, consulté le 10/05/2018.

26 - *GIEC*, Actu Environnement «Les rapports d'évaluation», 26/01/2007. <https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/GIEC>, consulté le 10/05/2018.

27 - Julie RASPLUS, «Cartes. Neuf régions du monde menacées en cas de montée du niveau de la mer», France Info, 21/09/2015. https://www.francetvinfo.fr/meteo/climat/cop21/cartes-neuf-regions-du-monde-menacees-en-cas-de-montee-du-niveau-de-la-mer_1078159.html, consulté le 25/09/2018.

28 - «Ouragans : le réchauffement les rendra plus puissants», [vidéo YouTube], Le Monde, 10/10/2018, 6min 42s. <https://www.youtube.com/watch?v=xDOXD7eJB2s&feature=youtu.be>, consultée le 25/09/2018.

29 - *CNRTL*, Dictionnaire en ligne. Définitions multiples.

30 - *SHOM* (Servie Hydrographique et Océanographique de la Marine), Activités scientifiques, Marée et courants, «Coefficient de marée». <http://www.shom.fr/les-activites/activites-scientifiques/maree-et-courants/marees/coefficient-de-maree/>), consulté le 11/10/2018.

31 - *Météo France*, Actualités, «Grandes marées : quelle est l'influence des conditions météorologiques ?», 19/02/2015. <http://www.meteofrance.fr/actualites/23212243-grandes-mareesquelle-est-l-influence-des-conditions-meteorologiques>, consulté le 11/10/2018.

32 - *Futura Sciences*, Planète, «Surcote». <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/oceanographie-surcote-6301/>, consulté le 11/10/2018.

33 - *Surf Session*, Big Wave, «Nazareth décrypté», 30/01/2013. <https://www.surfsession.com/articles/big-wave/nazare-decrypte-921534781.html>, consulté le 20/10/2018.

34 - *Météo France*, Découvrir la météorologie, «Les grandes dates d'une aventure scientifique». <http://www.meteofrance.fr/nous-connaître/découvrir-la-meteorologie/notre-histoire>, consulté le 11/10/2018.

35 - *Météo France*, La prévision du temps, «Les étapes d'une prévision». <http://www.meteofrance.fr/prevoyer-le-temps/la-prevision-du-temps/les-etapes-de-prevision>, consulté le 11/10/2018.

36 - *Météo France*, Améliorer les prévisions météorologiques, «Des observations plus nombreuses et plus fines». <http://www.meteofrance.fr/activites-recherche/ameliorer-les-previsions-meteorologiques/des-observations-plus-nombreuses-et-plus-fines>, consulté le 11/10/2018.

37 - Amélie VACHON, «Les tempêtes qui ont changé le monde», [MSN Espresso](https://www.msn.com/fr-fr/actualite/sciences/les-temp%C3%AAtes-qui-ont-chang%C3%A9-le-monde/ss-AAAc5KY#image=3), 09/08/2018. <https://www.msn.com/fr-fr/actualite/sciences/les-temp%C3%AAtes-qui-ont-chang%C3%A9-le-monde/ss-AAAc5KY#image=3>, consulté le 11/10/2018.

38 - Erwan LECOMTE, «Comment calculer la puissance d'un typhon ?», [Sciences & Avenir](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/le-typhon-haiyan-est-il-le-plus-puissant-de-tous-les-temps_11752), 07/07/2014. https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/le-typhon-haiyan-est-il-le-plus-puissant-de-tous-les-temps_11752, consulté le 11/10/2018.

39 - Paul GUYONNET, «Louragan Florence a fait des millions de morts en Caroline du Nord chez les animaux d'élevage», [Huffpost International](https://www.huffingtonpost.fr/2018/09/19/louragan-florence-a-fait-des-millions-de-mortsen-caroline-du-nord-chez-les-animaux-delevage_a_23533124/), 20/09/2018. https://www.huffingtonpost.fr/2018/09/19/louragan-florence-a-fait-des-millions-de-mortsen-caroline-du-nord-chez-les-animaux-delevage_a_23533124/, consulté le 11/10/2018.

40 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

41 - *Ministère de la Transition écologique et solidaire*, GéoRisques, «Crue centennale». <http://www.georisques.gouv.fr/glossaire/crue-centennale-0>, consulté le 12/10/2018.

42 - *Wikipédia*, «Crue de la Seine de 1910», sous CC BY-SA 3.0. https://fr.wikipedia.org/wiki/Crue_de_la_Seine_de_1910, consulté le 12/10/2018.

43 - *Sénat*, Rapports de commission d'enquête, «Les inondations de la Somme, établir les causes et les responsabilités de ces crues, évaluer les coûts et prévenir les risques d'inondations (rapport)», 20/10/2018. <https://www.senat.fr/rap/r01-034-1/r01-034-113.html>, consulté le 12/10/2018.

44 - Pierre BESSEMOULIN, «Aspects méthodologiques et historiques des tempêtes et des chablis», Dossier de l'environnement de l'INRA n°20. <https://www7.inra.fr/dpenv/pdf/BessemoulinD20.pdf>, consulté le 12/10/2018.

45 - *Futura Sciences*, Planète, «Courant-jet». <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-courant-jet-13182/>, consulté le 12/10/2018.

46 - Caroline BRITZ, «Ouverture du procès Xynthia aux Sables d'Olonne», Mer et Marine, 16/09/2014. <https://www.meretmarine.com/fr/content/ouverture-du-proces-xynthia-aux-sables-dolonne>, consulté le 12/10/2018.

47 - *Blog indépendant du désastre du 28/02/2010*, La Faute sur Mer, «Xynthia : la justice confirme la légalité des expropriations à la Faute et à L'Aiguillon-sur-Mer (AFP)», 28/04/2017. <http://www.lafautesurmer.net/2017/04/28/xynthia-justice-confirme-legalite-expropriations-a-faute-a-laiguillon-mer-afp/>, consulté le 12/10/2018.

48 - *La Tribune*, «Tempête Xynthia : mobilisation pour aider particuliers et entreprises sinistrés», La Tribune Économie, 01/03/2010. <https://www.latribune.fr/actualites/economie/france/20100228trib000481994/tempete-xynthia-mobilisation-pour-aider-particuliers-et-entreprises-sinistres.html>, consulté le 12/10/2018.

49 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

50 - Le Parisien, «Procès Xynthia : les cauchemars des victimes», Le Parisien Actualité, 16/09/2014. <http://www.leparisien.fr/espace-premium/actu/proces-xynthia-les-cauchemars-des-victimes-16-09-2014-4137641.php>, consulté le 13/10/2018.

