

**Patricia Maden**

**Travail présenté à**

**M. Guillaume Marie et**

**M. Iwan LeBerre**

**Dans le cadre du projet ARICO**

**Pour le cours Mémoire de baccalauréat (GEO41001)**

**CONSTRUCTION D'UNE FRISE CHRONOLOGIQUE NUMÉRIQUE DU  
PROCESSUS DE LA VULNÉRABILITÉ SYSTÉMIQUE DE LA COMMUNE DE  
PENMARC'H, PAYS BIGOUDEN SUD, FRANCE**

**Université du Québec à Rimouski**

**25 mars 2022**



## Table des matières

<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Présentation du site d'étude : Pays Bigouden Sud et Penmarc'h.....</b>	<b>2</b>
2.1 Caractéristiques physiques .....	3
2.2 Caractéristiques socio-économiques .....	4
<b>3. Les outils de représentation spatio-temporelle.....</b>	<b>7</b>
3.1 Présentation de la frise chronologique .....	7
3.2 Présentation de la frise chronologique numérique .....	8
3.3 Présentation de la frise chrono-systémique .....	10
3.4 Présentation de la cartographie temporelle.....	11
3.5 Justification du choix de l'outil de représentation visuelle .....	12
<b>4. Méthodologies .....</b>	<b>13</b>
4.1 Méthodologie générique .....	13
4.2 Méthodologie factuelle.....	14
4.3 Méthodologie relative à la frise chronologique numérique partagée .....	15
<b>5. Résultats .....</b>	<b>15</b>
5.1 Choix des bornes temporelles.....	15
5.2 Choix des ingrédients : croisement des notions de vulnérabilité systémique.....	16
5.3 Choix du type de données et des jalons.....	19
5.3.1 Aléas – Temps long.....	19
5.3.2 Aléas – Temps court.....	20
5.3.3 Enjeux – Humains .....	20
5.3.4 Enjeux – Socio-économiques .....	21
5.3.5 Enjeux – Environnementaux .....	22
5.3.6 Adaptation – Gestion.....	23
5.3.7 Adaptation – Aménagement.....	23
5.3.8 Adaptation - Sensibilisation .....	24
<b>6. Discussion.....</b>	<b>25</b>
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>26</b>
<b>Bibliothèque .....</b>	<b>27</b>
<b>Annexe 1 -.....</b>	<b>I</b>
<b>Annexe 2.....</b>	<b>II</b>
<b>Annexe 3.....</b>	<b>III</b>
<b>Annexe 4.....</b>	<b>IV</b>

**Annexe 5..... V**

## 1. Introduction

Les tendances mondiales confirment une hausse du niveau marin dans le futur, augmentant donc les risques de submersion et d'érosion. Or, parallèlement le peuplement du littoral continue tout de même à s'intensifier et la vulnérabilité en zone côtière est toujours mal comprise. Une des causes de cette incompréhension provient d'une fragmentation du savoir, où submersion et érosion ne sont pas croisées tout comme sciences humaines et physiques (Meur-Ferec et *al.*, 2020).

Bien que la définition de la vulnérabilité soit encore débattue au sein de la communauté scientifique, celle du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) est généralement assez bien acceptée (Magnan et *al.*, 2012). Il est donc convenu que la vulnérabilité est le degré auquel un système risque d'être affecté à l'occurrence d'un aléa, ce qui dépend des caractéristiques du système ainsi que de l'ampleur et de la récurrence de l'aléa (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 1997). La vulnérabilité est donc propre à chaque territoire. Trois dimensions peuvent en ressortir : l'exposition, la capacité d'adaptation et la sensibilité du système face aux aléas (Magnan et *al.*, 2012; Meur-Ferec et *al.*, 2020). Ainsi, la notion de vulnérabilité n'est pas que négative, puisqu'elle incorpore aussi les éléments de mitigation exercés. Ces éléments peuvent provenir à la fois de facteurs organisationnels et par des aménagements territoriaux quelconques. Dans certaines définitions, la représentation de la population face aux risques est aussi intégrée comme facteurs atténuateurs, bien qu'elle puisse aussi exercer l'effet contraire dans le cas de l'attachement du territoire, par exemple (Meur-Ferec et *al.*, 2020). Ce débat est aussi étendu aux aménagements physiques, puisque mal étudiés, ils peuvent aggraver l'impact de l'aléa sur le territoire, comme c'est le cas de nombreuses digues (Giacona et *al.*, 2019). Ainsi, bonifiée à partir de cette théorie, la vulnérabilité systémique met l'accent sur la caractéristique multiscalaire de vulnérabilité où chaque composante influence et dépend des autres (Meur-Ferec et *al.*, 2020). Dans le cadre de cette présente étude, deux notions de la vulnérabilité systémique seront employées, en concordance avec le projet ARICO, projet dans lequel s'inscrit l'étude, soit les notions telles qu'entrevues par le projet OSIRISC et OSIRISC+ du Laboratoire Littoral, Environnement, Télédétection et Géomatique (LETG) et par le projet Résilience du Laboratoire de Gestion Intégrée et Dynamique de la Zone Côtière (LGIDZC). Dans le projet OSIRISC, les composantes de la vulnérabilité systémiques sont : aléas, enjeux, gestion et représentation. Les composantes du projet Résilience sont : aléas, enjeux et adaptation.

La vulnérabilité systémique a comme caractéristique d'être évaluée à un temps  $T$  (Meur-Ferec et *al.*, 2020). Or, bien que l'étude de la temporalité en géographie a longtemps été entrevue en passant du passé au présent, les perspectives actuelles conçoivent plutôt l'observation à partir du passé jusqu'au futur, afin d'assurer un meilleur présent. L'idée est d'évaluer la multiplicité des futurs possibles afin de structurer le présent (Elissalde, 2000). Le cadre d'analyse de la méthode processuelle s'intègre parfaitement à cette nouvelle perspective. Cette approche appréhende le changement territorial comme étant irréversible par sa succession événementielle, appelée processus, où chaque événement introduit le suivant ; ils sont donc interdépendants. La méthode processuelle entrevoit de plus une pluralité de temporalités des nombreux phénomènes pouvant évoluer simultanément au sein d'un processus, afin de mettre en évidence une certaine épaisseur temporelle. La conception du temps de cette méthode n'est d'ailleurs pas chronologique, mais bien considérée comme un agent structurant à part entière. Le temps, mis au centre de l'analyse, peut être multiple, linéaire, discontinu, être un repère ou une borne, etc. La méthode processuelle tend de plus à analyser les dynamiques existantes au sein de cet écoulement temporel, afin d'y expliquer le mouvement. De cette façon, l'analyse processuelle permet de réaliser une modélisation d'un processus à travers le temps qui lui peut être continu (Bergeret et *al.*, 2015b ; Mendez, 2010). Une manière de schématiser l'analyse processuelle est via l'utilisation d'une frise chronologique telle que proposée par Mendez (2010).

Cette présente étude se posera donc sur la présentation d'une méthodologie relative à la création d'une frise chronologique portant sur le processus de la vulnérabilité systémique de la commune de Penmarc'h, dans le cadre du projet ARICO. Cette étude est plutôt présentée comme exploratoire puisqu'aucun résultat final n'est produit, seules des pistes sont proposées en résultats. La section discussion du rapport commentera donc ces pistes méthodologiques. Toujours en correspondance avec le projet ARICO, le terrain utilisé afin de démontrer quelques exemples concrets est l'un des deux sites de ce projet, soit le Pays Bigouden Sud (PBS). L'autre territoire étudié par le projet ARICO est la Municipalité régionale de comté de la Matanie, dans l'Est-du-Québec. Cependant, comme l'objectif de cette étude est plutôt de présenter un démonstrateur des possibilités quant à la réalisation d'une frise CS, il a été jugé facilitant de se concentrer sur un plus petit territoire, soit sur une des communes du PBS : Penmarc'h. La méthodologie proposée pourra toutefois aussi être reproductible pour le territoire de la Matanie. Quelques caractéristiques socio-économiques et physiques pouvant expliquer la vulnérabilité du PBS et de Penmarc'h seront donc décrites. De ce fait, une présentation du territoire, une description des différents outils de représentation géographique spatio-temporelle existants, diverses méthodologies, une proposition de résultats ainsi qu'une discussion quant à ces résultats seront présentées dans ce travail.

## 2. Présentation du site d'étude : Pays Bigouden Sud et Penmarc'h

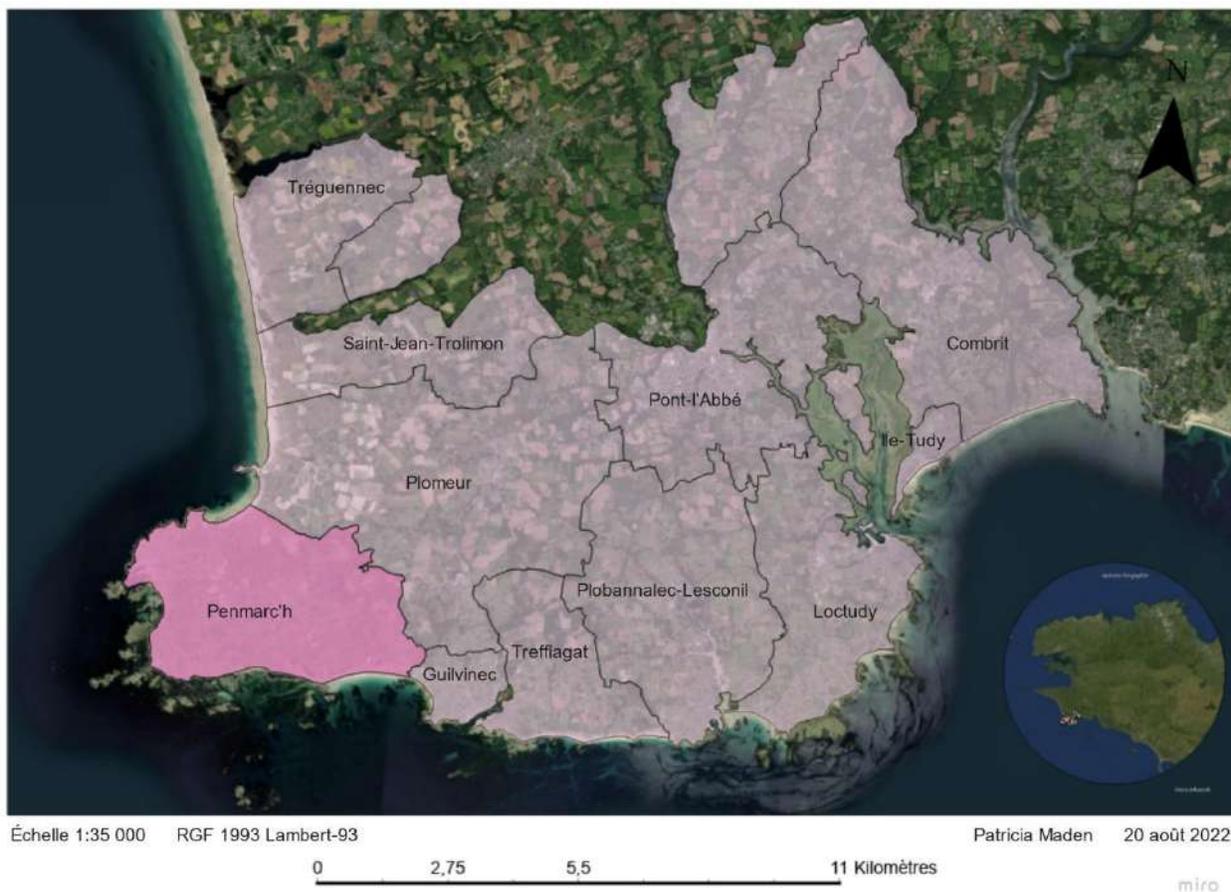


Figure 1. Carte des communes côtières du Pays Bigouden Sud

## 2.1 Caractéristiques physiques

Le terrain à l'étude est situé au sud du Finistère, en Bretagne, en France. À son ouest, le Pays Bigouden Sud est entouré par la baie d'Audierne et à son sud par le golfe de Gascogne, tous deux faisant partie de l'océan Atlantique. Ainsi, par sa disposition géographique, le PBS est particulièrement exposé aux aléas naturels, ce qui le rend vulnérable. Effectivement, les vents dominants frappant la côte du PBS proviennent du fetch atlantique ouest (lors d'une NAO négative, les vents dominants proviennent du sud et de l'ouest en phase positive). Ce fetch a comme particularité de pouvoir se développer grandement avant d'enfin atteindre la côte, des tempêtes hivernales NO et SO sont donc récurrentes et dévastatrices.