51 - «Les enjeux du procès Xynthia», [vidéo Dailymotion], BFM TV, 2014, 1min 31s.<https://www.dailymotion.com/video/x260810>, consulté le 13/10/2018.

52 - AVIF (Association des Victimes de la Faute-sur-Mer), consulté le 13/09/2018.

53 - Le Point, «Tempête Xynthia : l'association Avif et 40 victimes déposent une nouvelle plainte», Le Point Société, 15/11/2010. https://www.lepoint.fr/societe/tempete-xynthia-l-association-avif-et-40-victimes-deposent-une-nouvelle-plainte-15-11-2010-1262612_23.php, consulté le 13/09/2018.

54 - Florence DE CHANGY, Bruno PHILIP, «Le supertyphon Mangkhut balaie l'Asie du Sud-Est», Le Monde Asie-Pacifique, 16/09/2018. [https://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2018/09/16/ \[...\]](https://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2018/09/16/ [...]), consulté le 13/10/2018.

55 - *Risques Naturels*, Les risques majeurs, «Les plans de Prévention des Risques naturels». <http://www.risquesnaturels.re/risques/plan-de-prevention-des-risques-ppr>, consulté le 13/10/2018.

56 - *Prefet du Finistère*, Les services de l'État dans le Finistère, «Plans de prévention des risques (PPR)», 19/10/2018. <http://www.finistere.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Plans-de-prevention-des-risques-PPR>, consulté le 13/10/2018.

57 - *Herodote.net*, Toute l'histoire en 1 clic, «31 janvier 1953 Raz de marée meurtrier aux Pays-Bas», 23/07/2010. https://www.herodote.net/31_janvier_1953-evenement-19530131.php, consulté le 13/10/2018.

58 - *Deltawerken*, «Les travaux du plan Delta». <http://www.deltawerken.com/Les-travaux-du-plan-Delta/924.html>, consulté le 13/10/2018.

59 - Laurent LABEYRIE, Submersion Comment gérer la montée du niveau des eaux, Odile Jacob, mars 2015.

60 - *AquaPortail*, Dictionnaire en ligne, Définition «Trait de côte», 06/02/2009. <https://www.aquaportal.com/definition-4370-trait-de-cote.html>, consulté le 14/10/2018.

61 - Sud Ouest, «Le Signal' condamné par l'érosion à Soulac : des travaux ont commencé», Sud Ouest Soulac-sur-Mer, 25/09/2018. <https://www.sudouest.fr/2018/09/25/le-signal-condamne-par-l-erosion-a-soulac-des-travaux-ont-commence-5422493-3193.php>, consulté le 14/10/2018.

62 - Roland PASKOFF, Christine CLUS-AUGY, L'érosion des plages, Institut Océanographique, 2007.

63 - *Futura Sciences, Planète*, «Marée noire». <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/terre-maree-noire-3826/>, consulté le 14/10/2018.

64 - Michel ORIOT, «Marée noire. Il y a 15 ans, le pétrolier Erika provoquait la catastrophe», Ouest France, 12/12/2014. <https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/la-baule-44500/maree-noire-il-y-15-ans-le-petrolier-erika-provoquait-la-catastrophe-3041948>, consulté le 06/05/2018.

65 - LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux), Agir pour la Biodiversité, «1999 - L'Erika». <https://www.lpo.fr/catastrophes-et-marees-noires/1999-lerika>, consulté le 14/10/2018. 66 -

66 - Martine VALO, «L'»Amoco-Cadiz» : la pire marée noire survenue en Europe», Le Monde Planète Pollutions, 14/03/2018. https://www.lemonde.fr/pollution/article/2018/03/14/l-amoco-cadiz-la-pire-maree-noire-survenue-en-europe_5270646_1652666.html, consulté le 06/05/2018.

67 - Emilie TORGEMEN, Frédéric MOUCHON, «Amoco Cadiz : la marée noire qui a tout changé», Le Parisien Société, 16/03/2018. <http://www.leparisien.fr/societe/amoco-cadiz-la-maree-noire-qui-a-tout-change-16-03-2018-7611567.php>, consulté le 14/10/2018.

68 - *Regard sur le Monde, Environnement*, «Les plus grandes marées noires de l'histoire», 25/03/2013. <http://www.regardsurlemonde.fr/blog/les-plus-grandes-marees-noires-de-l-histoire>, consulté le 06/05/2018.

69 - *Gouvernement français, Risques Prévention des risques majeurs*, «Plan Polmar». <https://www.gouvernement.fr/risques/plan-polmar>, consulté le 14/10/2018.

70 - *Polmar, Terra Libra*, «Les plans Polmar». <http://www.polmar.com/ievoli-sun/planpolmar.htm>, consulté le 22/04/2018.

71 - INRA Science & Impact, Ressources et milieux naturels, «Évaluation économique du préjudice écologique causé par le naufrage de l'Erika», 04/05/2016. <http://www.inra.fr/Grand-public/Ressources-et-milieux-naturels/Toutes-les-actualites/Erika.-Evaluation-economique-du-prejudice-ecologique>, consulté le 14/10/2018.

72 - Cedre, Accidentologie, «Amoco Cadiz». <https://wwz.cedre.fr/Ressources/Accidentologie/Accidents/Amoco-Cadiz>, consulté le 14/10/2018.

73 - Site du Morbihan, Le patrimoine, «Dolmens, menhirs et site mégalithiques du Morbihan». <https://www.morbihan.com/accueil/a-voir-a-faire/le-patrimoine/dolmens-et-menhirs>, consulté le 14/10/2018.

74 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

75 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

76 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

77 - Résidents Littoraux, 20 personnes, jeu de cartes connaissances des vents, septembre et octobre 2018.

78 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

79 - Europe 1, «Etats-Unis : l'ouragan Florence a touché terre sur la côte atlantique», www.europe1.fr/international/etats-unis-louragan-florence-a-touche-terre-sur-la-cote-atlantique-3755609, consulté le 15/10/2018.

80 - Résidents Littoraux, 20 personnes, jeu de cartes connaissances des vents, septembre et octobre 2018.

81 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

82 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

83 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

84 - Wikipédia, “Royal Society”, sous CC BY-SA 3.0. https://fr.wikipedia.org/wiki/Royal_Society, consulté le 15/10/2018.

85 - Valerie VOON, «Pourquoi certains aiment se mettre en danger», www.huffingtonpost.fr/valerie-voon/pourquoi-certains-aiment-le-danger_b_12261254.html, consulté le 15/10/2018.

86 - Université Marc Bloch Strasbourg, «Le risque entre fascination et précaution», Sciences Sociales, n°38, 2007, 215 pages. [en ligne]. <http://www.revue-des-sciences-sociales.com/pdf/rss38.pdf>, consulté le 15/10/2018.