Ces tempêtes ont un pouvoir érosif important, surtout lors de marées hautes jumelées à une surcote, et créent souvent de la submersion. Ces événements tendent actuellement à se multiplier, expliqués par une NAO instable et négative et un AMO positif (phase de l'oscillation où l'océan nord Atlantique est chaud) (Hénaff et al., 2015).

Lors de ces tempêtes, les vagues peuvent atteindre une hauteur maximale de 7,5 à 9 m avec une direction préférentielle de S-SO, bien qu'il ait été répertorié lors de tempêtes exceptionnelles des vagues d'une hauteur de 15m (Raimbault et al., 2018 ; Hénaff et al., 2015). En temps normal, celles-ci proviennent du SO au NO et leurs périodes fluctuent entre 4 et 12s. Lorsqu'elles ont une période 7 s, elles peuvent exercer une influence sur les fonds jusqu'à 30 m de profondeur. Ce sont principalement les marées qui influencent l'énergie des vagues en zone intertidale (Raimbault et al., 2018). Le régime tidal est mésotidal semi-diurne avec un marnage de 3.95 m à Penmarc'h et de 4.3m particulièrement à Saint-Guérolé (Raimbault et al., 2018 ; Hénaff et al., 2015).

Ces agents érosifs ont divers impacts sur la côte. Effectivement, les rives du PBS sont formées par trois types de formations géologiques :

Figure 2. Carte géomorphologique de Penmarc'h (Hénaff et al., 2015)

le socle rocheux, les cordons dunaires et les marais, chacune réagissant différemment face à l'érosion ((Raimbault et al., 2018 ; Hénaff et al., 2015).

De ce fait, le socle rocheux du PBS est constituant de la plaque continentale du massif Américain sud, une plaque granitique polygénique paléozoïque. L'horizon de la plaque Américaine en zone côtière est lui-même composé de trois unités morphologiques : une terrasse marine, une plateforme côtière et une plateforme rocheuse sous-marine (Figure 2). Ces trois unités sont séparées par des paléos lignes de rivages ayant créées des escarpements lors du Miocène ou du Pliocène. Ainsi, il est possible d'effectuer une corrélation à travers le temps entre les mouvements eustatiques et la vitesse d'érosion de la côte; c'est son principal agent morphologique. Effectivement, l'unité de la terrasse marine a d'abord été créée avant le Quaternaire, mais a largement été remodelée lors de l'événement MIS5 et par la transgression Holocène, deux grands événements eustatiques. Lors de MIS5 la côte de Penmarc'h a été érodée de près de > 1.8 m matériaux verticaux et la transgression Holocène en a déplacé 55 cm. Cependant, depuis MIS5 les principaux agents érosifs du socle rocheux sont maintenant les processus subaériens puisque la plateforme rocheuse sous-marine est peu inclinée et assez large afin de dissiper l'énergie des vagues avant leur arrivée sur la côte. La terrasse marine s'érode aujourd'hui à une vitesse moyenne de  $3.35 \pm 0.32 \text{ m Ma}^{-1}$  et de  $5.10 \pm 0.62 \text{ m Ma}^{-1}$ , alors que la plateforme côtière s'érode à une vitesse de  $6.20 \pm 0.80 \text{ m Ma}^{-1}$  (Raimbault et al., 2018).

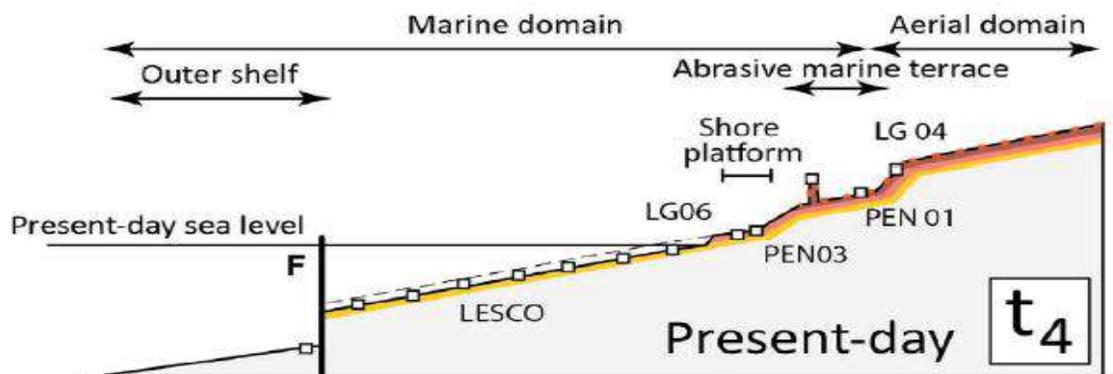


Figure 3. Coupe topographique de la zone côtière de Penmarc'h (Raimbault et al., 2018)

Dans le PBS, les cordons dunaires se retrouvent quant à eux sur le socle rocheux, au sud de la baie d'Audierne et tout au long de la baie de Gascogne. Ils se sont formés durant l'Holocène moyen lorsqu'une zone de circulation de tempêtes s'est déplacée plus au sud, permettant ainsi le transport de sable éolien vers les côtes du sud du Finistère. Ce sable de granulométrie fine a par la suite été remanié plusieurs fois à l'occasion de tempêtes à fort pouvoir érosif. Ainsi, les dunes migrent vers les terres en période de tempêtes et reviennent vers les côtes lorsque le climat redevient calme. De cette manière, trois épisodes de *dunes historiques* ont eu lieu depuis leur création. Aujourd'hui, ces dunes sont en constante érosion; leur stock sédimentaire est limité et le niveau marin relatif est en constante élévation depuis la dernière déglaciation (Hénaff et al., 2015). De ce fait, le niveau marin relatif de l'ouest de la France est actuellement au plus haut niveau jamais atteint depuis l'Holocène (Stéphan et Goslin, 2017). De plus, tel que mentionné plus haut, l'événement de tempêtes est aussi en augmentation et, comme autre fois, les dunes s'érodent à leur impact, emportant parfois même du sable vers le large. Leur amaigrissement est d'autant plus marquant que de nombreux retraits d'origine anthropique se sont aussi produits (Hénaff et al., 2015).

Ces cordons dunaires ont d'ailleurs eu comme impact d'isoler les marais du sud du Finistère à l'intérieur des côtes, dans des estuaires (Durfort; Hénaff et al., 2015). Ces marais sont alcalins (et localement subhalophiles) et sont encore très diversifiés (Durfort). Ainsi, les cordons dunaires servent de protection à ces marais, bien qu'ils puissent rompent fréquemment lors d'épisodes de tempêtes majeures et/ ou lors d'épisodes de submersion, créant alors une brèche dans ceux-ci. À ces moments, les marais sont alors submergés d'eau salée. À travers le temps, certains de ces marais se sont aussi transformés en tourbière lorsqu'ils étaient suffisamment séparés du niveau marin (Hénaff et al., 2015).

## 2.2 Caractéristiques socio-économiques

Une partie de ces différentes formations géologiques est aujourd'hui protégée par Natura 2000 (programme européen de conservation de la biodiversité) et la ZNIEFF (Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique) (Durfort; Penmarc'h, 2022). Au total, ce sont 2459 hectares du PBS qui sont sauvegardés par Natura 2000. S'étalant de Plozévet au Guilvinec, le site de la Baie d'Audierne comprend les dunes du Steir et de Pors Carn, le marais de Toul ar Steir et de Lescors ainsi que les rochers de Saint-Guérolé. En particulier, la protection des dunes passe par l'interdiction de retraits importants du goémon, par la recharge du pied des dunes avec du goémon hors de la saison estivale, et par la collecte d'algues lors d'importants échouages en été afin d'être déposées en arrière des dunes. Ces algues sont ensuite reposées sur le dessus des dunes en automne. Quelques actions de restaurations sont aussi effectuées telles que l'implantation de piquets afin de limiter le déplacement sur des zones fortement érodées, de la plantation d'oyats et de la création de collecteurs d'ordures (Penmarc'h, 2022).

En plus de la création de plusieurs aires d'importance, les côtes du PBS sont aussi protégées par de nombreuses infrastructures de protection. Particulièrement à Penmarc'h en 2011, 34,7% du littoral était artificialisé, où les ouvrages les plus présents étaient les murs et murs de soutènement et les jetées, s'étalant respectivement sur 3 972,31m et 1 789,9m du trait de côte (Figure 4) (Cerema et Ministère en charge de l'environnement, 2019).

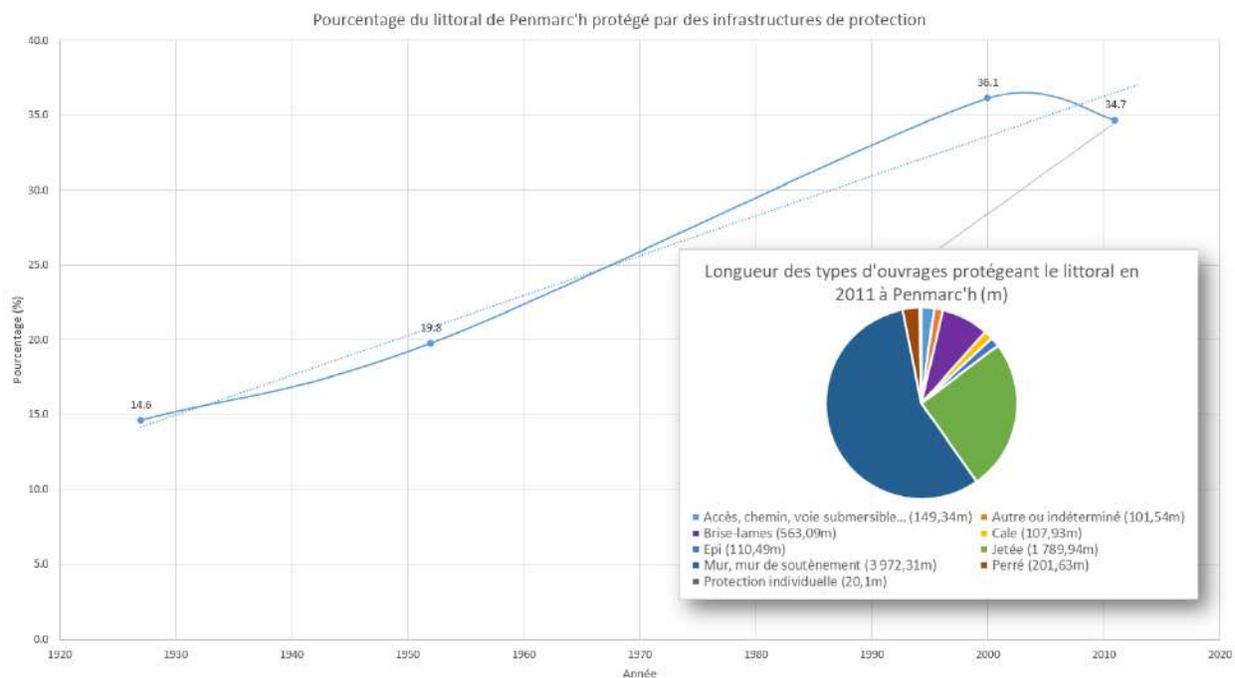


Figure 4. Pourcentage du littoral de Penmarc'h protégé par des infrastructures de protection (Cerema et Ministère en charge de l'environnement, 2019).

De telles mesures d'aménagement du territoire sont prescrites par deux principaux documents : le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) et le Plan Local d'Urbanisme (PLU). Le PPRL vise à créer un zonage du littoral pouvant subir de l'érosion ou de la submersion marine afin de limiter le développement dans ces zones et d'ainsi réduire la vulnérabilité (Penmarc'h, 2022). Effectivement, une grande partie de la population de Penmarc'h réside en zone submersible (Figure 5) alors qu'au PBS dix des douze communes font face à la mer (Communauté de communes du Pays Bigouden Sud, 2022). Le PLU impose des règlements encadrants l'urbanisme et l'aménagement du territoire afin d'assurer un développement harmonieux au sein de la commune. Ces deux documents sont disponibles sur le site web de la commune. Une charte environnementale a de plus été rédigée, charte stipulant l'importance de la préservation de la façade maritime de la commune (Penmarc'h, 2022).