87 - Pierre-Alexandre Coïc, Service Urbanisme Mairie de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

88 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

89 - *Instagram*, Compte @ bretagnetourisme, Story «Aimeriez-vous assister à cela ?», 2018.

90 - Le Monde, «L'ouragan Irma, catastrophe naturelle la plus coûteuse de l'histoire de l'assurance outre-mer», Le Monde Planète Climat, 03/09/2018. https://www.lemonde.fr/climat/article/2018/09/03/l-ouragan-irma-catastrophe-naturelle-la-plus-couteuse-de-l-histoire-de-l-assurance-outre-mer_5349726_1652612.html, consulté le 15/09/2018.

91 - France Info, «Ouragan Maria : quelles sont les mesures prises par le gouvernement ?», France 2, 19/09/2017. https://www.francetvinfo.fr/meteo/cyclone-ouragan/ouragan-maria/ouragan-maria-quelles-sont-les-mesures-prises-par-le-gouvernement_2379653.html, consulté le 15/10/2018.

92 - Le Monde, «Les Philippines balayées par le puissant typhon Bopha», Le Monde Asie-Pacifique, 04/12/2012. https://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2012/12/04/les-philippines-balayees-par-le-puissant-typhon-bopha_1799437_3216.html, consulté le 10/08/2018.

93 - Christophe MAGDELAINE, «Le plus puissant cyclone de l'histoire, le supertyphon Haiyan, dévaste les Philippines», Notre planète info, 11/11/2013. <https://www.notre-planete.info/actualites/3852-supertyphon-Haiyan-Philippines>, consulté le 10/08/2018.

94 - Erwan LECOMTE, «Comment calculer la puissance d'un typhon ?», Sciences & Avenir, 07/07/2014. https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/le-typhon-haiyan-est-il-le-plus-puissant-de-tous-les-temps_11752, consulté le 10/08/2018.

95 - Europe 1, «Philippines : évacuations de milliers de personnes avant l'arrivée d'un violent typhon», Europe 1 International, 13/09/2018. <http://www.europe1.fr/international/philippines-evacuations-de-milliers-de-personnes-avant-l-arrivée-d-un-violent-typhon-3754322>, consulté le 15/10/2018.

96 - Le Monde, «Typhon Mangkhut : le bilan s'alourdit à 81 morts aux Philippines», Le Monde Asie-Pacifique, 19/09/2018. https://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2018/09/19/typhon-mangkhut-le-bilan-s-alourdit-a-81-mort-aux-philippines_5357135_3216.html, consulté le 19/09/2018.

97 - Jean-Bernard LITZLER, «En Thaïlande, ce gymnase en bambou résiste aux tremblements de terre», Le Figaro Immobilier, 22/08/2017. https://immobilier.lefigaro.fr/article/en-thailande-ce-gymnase-en-bambou-resiste-aux-tremblements-de-terre_25e693ae-865b-11e7-8e6f-d9a52f727f3c/, consulté le 15/10/2018.

98 - Paradise Beach, Homes, “Ariola 1005 - Dome of a Home”. <http://www.paradisebeachhomes.com/Unit/Details/124419>, consulté le 10/04/2018.

99 - Didier BÉTIN, enseignant directeur École Jean Monnet, interview le 02/10/2018.

100 - Ouest France, «Bretagne. Sud Éducation alerte sur le radon dans 22 lycées bretons», Ouest France Quimper, 05/07/2018. <https://www.ouest-france.fr/bretagne/quimper-29000/bretagne-sud-education-alerte-sur-le-radon-dans-22-lycees-bretons-5865264>, consulté le 03/10/2018.

101 - Jean LE BORGNE, «Quimper. Radon dans les écoles : un taux alarmant», Le Télégramme, 08/11/2017. <https://www.letelegramme.fr/finistere/quimper/sante-trop-de-radon-dans-les-ecoles-08-11-2017-11732689.php>, consulté le 03/10/2018.

102 - *Préfet de la Région d'Ile-de-France*, DRIEE Ile-de-France, «Culture du risque inondation, les résultats du Grand prix», 20/06/2017. <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/culture-du-risque-inondation-les-resultats-du-a3112.html>, consulté le 15/10/2018.

103 - Fne-Writer, «Érosion des sols à Mayotte : sensibiliser, le premier pas du changement», France Nature Environnement, 19/12/2016. <https://www.fne.asso.fr/actualites/%C3%A9rosion-des-sols-%C3%A0-mayotte-sensibiliser-le-premier-pas-du-changement>, consulté le 16/10/2018.

104 - Michel DUPIN, «Capbreton (40) : des panneaux pour sensibiliser à l'érosion», Sud Ouest, 21/08/2018. <https://www.sudouest.fr/2018/08/21/sensibiliser-a-l-erosion-5324825-3327.php>, consulté le 16/10/2018.

105 - *Greenpeace*, Documents clés, «Abeilles en danger : un fléau aux causes multiples et aux conséquences catastrophiques», 2016. <https://www.greenpeace.fr/abeilles-danger-fleau-aux-causes-multiples-aux-consequences-catastrophiques/>, consulté le 16/10/2018.

106 - Marie-Céline RAY, «Récif corallien», Futura Sciences Planète. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/ocean-recif-corallien-15724/>, consulté le 16/10/2018.

107 - Fondation Bouygues Telecom, «La réalité augmentée pour sensibiliser à l'érosion des récifs coralliens», CareNews, 19/10/2017. <http://www.carennews.com/fr/news/9101-la-realite-augmentee-pour-sensibiliser-a-l-erosion-des-recifs-coralliens>, consulté le 16/10/2018.

Partie II - Un atout pour le territoire

108 - *Mythologica*, Grenier de Clio, «Eole», 2001-2008. <https://mythologica.fr/grec/eole.htm>, consulté le 15/04/2018.

109 - Passeurdefeu, «Les vents mythologiques», Eau Terre Feu Air, 01/05/2016. <https://eauterrefeuair.wordpress.com/2016/05/01/les-vents-mythologiques/>, consulté le 17/10/2018.

110 - *Mythologica*, Grenier de Clio, «Zéphir», 2001-2008. <https://mythologica.fr/grec/zephyr.htm>, consulté le 17/10/2018.

111 - *Mythologica*, Grenier de Clio, «Borée», 2001-2008. <https://mythologica.fr/grec/orithyie.htm>, consulté le 17/10/2018.

112 - *Wikipédia*, «Divinités grecques des vents», sous CC BY-SA 3.0, 10/06/2018.https://fr.wikipedia.org/wiki/Divinit%C3%A9s_grecques_des_vents, consulté le 17/10/2018.

113- *Belgacom*, «Deucalion et Pyrrha». <http://users.belgacom.net/bn061744/mgdeucalion.htm>, consulté le 17/10/2018.

114 - Serge JODRA, «Borée», Cosmovision, 2004. [http://www.cosmovisions.com/\\$Boree.htm](http://www.cosmovisions.com/$Boree.htm), consulté le 17/10/2018.

115 - CNRTL, Dictionnaire en ligne. Définition : iconographie. <http://www.cnrtl.fr/definition/iconographie>, consulté le 15/10/2018.

116 - *Université de Caen*, «La représentation du corps des dieux dans la peinture de vases grecques». <https://www.unicaen.fr/puc/images/k17201tisserant.pdf>, consulté le 17/10/2018.

117 - Serge JODRA, «Borée», Cosmovision, 2004. [http://www.cosmovisions.com/\\$Boree.htm](http://www.cosmovisions.com/$Boree.htm), consulté le 17/10/2018.

118 - Passeurdefeu, «Les vents mythologiques», Eau Terre Feu Air, 01/05/2016. <https://eauterrefeuair.wordpress.com/2016/05/01/les-vents-mythologiques/>, consulté le 17/10/2018.

119 - Jan KÖRNER, «Eole, le dieu des vents», guide du routard, 05/2007. https://www.routard.com/photos/sicile/41630-eole_le_dieu_des_vents.htm, consulté le 15/04/2018.

- 120 - Agnès VINAS, «La tour des vents à Athènes», Méditerranées, 04/01/2018. https://mediterranees.net/art_antique/monuments/tour_vents/index.html, consulté le 17/10/2018.
- 121 - La Grèce, «Tour des vents», 2018. <https://www.grece-bleue.net/tour-des-vents.php>, consulté le 17/10/2018.
- 122 - Jacqueline EIDELMAN, Anne JONCHERY, «Sociologie de la démocratisation des musées», Revue Hermès n°61 : Les musées au prisme de la communication, ref. 9782271072849, CNRS Editions, 03/2011. <https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2011-3-page-52.htm>, consulté le 17/10/2018.
- 123 - *Musée du Louvre*, «Zéphir et Flore», XVIIIe siècle. <https://www.louvre.fr/mediaimages/zephyr-et-flore-7>, consulté le 17/10/2018.
- 124 - UNESCO, «Site archéologique de l'Acropole», sous licence CC-BY-SA IGO 3.0. <https://whc.unesco.org/fr/list/404/>, consulté le 17/10/2018.
- 125 - UNESCO, «Site archéologique de Delphes», sous licence CC-BY-SA IGO 3.0. <https://whc.unesco.org/fr/list/393>, consulté le 17/10/2018.
- 126 - Michel MOLLAT DU JOURDIN, «Histoire de la navigation maritime», Universalis. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/navigation-maritime/1-des-navigations-primitives-a-l-art-nautique-du-moyen-age/>, consulté le 17/10/2018.
- 127 - Frédéric MARGUET, «Histoire générale de la navigation du XVe au XXe siècle», Carnet de bord (du capitaine du vaisseau Frédéric Marguet), 1931. http://www.devill.net/Infos/navigation/histoire_nav_marguet.pdf, consulté le 17/10/2018.
- 128 - *Wikipédia*, «Histoire des bateaux», sous CC BY-SA 3.0, 04/10/2018. https://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_des_bateaux, consulté le 17/10/2018.
- 129 - Jules CÉSAR, Guerre des Gaules, Les navires des Vénètes, Belles Lettres, 1984.https://www.persee.fr/doc/abpo_0003-391x_1956_num_63_1_2005, consulté le 17/10/2018.
- 130 - *Dérivoile*, «Les différentes allures», 27/05/2012. <https://derivoile.fr/theorie-allures.html>, consulté le 17/10/2018.

- 131 - DALLAS, «L'invention du moulin à vent», [Histoire pour tous](#), 22/03/2011. <https://www.histoire-pour-tous.fr/inventions/2583-invention-du-moulin-a-vent.html>, consulté le 18/10/2018.
- 132 - *Canalblog*, «Moulin de Lambesc : fonctionnement d'un moulin à vent», 12/04/2018. <http://moulindepromence.canalblog.com/archives/2015/02/09/31495368.html>, consulté le 18/10/2018.
- 133 - *Fédération des moulins de France*, «Les moulins à vent de France», 2016. <http://www.fdmf.fr/index.php/les-moulins-de-france/inventaire-par-type-de-moulin/moulins-a-vent>, consulté le 28/04/2018.
- 134 - Annie CANDORÉ, [Guide des moulins en France](#), 2e édition, Horay, juin 2004.
- 135 - Philippe OLLIVIER, [Éoliennes quand le vent nous éclaire](#), Privat, février 2006, consulté le 10/09/2018.
- 136 - *RTBF*, La 1ère, «Invention - L'éolienne», 14/03/2012. https://www.rtbf.be/lapremiere/article/detail_invention-l-eolienne?id=7729957, consulté le 18/10/2018.
- 137 - *Wikipédia*, *WikiEolienne*, «Histoire de l'énergie éolienne», sous CC BY-SA 3.0, 30/10/2018. https://eolienne.f4jr.org/histoire_energie_eolienne, consulté le 18/10/2018.
- 138 - *Eco Infos*, «Principe de fonctionnement de l'énergie éolienne», 08/01/2018. <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/eolienne/principe-fonctionnement-eolienne/>, consulté le 18/10/2018.
- 139 - *EDF*, «L'éolien en chiffre». <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie-produire-de-l-electricite/l-eolien-en-chiffres>, consulté le 18/10/2018.
- 140 - Marie-Estelle PECH, «La France vent debout contre les éoliennes», *Le Figaro*, 07/08/2018, consulté le 04/08/2018.
- 141 - *Parc éolien en mer de St-Nazaire*, «Un projet d'avenir pour le territoire». <http://parc-eolien-en-mer-de-saint-nazaire.fr/>, consulte le 18/10/2018.
- 142 - *Office de Tourisme d'Etretat*, «Naturelle Etretat». <http://etretat.net/office-de-tourisme-etretat/modules/content/content.php?page=falaises>, consulté le 18/10/2018.

143 - *Région Normandie*, «Etretat vous tend les bras !», 04/04/2017. <https://www.normandie.fr/etretat-vous-tend-les-bras>, consulté le 18/10/2018.

144 - *Le Monde*, «L'arche emblématique de Malte, l'Azur Window engloutie par la mer», *Le Monde Planète Climat*, 10/03/2017. https://www.lemonde.fr/climat/article/2017/03/09/l-arche-emblematique-de-malte-l-azur-window-engloutie-par-la-mer_5091868_1652612.html, consulté le 18/10/2018.