De ce fait, la maritimité est inscrite dans les activités et pratiques du PBS. Par exemple, la pêche est l'un des deux principaux moteurs économiques de la communauté de communes. Effectivement, le port de Saint-Guérolé est le septième port de pêche en importance au pays, ramenant principalement de la zone côtière et/ou de la haute mer de la sardine (Penmarc'h, 2022; Communauté de communes du Pays Bigouden Sud, 2022). Le second moteur économique est le tourisme, activité qui semble encore une fois

être reliée au littoral puisque 300 000 de touristes visitent le PBS chaque année, attirés par la forte identité culturelle, les nombreuses plages et le patrimoine architectural (Communauté de communes du Pays Bigouden Sud, 2022).

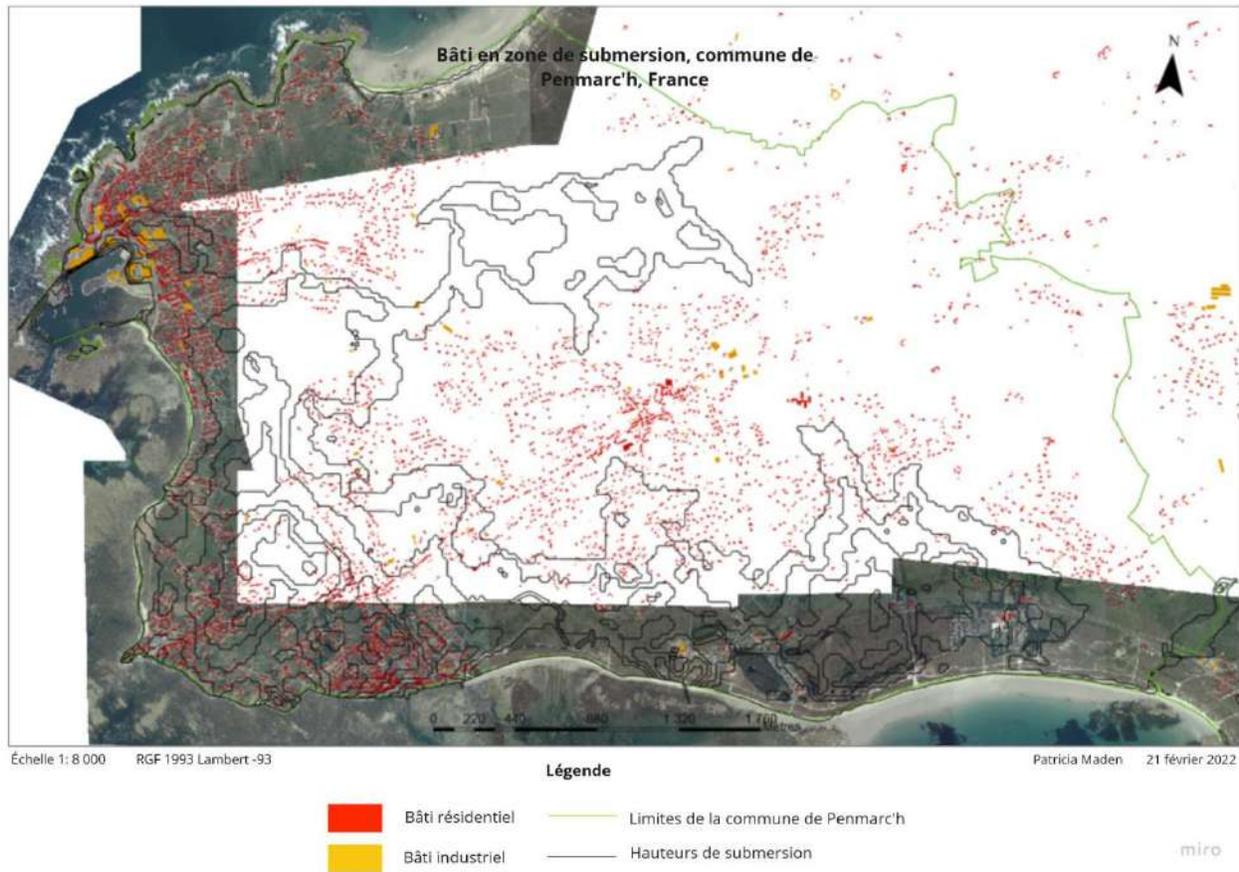


Figure 5. Carte du bâti en zon submersible dans la commune de Penmarc'h

Afin d'accueillir une telle clientèle (le PBS comprend 37 372 résident.e.s), de nombreuses infrastructures sont aménagées (Communauté de communes du Pays Bigouden Sud, 2022). À Penmarc'h, il existe deux hôtels et 6 terrains de camping afin d'assurer le logement, alors que pour le divertissement à connotation maritime il est possible d'y retrouver un centre nautique, deux ports de plaisance (Kérity et Bouc), ainsi que trois phares patrimoniaux (Penmarc'h, 2022). Une certaine partie de cette population touristique a cependant leur propre résidence. Effectivement, toujours à Penmarc'h, il était possible de compter en 2018 4 948 logements sur le territoire, dont 2 636 constituent une résidence principale et 1 958 une résidence secondaire (Insee, 2021b).

Outre son exposition aux aléas, le PBS, et plus particulièrement la commune de Penmarc'h, est vulnérable par sa situation sociodémographique. Effectivement, la population de Penmarc'h est vieillissante ; alors que 28,6% de la population est âgée entre 60 et 74 ans en 2018, la proportion de cette tranche d'âge était de 21,2% en 2008. Il n'est donc pas étonnant de savoir que plus de la moitié (55,6%) de la population est retraitée. De plus, la population est aussi en constante diminution : 6 463 individus y vivaient en 1982 contre 5 142 en 2018, soit une diminution moyenne annuelle de -0.68% (Insee, 2021b). Le portrait d'une population vulnérable ne s'arrête pas là ; en 2019, le salaire médian est de 21 530 euros et 12% de la population se retrouve en situation de pauvreté (Insee, 2021).