145 - *SansAgent*, *Le Parisien*, Définition Culture en terrasse. <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Culture%20en%20terrasses/fr-fr/>, consulté le 18/10/2018.

146 - *Fundacion Cesar Manrique*, «Maison du Volcan». <http://fcmanrique.org/casas-museo-visitas/fundacion cesar manrique-tahiche/?lang=fr>, consulté le 18/10/2018.

147 - *Easy Voyage*, «Découvrez les objets du vent de César Manrique - Canaries». <https://www.easyvoyage.com/reportage/lanzarote-selon-ses-habitants/dcouvrez-les-jouets-du-vent-de-cesar-manrique-1073>, consulté le 18/10/2018.

148 - Philippe CADU, «Exposition collective 'la tempête' | Crac à Sète», *Contemporanéités de l'Art*, 18/11/2017. <https://contemporaneitesdelart.fr/exposition-collective-la-tempete-crac-a-sete/>, consulté le 18/10/2018.

149 - Lise GUÉHENNEUX, «Exposition 'La tempête' souffle sur le centre d'art contemporain de Sète», *L'Humanité*, 06/02/2018. <https://www.humanite.fr/exposition-la-tempete-souffle-sur-le-centre-d-art-contemporain-de-sete-649931>, consulté le 08/05/2018.

150 - Sean Kelly CONWAY, «Hurricane Season», *Magazine INDOEK*, 09/2018. <https://www.facebook.com/Indoek/photos/a.325383737501365/2059822460724142/?type=3>, consulté le 22/09/2018.

151 - *Site Gouvernemental français*, «Pollution de l'air». <https://www.gouvernement.fr/risques/pollution-de-l-air>, consulté le 19/10/2018.

152 - Stéphane MANDARD, «La pollution de l'air tue 7 millions de personnes par an dans le monde, alerte l'OMS», Le Monde Planète, 02/05/2018. https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/05/02/la-pollution-de-l-air-tue-7-millions-de-personnes-par-an-dans-le-monde-alerte-oms_5293076_3244.html, consulté le 19/10/2018.

153 - *Ministère de la Transition écologique et solidaire*, «Pollution de l'air : origines, situation et impacts», 01/02/2017. <https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts>, consulté le 19/10/2018.

154 - Théo, «La pollution de l'air en France reste problématique, mais recule depuis plus de 20 ans», Sciences Pop, 26/03/2018. <https://sciencepop.fr/2018/03/26/qualite-air-pollution/>, consulté le 19/10/2018.

155 - CNRTL, dictionnaire en ligne. Définition : neurasthénie.

156 - Nathalie MAYER, «L'air de la mer est-il bon pour la santé», Futura Santé. <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/divers-air-mer-il-bon-sante-7843/>, consulté le 19/10/2018.

157 - Danielle, «Les bienfaits de la mer sur votre organisme», Senior au top, 09/08/2015. <https://seniorautop.com/les-bienfaits-de-la-mer/>, consulté le 19/10/2018.

158 - *Comité des Salines de France*, «Sel & Savoir-faire». <http://www.salines.com/sel-savoir-faire/alimentation/sels-iodes-fluores/sel-iode/>, consulté le 19/10/2018.

159 - Interview de Matthieu Arif, habitant de la région parisienne, septembre 2018.

160 - RTS, «Vivre en altitude est bon pour le cœur», RTS Sciences-Tech, 28/06/2010. <https://www.rts.ch/info/sciences-tech/1053587-vivre-en-altitude-est-bon-pour-le-coeur.html>, consulté le 19/10/2018.

161 - *France Montagnes*, «Pourquoi la montagne nous fait-elle du bien ?», 02/02/2010. <https://www.france-montagnes.com/webzine/style/pourquoi-la-montagne-nous-fait-elle-du-bien>, consulté le 19/10/2018.

162 - Philippe VOGEL, «S'entraîner en altitude pour booster ses performances», Runner's World. <https://www.runnersworld.fr/coaching/sentrainer-en-altitude-pour-booster-ses-performances/>, consulté le 19/10/2018.

- 163 - Jean CLAUDE, «Agriculture : reproduction des plantes à fleurs», Sciences en livre, 27/06/2017.
<https://www.dev.scienceenlivre.org/index.php/2017/06/27/agriculture-reproduction-des-plantes/>
- 164 - Patrick STRAUB, «L'anémogamie : la pollinisation par le vent», Futura Sciences Planète. <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-pollinisation-service-ecologique-gratuit-970/page/4/>, consulté le 19/10/2018.
- 165 - David BUSTI, «La pollinisation des pins par le vent», École Nationale Supérieure de Lyon, 10/2011. <http://biologie.ens-lyon.fr/ressources/Biodiversite/Documents/image-de-la-semaine/2011/semaine-44-31-10-2011>, consulté le 19/10/2018.
- 166 - Ingénieur écologue GB, «Les différents modes de dispersion des graines», Conservation Nature. <http://www.conservation-nature.fr/article1.php?id=306>, consulté le 19/10/2018.
- 167 - *Maxicours*, «Observation et mode de dispersion des graines».
<https://www.maxicours.com/se/fiche/6/6/205966.html/6e>, consulté le 19/10/2018.
- 168 - *Cordial*, Dictionnaire en ligne, Définition de Anémomorphose.
<https://www.cordial.fr/dictionnaire/definition/an%C3%A9momorphose.php>, consulté le 19/10/2018.
- 169 - Olivier CANTAT, Edwige SAVOURET, Laurent BRUNET, «Les anémomorphoses végétales : quelle signification géoclimatique réelle ?», Journal de l'Association Internationale de Climatologie, 2009. <http://lodel.irevues.inist.fr/climatologie/index.php?id=373>, consulté le 19/10/2018.
- 170 - 20 Minutes, «Vidéo. Québec : Une forêt ondule et «respire» sous l'effet de violentes rafales de vent», 20 minutes Nature, 24/10/2018. <https://www.20minutes.fr/insolite/2359987-20181024-video-quebec-foret-ondule-respire-sous-effet-violentes-rafales-vent>, consulté le 30/10/2018.
- 171 - Marie-Céline RAY, «Oiseau migrateur», Futura Planète. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/oiseaux-oiseau-migrateur-15392/>, consulté le 19/10/2018.
- 172 - Jacques NICOLIN, «La migration des oiseaux», Oiseau Libre. <http://www.oiseau-libre.net/Oiseaux/Migration.html>, consulté le 19/10/2018.

173 - *Mission Migration*, «Les stratégies des migrants». https://www.migration.net/index.php?m_id=22006&item=6, consulté le 19/10/2018.

174 - Juliette HEUZEBROC, «La migration des bélugas phoques se fait au gré du vent», National Geographic Animaux, 05/04/2018. <https://www.nationalgeographic.fr/animaux/2018/04/la-migration-des-bebes-phoques-se-fait-au-gre-du-vent>, consulté le 19/10/2018.

175 - Mari GODFRAIN, «L'architecture vernaculaire, quand l'habitat se fond dans son environnement», Le Monde, 24/01/2014. https://www.lemonde.fr/m-actu/article/2014/01/24/retour-aux-sources_4353074_4497186.html, consulté le 22/10/2018.

176 - *Wikipédia*, Wikiversity, «Architecture de l'Egypte antique : la brique», sous CC BY-SA 3.0, 12/04/2018. https://fr.wikiversity.org/wiki/Architecture_de_la_brique, consulté le 22/10/2018.

177 - *Vernaculaire*, Jean-Nicolas LECHAT, «L'architecture vernaculaire aujourd'hui». <https://vernaculaire.com/larchitecture-vernaculaire-aujourd'hui/>, consulté le 01/06/2018.

178 - UNESCO, "Old walled city of Shibam". <https://whc.unesco.org/en/list/192>, consulté le 22/10/2018.

179 - *Vernaculaire*, Jean-Nicolas LECHAT, «L'architecture vernaculaire aujourd'hui». <https://vernaculaire.com/larchitecture-vernaculaire-aujourd'hui/>, consulté le 01/06/2018.

180 - Jean-Nicolas LECHAT, «Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects - L'éducation écologique durable», Vernaculaire, 30/05/2016. <https://vernaculaire.com/farming-kindergarten-vo-trong-nghia-architects-leducation-ecologique-durable/>, consulté le 22/10/2018.

181 - Elphège BOULBIN, «Hassan Fathy et Francis Kéré : Architecture de terre crue, entre modernité et tradition en Afrique», sous la direction de Sylvain Schoonbaert, Mémoire de fin d'année [en ligne]. http://www.academia.edu/22999688/Hassan_Fathy_et_Francis_K%C3%A9r%C3%A9_Architecture_de_terre_crue_entre_modernit%C3%A9_et_tradition_en_Afrique, consulté le 22/10/2018.

182 - Marc KUSHNER, L'architecture de demain en 100 défis, Marabout, TED Books, mars 2015.

183 - *Guide Bâtiment Durable*, «Dispositif | Free-cooling», 29/01/2016. <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/concevoir-la-circulation-de-l-air-a-l-interieur-du-batiment.html?IDC=7850>, consulté le 22/10/2018.

184 - *Guide Bâtiment Durable*, «Possibilités de free-cooling naturels», 29/01/2016. <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/possibilites-de-free-cooling-naturel.html?IDC=7847>, consulté le 22/10/2018.

185 - *Schlaich BERGERMAN PARTNER*, «Foire de Hanovre Hall 26». <https://www.sbp.de/en/project/trade-fair-hanover-hall-26/>, consulté le 22/10/2018.

186 - *Deutsche Messe*, «Hall 26». <http://www.messe.de/en/your-event/locations/halls/hall-26/>, consulté le 22/10/2018.

187 - *French District*, «Le World Trade Center Transportation Hub». <https://frenchdistrict.com/new-york/articles/le-world-trade-center-transportation-hub-oculus-new-york/>, consulté le 22/10/2018.

188 - *New York City*, “World Trade Center Transportation Hub”. <https://www.newyorkcity.fr/world-trade-center-transportation-hub-a-new-york/>, consulté le 22/10/2018.

189 - Clémentine LAURENT-POLZ, La grille climatique de Le Corbusier et la démarche de haute qualité environnementale, sous la direction de Daniel Siret, mémoire de recherche de Master 2, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, septembre 2006. <http://laurent.clementine.free.fr/pdf/masterrecherche.pdf>, consulté le 06/06/2018.

190 - Daniel SIRET, «1950 - Grille climatique (Chandigarh)», Archives ouvertes, février 2006. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01249645/document>, consulté le 07/06/2018.

191 - *Détails d'Architecture*, «Les tours à vent...», 27/03/2008. <https://www.detailsdarchitecture.com/les-tours-a-vent/>, consulté le 22/10/2018.

192 - G.R. Deghan KAMARAGI, «Les systèmes de ventilation et refroidissement dans l'architecture traditionnelle du golfe Persique», Paleo Energétique, 12/2014. <https://paleo-energetique.org/bagdir-tour-a-vent/>, consulté le 22/10/2018.

193 - Albert VIDET, «Bagdir / Tour à vent», Carnet de route. http://www.albert-videt.eu/photographie/carnet-de-route/iran_10-2006/badgir_tour-du-vent_yazd_00.php, consulté le 22/10/2018.

194 - CNRTL, dictionnaire en ligne. Définition : dessiccation.

195 - *Wikipédia*, «Dessiccation», sous CC BY-SA 3.0. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Dessiccation>, consulté le 22/10/2018.

196 - *Vie paysanne autrefois*, Chapitre X, «La conservation des aliments». http://viepaysanneautrefois.free.fr/chapitres/ch04/411_ConservFumageEtc_386a402.pdf, consulté le 22/10/2018.

197 - Clémentine DESFEMMES, «Les différents moyens de conservation», Gerbeaud, 31/01/2016. <https://www.gerbeaud.com/jardin/découverte/méthodes-conservation-aliments,1142.html>, consulté le 07/06/2018.

198 - Hervé, «Groundfridge : Conserver ses aliments au frais... sans électricité... sous terre», Abavala, 28/10/2015. <https://www.abavala.com/groundfridge-conserver-ses-aliments-au-frais-sans-electricité-sous-terre/>, consulté le 22/10/2018.

199 - Albert VIDET, «Bagdir / Tour à vent», Carnet de route. http://www.albert-videt.eu/photographie/carnet-de-route/iran_10-2006/badgir_tour-du-vent_yazd_00.php, consulté le 22/10/2018.

200 - Axel LECLERCQ, «Chaque jour, ce conteneur fabrique 2000 litres d'eau potable», Positivfr, 26/10/2018. <https://positivfr.fr/conteneur-eau-potable-2000-litres-par-jour-xprize/>, consulté le 30/10/2018.

201 - *Vendée Globe*, «Vendée Globe Solitaire, sans escale et sans assistance». <https://www.vendeeglobe.org/fr/presentation>, consulté le 23/10/2018.