### 3. Les outils de représentation spatio-temporelle

#### 3.1 Présentation de la frise chronologique

Bien qu'il existe de nombreux outils de représentation géographique tel qui sera vu plus bas, l'outil qui est utilisé dans le contexte de cette étude est la frise chronologique. La frise chronologique illustre un processus et prend l'aspect visuel d'une matrice temporelle où le temps est posé en abscisse et les composantes du système étudié en ordonnée, telle que visible dans la Figure 6. Ces composantes, appelées ingrédients, s'approprient une bande horizontale chaque et correspondent à l'approche disciplinaire et à la perspective choisie afin d'aborder le processus. Dans l'étude de la vulnérabilité du PBS, un exemple d'ingrédient est les aléas. Dans son contenu, une frise chronologique est composée de jalons et de séquences (Mendez, 2010).

Les jalons sont des points repères indispensables à la compréhension d'un processus puisqu'ils engendrent le mouvement dans celui-ci, lui permettant donc d'exister. Ce sont généralement des référents événementiels (événements à date fixe ou laps de temps évocateur), mais ils peuvent aussi prendre une forme qualitative ou quantitative, comme un graphique d'évolution. Ce sont des points fixes et pivots du processus : ils proviennent d'un passé invariable, mais permettent l'ouverture d'une multitude de futurs possibles (Bergeret et al., 2015a; Elissalde, 2000). Toujours en prenant en exemple la trajectoire de la vulnérabilité du PBS, un jalon de l'ingrédient *Aléas* pourrait par exemple être l'inauguration patrimoniale d'un des trois phares de Penmarc'h.

Ces jalons sont rassemblés en séquences, qui sont un regroupement temporel de jalons partageant des caractéristiques communes et affectant généralement plus qu'un ingrédient à la fois. Ils permettent de

CHRONOLOGIE DES SÉQUENCES DE LA SOCIALIZATION PROFESSIONNELLE DE SABRINA

Séquences	Voyager en vivant de petits boulots	La recherche de stabilité pour s'installer et « construire sa vie »	La découverte du métier: entre épanouissement et doutes	Entre déception et espoir: l'ambivalence dans l'exercice réel du métier
Périodes	Automne 2001	Printemps 2007	Été 2007	Printemps 2008, Été 2008
<b>Ingrédients « STRUCTURELS »</b>				
Formation postale		Réorientation grâce au contrat de professionnalisation	Progression pédagogique	Exercice du métier différent de l'apprentissage
Dimension organisationnelle				Conditions de travail difficiles
Contexte régional	Opportunités professionnelles en Île-de-France	Certification possible en Île-de-France		Concurrence du secteur bancaire en Île-de-France
Recrutement dans le secteur bancaire		Opportunités du secteur	Négociation salariale potentielle	Débauches dans le secteur
<b>Ingrédients « COGNITIFS »</b>				
Rapport au système éducatif	Inutilité des études	Importance des études		Importance de la certification
Parcours professionnel	Expériences volontairement diversifiées	Crainte d'impuissance et d'infériorité des anciens postes		Projection du parcours chaotique dans l'exercice du métier
Rapport à l'activité	Social, « aider les personnes en difficulté »			
Rapport au travail	Alimentaire	Apporte la stabilité	Apporte l'expérience	Alimentaire
Mobilité géographique	Vivre de nouvelles expériences	Se stabiliser pour gagner de l'argent		Désir de repartir
Rapport au marché du travail	Opportunités variées	Sélectif et concurrentiel		Faire jouer la concurrence
Rapport à l'emploi	Éviter les fonctions monotones	Rémunération et perspectives de carrière		Horaires compatibles avec la vie privée
Rapport à l'avenir		Stabilité dans l'emploi pour concrétiser les projets futurs	Se forger une expérience solide	Projection de carrière
Vie personnelle		Refus de choisir entre travail et vie privée	La formation prime	La vie personnelle prime (mariage, enfants)
Attachement à l'entreprise			Fort	Faible
<b>Ingrédients « ACTANTS »</b>				
Autres significatifs		Rôle du père dans son choix professionnel	Rôle des référents pédagogiques	Rôle des référents au travail et recon naissance du milieu familial

visualiser l'imbrication temporelle et l'irréversibilité du processus. Un exemple de séquence pourrait être la période du processus de décentralisation ayant eu lieu en France. Le passage d'une séquence à une autre peut autant être motivé par des facteurs exogènes qu'internes, tant qu'il y a rupture de l'état initial. Bien que la transition d'une séquence à l'autre puisse souvent être abrupte, elle peut tout de même être graduelle (Bergeret et al., 2015a). Le passage d'une séquence à une autre peut donc se faire par des bifurcations, des ruptures, ou des transitions (Mendez, 2010; Bergeret et al., 2015a). La bifurcation est une action volontariste d'engagement dans une nouvelle direction n'affectant pas nécessairement la totalité des ingrédients et n'est généralement pas nette. Bien qu'amorcée, une bifurcation peut aussi être avortée ou même exécuter un "demi-tour" afin de retourner à l'état initial (Bergeret et al., 2015b; Elissalde, 2000; Bergeret et al., 2015a). Par exemple, une bifurcation pourrait être l'adoption d'une nouvelle politique d'aménagement. À contrario, la rupture survient à la suite d'événement majeur souvent externe qui entraîne une altération systémique. C'est une dissonance structurelle du système préalablement établie sur un territoire quelconque. Les ruptures sont souvent détectées à l'aide d'une perspective historique puisqu'elles surviennent sur l'ensemble d'une séquence. Un jalon de rupture dans le processus de la vulnérabilité