202 - *Vendée Globe*, «À terre». <https://www.vendeeglobe.org/fr/assitez-au-depart/a-terre>, consulté le 22/10/2018.

203 - BFM, «Virtual Regatta : Michel Desjoyeaux explique comment utiliser les polaires», BFM RMC Sport, 16/11/2016. <https://rmcsport.bfmtv.com/voile/virtual-regatta-michel-desjoyeaux-explique-comment-utiliser-les-polaires-1059817.html>, consulté le 23/10/2018.

204 - Thomas BREGARDIS, «Vidéo Route du Rhum : Revivez le départ de la 11e édition», Ouest France, 04/11/2018. <https://www.ouest-france.fr/route-du-rhum/video-route-du-rhum-revivez-le-depart-de-la-11e-edition-6051255>, consulté le 04/11/2018.

205 - *VisitPortugal*, «MEO Rip Curl Pro Portugal». <https://www.visitportugal.com/fr/node/155982>, consulté le 22/10/2018.

206 - *Le web pédagogique*, «Les objets volants. L'ornithoptère», 03/10/2014. <https://lewebpedagogique.com/lesobjetsvolants/tag/leonard-de-vinci/>, consulté le 23/10/2018.

207 - Lucrèce, «L'invention de la montgolfière», Histoire pour tous, 04/06/2018.<https://www.histoire-pour-tous.fr/inventions/5519-l-invention-de-la-montgolfiere-4-juin-1783.html>, consulté le 23/10/2018.

208 - Bertrand DREYFUS, «Planeur», Universalis. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/planeur/>, consulté le 23/10/2018.

209 - *Heredote*, «9 octobre 1890 Et Clément Ader inventa l'avion...», 10/10/2017.https://www.herodote.net/9_octobre_1890-evenement-18901009.php, consulté le 23/10/2018.

210 - *Futura Sciences*, «Les frères Wright». <https://www.futura-sciences.com/sciences/personnalites/aeronautique-freres-wright-1124/>, consulté le 23/10/2018.

211 - David, «Comment un avion vole-t-il ?», Science Etonnante, 25/09/2016. <https://scienctonnante.wordpress.com/2016/09/25/comment-un-avion-vole-t-il/>, consulté le 23/10/2018.

212 - *L'Autorité de Sûreté Nucléaire* (ASN). <https://www ASN.fr>, consulté le 23/10/2018.

213 - *ConsoGlobe Planétoscope*, «Vols d'avions dans le monde», affichage en temps réel. <https://www.planetoscope.com/Avion/109-vols-d-avions-dans-le-monde.html>, consulté le 23/10/2018.

214 - *ConsoGlobe Planétoscope*, «Passagers transportés par avion dans le monde», affichage en temps réel. <https://www.planetoscope.com/Avion/109-vols-d-avions-dans-le-monde.html>, consulté le 23/10/2018.

215 - Yannick SOURISSEAU, «Mobilité : des véhicules en libre service qui vont carburer à l'éolien», Ville Intelligente Mag, 31/01/2018. https://www.villeintelligente-mag.fr/Mobilite%C2%A0-des-vehicules-en-libre-service-qui-vont-carburer-a-l-eolien_a424.html, consulté le 12/05/2018.

216 - Nicolas UGALDE, «Des véhicules en libre-service qui carburent à l'éolien», Le monde de l'énergie, 09/02/2018. <https://www.lemondedelenergie.com/vehicules-hydrogène-eolien/2018/02/09/>, consulté le 12/05/2018.

217 - Richard BURDETT, "Wind powered cars : a possibility or crackpot philosophy ?", Renewable energy hub, 21/06/2016. <https://www.renewableenergyhub.co.uk/blog/wind-powered-cars-a-possibility-or-crackpot-philosophy/>, consulté le 28/08/2018.

Partie III - Résilience des populations du littoral face aux tempêtes

218 - INSEE Aquitaine, «L'observatoire du littoral : démographie et économie du littoral», 09/01/2009. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1379044>, consulté le 24/10/2018.

219 - DGE (Direction Générale des Entreprises), «Le tourisme littoral», site gouvernemental français, 10/02/2017. <https://www.entreprises.gouv.fr/tourisme/tourisme-littoral>, consulté le 10/09/2018.

220 - France 3 Télé Pays de la Loire, INA, «Inondations à Noirmoutier», Regard sur la Vendée, 02/01/1979. <https://fresques.ina.fr/olonne/fiche-media/Olonne00215/inondations-a-noirmoutier.html>, consulté le 24/10/2018.

221 - Géorisques, «Submersion marine». <http://www.georisques.gouv.fr/glossaire/submersion-marine-0>, consulté le 10/09/2018.

222 - CNRTL, dictionnaire en ligne. Définition : dune.
<http://www.cnrtl.fr/definition/dune>, consulté le 24/10/2018.

223 - Iwan LE BERRE, enseignant chercheur en géographie au CNRS de Brest, interview, 25/09/2018.

224 - Martine VALO, «À Noirmoutier, la lutte sans fin contre l'océan», Le Monde Planète, 20/03/2015. https://www.lemonde.fr/planete/article/2015/03/20/a-noirmoutier-la-lutte-sans-fin-contre-l-ocean_4597882_3244.html, consulté le 24/10/2018.

225 - *Top Profs*, «L'enrochement : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?», 16/02/2017. <http://www.top-profs.fr/enrochement-quest-ce-que-cest-et-a-quoi-ca-sert/>, consulté le 24/10/2018.

226 - Consultation du Plan de Prévention des Risques du Littoral Ouest Odet à la mairie de Plobannalec-Lesconil.

227 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

228 - DGE (Direction Générale des Entreprises), «Le tourisme littoral», site gouvernemental français, 10/02/2017. <https://www.entreprises.gouv.fr/tourisme/tourisme-littoral>, consulté le 10/09/2018.

229 - Consultation du Plan de Prévention des Risques du Littoral Ouest Odet à la mairie de Plobannalec-Lesconil.

230 - SNSM (Société Nationale de Sauvetage en Mer).
<https://www.snsm.org/>, consulté le 12/05/2018.

231 - *Marine Marchande*, «Abeille Bourbon». <http://www.marine-marchande.net/Reportages/AbeilleBourbon/A-AbeilleBourbon.htm>, consulté le 12/05/2018.

232 - Théodore GAZENGEL, Jean-Luc DÉAN, Les Abeilles Des navires, des hommes, une histoire, Editions Marines, février 2005.

233 - *Ministère de l'Intérieur*, «Dragon 29 : un hélicoptère polyvalent», 2013. <https://www.interieur.gouv.fr/Archives/Archives-des-dossiers/2013-Dossiers/Dragon->

234 - Adrien GICQUIAU, «Comment rendre les bâtiments résistants aux ouragans ?», Le Figaro Immobilier, 31/10/17. https://immobilier.lefigaro.fr/article/comment-rendre-les-batiments-resistants-aux-ouragans-_4f2677a8-9492-11e7-a403-76fc53fc132/, consulté le 06/04/2018.

235 - Le Figaro, «Ces constructions qui résistent aux ouragans», Le Figaro Immobilier, 06/09/2017. https://immobilier.lefigaro.fr/article/ces-constructions-qui-resistant-aux-ouragans_d4b6aa42-92de-11e7-81e0-00b287ddb3af/, consulté le 06/04/2018.

236 - Laure MESTRE, «Construire en courbes pour résister aux bourrasques», À tous les étages, 14/09/2017. <http://www.decoatouslesetages.fr/2017/09/14/construire-en-courbes-pour-resister-aux-bourrasques/>, consulté le 24/10/2018.

237 - Marc KUSHNER, L'architecture de demain en 100 défis, Marabout, TED Books, mars 2015.

238 - Le Figaro, «Ces constructions qui résistent aux ouragans», Le Figaro Immobilier, 06/09/2017. https://immobilier.lefigaro.fr/article/ces-constructions-qui-resistant-aux-ouragans_d4b6aa42-92de-11e7-81e0-00b287ddb3af/, consulté le 06/04/2018.

239 - Jean-Bernard LITZLER, «En Thaïlande, ce gymnase en bambou résiste aux tremblements de terre», Le Figaro Immobilier, 22/08/2017. https://immobilier.lefigaro.fr/article/en-thailande-ce-gymnase-en-bambou-resiste-aux-tremblements-de-terre_25e693ae-865b-11e7-8e6f-d9a52f727f3c/, consulté le 06/04/2018.

240 - Laure MESTRE, «Construire en courbes pour résister aux bourrasques», À tous les étages, 14/09/2017. <http://www.decoatouslesetages.fr/2017/09/14/construire-en-courbes-pour-resister-aux-bourrasques/>, consulté le 24/10/2018.

241 - Philippe, «Dôme house Japon», Habitat Bulles, 30/09/2018. <http://habitat-bulles.com/dome-house-japon/>, consulté le 24/10/2018.

242 - *RenovArt*, «Tempêtes : quels sont les volets qui résistent le mieux au vent ?», 28/02/2017. <https://www.guide-fenetres-volets.fr/tempetes-volets-resistants-vent/>, consulté le 24/10/2018.

243 - *FRAC Centre Val de Loire*, «Paper Log House, Kobe, 1995» <http://www.frac-centre.fr/index-des-auteurs/rub/rubprojets-64>.

244 - *Habiter autrement*, «Shigeru Ban, architecte de l'urgence», 27/04/2008. http://www.habiter-autrement.org/24_abris/02_abris.htm, consulté le 08/04/2018.

245 - Marc KUSHNER, L'architecture de demain en 100 défis, Marabout, TED Books, mars 2015.

246 - Laure MESTRE, «Construire en courbes pour résister aux bourrasques», À tous les étages, 14/09/2017. <http://www.decoatouslesetages.fr/2017/09/14/construire-en-courbes-pour-resister-aux-bourrasques/>, consulté le 24/10/2018.

247 - Julia Z., «L'agence BIG réaménagera les rives sud de Manhattan contre les inondations», Projets Architecte Urbanisme, 03/06/2014. <http://projets-architecte-urbanisme.fr/agence-big-protection-inondation-sandy-manhattan-new-york/>, consulté le 16/05/2018.

248 - Marc KUSHNER, L'architecture de demain en 100 défis, Marabout, TED Books, mars 2015.

249 - *The Eastern Seaboard United States*, West 8, “Blue Dunes : The future of coastal protection”, 2013-2014. http://www.west8.com/projects/blue_dunes_the_future_of_coastal_protection/?fbclid=IwAR1y6m2aIm6vdXRYYpla6D-Z7NCKdhfslUfEd7fRbfRncOXxpAwun94a-A, consulté le 21/09/2018.

250 - *New York State Governor's Office of Storm Recovery*, Rebuild by Design, “Living Breakwaters”. http://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/ny-living-breakwaters?fbclid=IwAR3jsU18ccUJSmjw-a_BrqmYg2ycsWNL978c_MLJfFAk1sEE3Y2GTrnrc0, consulté le 21/09/2018.

251 - *Governor's office of storm recovery GOSR*, New York State, "Learn more about the Living Breakwaters project". <https://stormrecovery.ny.gov/learn-more-about-living-breakwaters-project>, consulté le 21/09/2018.

252 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

253 - Alexandre, directeur du Centre Nautique de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

254 - Mary GUÉGUEN, Office de Tourisme de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

255 - L'internaute, «Population de Plobannalec-Lesconil (29740)». <http://www.linternaute.com/ville/plobannalec-lesconil/ville-29165/demographie>, consulté le 10/05/2018.

256 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

257 - Didier BÉTIN, Habitant saisonnier de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

258 - Nicole MAILLOUX, Habitante saisonnière de Plobannalec-Lesconil, interview août 2018.

259 - Résidents Littoraux, 40 personnes, interviews, août et septembre 2018.

260 - Martine VALO, «À Noirmoutier, la lutte sans fin contre l'océan», *Le Monde Planète*, 20/03/2015. https://www.lemonde.fr/planete/article/2015/03/20/la-noirmoutier-la-lutte-sans-fin-contre-l-ocean_4597882_3244.html, consulté le 24/10/2018.

261 - Résidents Littoraux, 20 personnes, jeu de cartes, août et septembre 2018.

262 - *Cheval Vert*, «Mèchanè». <https://chevalvert.fr/installation/mechane/>, consulté le 20/12/2018.

Études terrain & interviews

- Plobannalec-Lesconil, Finistère
- Quimper, Finistère
- Nantes, Loire-Atlantique

Photographies personnelles

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| - Plobannalec-Lesconil, Finistère | - Douarnenez, Finistère |
| - Nantes, Loire-Atlantique | - La Pierre Saint-Martin, Pyrénées |
| - Quimper, Finistère | - Viêtnam (2016) |
| - Pointe de Trefeuntec, Finistère | - New York (2016) |
| - Kervel, Finistère | - Lanzarote (2014) |

REMERCIEMENTS



Je souhaite remercier Zélia Darnault, pour son engagement et ses précieux conseils, lors de l'écriture de ce mémoire.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à ma famille, et plus particulièrement à mes parents, pour leur amour, leur soutien et leur bienveillance.

Enfin, je remercie mes amis, pour leur bonne humeur et leur aide.