Figure 6. Exemple de frise chronologique (Mendez, 2010)

systémique du PBS est la tempête Xynthia. Quant à la transition, elle est décrite par la mutation d'un modèle (ex. économique) à un autre (Bergeret et *al.*, 2015a). Bien que non représenté visuellement dans la frise, il est de plus important de nommer les moteurs lors de l'analyse. Les moteurs sont des motivations stimulant le mouvement au sein du processus, ils sont donc souvent repérables au commencement d'une nouvelle séquence. Pour un même mouvement, par exemple un changement de séquence, les moteurs peuvent être multiples et même contradictoires. Il existe quatre types de moteurs : programmatique, évolutionniste, dialectique et téléologique. Le premier type est prescrit par un agenda à suivre préalablement rempli. Un moteur programmatique peut donc être, par exemple, le changement hormonal régissant le passage de l'enfance à l'adolescence. Le moteur évolutionniste emprunte son titre à la théorie de Darwin. De ce fait, un moteur de ce type se base sur la sélection de meilleures méthodes, objets, comportements, etc. et sur l'élimination des obsolètes. Par exemple, l'implantation de l'informatique dans les milieux de travail puisqu'elle permet une pratique plus performante est un moteur évolutionniste. Le moteur dialectique provient de situations conflictuelles entre deux ingrédients ou plus du processus que l'on souhaite solutionner ou non. Le moteur dialectique peut autant être source de mouvement (bien souvent des bifurcations) que de stagnation (ex. la guerre froide). Finalement, au contraire du moteur dialectique, le moteur téléologique provient des rapports existants entre ingrédients travaillant pour un même but. L'atteinte de l'objectif n'est cependant pas nécessairement la finalité du processus (Mendez, 2010).

Ainsi, la création d'une frise chronologique par méthode processuelle nécessite d'aborder une perspective de temporalité multiple et d'épaisseur temporelle où ce temps n'est pas seulement dicté par son découpage chronologique. Effectivement, le temps est ici perçu comme agent créateur de mouvement. Il n'est pas que linéaire, mais est ponctué de ruptures et de moteurs (éléments provoqués par de facteurs multiples et entremêlés) pouvant stimuler des bifurcations et amenant ainsi l'avancement du processus vers une autre direction. À ces moments, le temps perçu peut paraître plus court et rapide alors qu'à d'autres moments cette même division chronologique peut paraître lente et courte. Il suffit donc de mettre en évidence que ces temps sans latences afin d'illustrer le mouvement (Mendez, 2010).

### 3.2 Présentation de la frise chronologique numérique

Malgré qu'il existe plusieurs autres logiciels quant à la création d'une frise chronologique numérique, le logiciel *Timeline* de *Knightlab* a été sélectionné puisqu'il est *Open Source* et pour sa simplicité d'utilisation. Sa manipulation est effectivement très instinctive (Arnaud et *al.*, 2018.)

La frise chronologique numérique se construit par le biais de la création d'une base de données prenant la forme d'un fichier Excel. Ce fichier est fourni par *Knightlab* et est donc préalablement formaté. Chaque ligne représente un jalon et chaque colonne indique une information relative à l'événement. L'utilisation de ce document permet l'intégration des sources de la donnée, des dates de l'événement et du titre de celui-ci, d'un texte descriptif, d'une image ou vidéo, tel que visible dans la Figure 7. C'est aussi par une de ces colonnes qu'il est possible de rattacher le jalon à son ingrédient. *Knightlab* effectue par la suite lui-même la conversion du fichier Excel en frise numérique, celle qui sera accessible au public. La frise en elle-même permet une navigation dans la ligne du temps, dans le bas de la page, tout en cliquant sur les événements d'intérêt pour en faire apparaître de plus amples informations au haut de la page web (Figure 8). Cette section informative peut de plus rediriger vers un autre lien web ou même afficher une carte interactive. Les jalons peuvent autant prendre la forme d'un événement à date fixe ou avoir lieu sur un laps de temps.

Year	Month	Day	Time	End Year	End Month	End Day	End Time	Display Date	Headline	Text	Media Credit	Group
1807	9	16							Loi relative à l'assèchement des marais	Les propriétaires ont l'obligation de dé...	Lola Guyon (2021) - Mesures de gestion	Adaptation - Gestion
1967	9								Décret fixant l'entrée en vigueur du Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) pour chaque département		Lola Guyon (2021) - Mesures de gestion	Adaptation - Gestion
1975	7	10							Loi n°75-602 portant création du conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres	Dit "Conservatoire du Littoral". Lien Légifrance : <a href="https://www.legifrance.gouv.fr/jorjod/JORTEXT00000700418">https://www.legifrance.gouv.fr/jorjod/JORTEXT00000700418</a>	Lola Guyon (2021) - Mesures de gestion	Adaptation - Gestion
1982	3	2		2003					Loi n° 82-213 relative aux droits et libertés des communes, des départements et des régions	Acte I de la décentralisation	Lola Guyon (2021) - Contexte	Adaptation - Gestion
1982	7	13							Loi n° 82-500 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles	Mise en place du régime d'indemnisat...	Lola Guyon (2021) - Décentralisation	Adaptation - Gestion

Figure 7. Exemple de colonnes utilisées dans fichier Excel formaté pour la création de bases de données préalable à la formation d'une *Timeline*

La frise chronologique numérique à l'avantage de permettre une compilation illimitée de données, créant par le fait même une base de données qui pourra être réutilisée par la suite. Cela offre aussi la possibilité au lecteur ou à la lectrice d'effectuer un portrait global du processus, et non un portrait présenté, lui permettant de sélectionner lui ou elle-même l'information désirée. De plus, par sa forme numérique, il est possible de la créer avec l'aide de plusieurs auteurs et autrices.



Figure 8. Exemple d'interface visible et utilisable par la *Timeline*

### 3.3 Présentation de la frise chrono-systémique

Très similaire à la frise chronologique, la frise chrono-systémique est une frise chronologique où la systémique d'un processus est mise de l'avant. C'est un outil de représentation visuelle particulièrement adapté à la systémique puisqu'il permet une modélisation du changement spatial (Elissalde, 2000; Bergeret et al., 2015a). De ce fait, la frise chrono-systémique tente de mettre en évidence les différents entremêlements temporels et multidisciplinaires d'un processus (Figure 9) (Elissalde, 2000; Bergeret et al., 2015b).

Ainsi, ce qui distingue visuellement la frise chrono-systémique de la frise chronologique est l'insertion de la notion de temporalité multiple au sein de la matrice, en plus de l'ajout des liens dynamiques. La temporalité multiple est représentée par le biais des ingrédients dont chacun peut se voir attribuer sa propre échelle du temps si le besoin est (voir Figure 9). De plus, ces échelles temporelles ne représentent pas nécessairement une évolution linéaire du temps; elle peut être logarithmique, faire des zooms temporels ou encore ne présenter aucun pas de temps réel. Cela distingue encore une fois la frise chrono-systémique de la frise chronologique où le temps n'est représenté visuellement que de manière linéaire et continue. En fait, les échelles temporelles d'une frise chrono-systémique sont arrangées afin de ne présenter aucun temps latent du processus en coupant de l'échelle du temps tous moments où aucun événement n'a lieu. Malgré cette représentation temporelle asynchrone, des marqueurs temporels peuvent tout de même traverser plusieurs ingrédients à la fois, rappelant le caractère multidimensionnel et multidisciplinaire d'un processus (Bergeret et al., 2015a; Bergeret et al., 2015b).

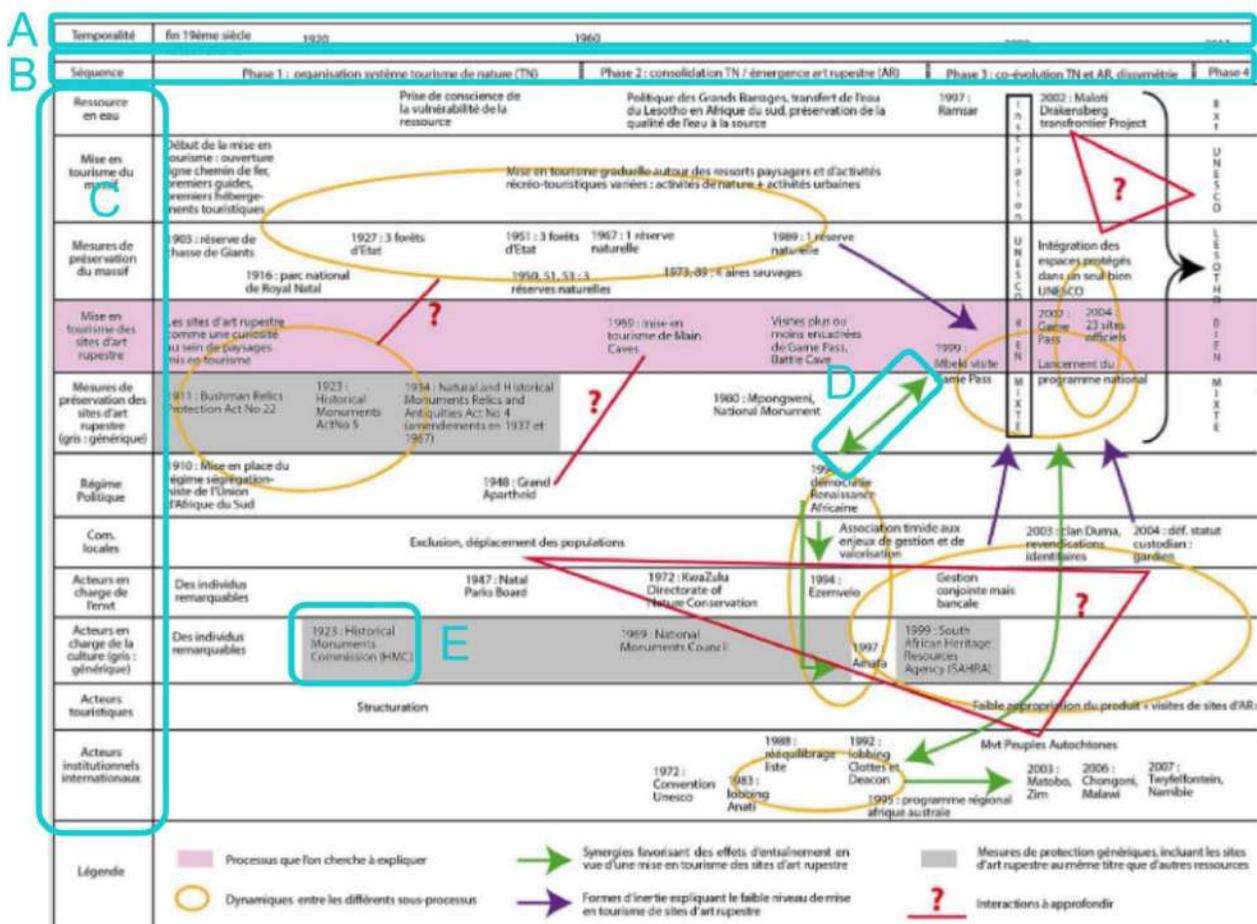


Figure 9. Exemple de frise chrono-systémique portant sur la trajectoire patrimoniale de la grotte ornée de Chauvet-Pont-d'Arc (Ardèche, France) par l'auteur Jean-Jacques Delannoy (Bergeret et al., 2015a). En bleu sont représentés : A) échelle temporelle B) séquences C) ingrédients D) lien systémique E) jalon

Les différentes interactions, ainsi que la systémique existant au sein du processus, sont illustrées par les liens dynamiques. Ce sont des représentations visuelles quelconques pouvant entre autres représenter des dynamiques de tensions ou de synergies, par exemple lors du passage d'une séquence à une autre. Ils prennent habituellement la forme visuelle de ligne, flèche ou autre (voir Figure 9, point D) (Bergeret et *al.*, 2015a). Des exemples de liens dynamiques pouvant être utilisés sont illustrés en Annexe 1.

Ainsi, il sera compris que lors du processus de création d'une frise, une grande attention est apportée à la représentation visuelle de la matrice temporelle afin de faire parler un maximum le mouvement du processus, sa systémique et son relationnel. Par exemple, des dégradés, des nuages de points, des lignes et des flèches, des symboles à tailles variées et etc. peuvent être utilisés. De plus, la frise CS se présente généralement sur une seule page, afin d'assurer une lecture didactique, intégrale et synthétique du processus, permettant de s'approprier rapidement le propos. Une double lecture peut donc s'effectuer sur cette page : une lecture horizontale permettant de visualiser le changement temporel et une verticale permettant de saisir la systémique du processus. C'est à cause de cette lecture synthétique qu'une frise ne peut être utilisée à elle seule ; son propos est incompris sans l'accompagnement d'un texte explicatif (Bergeret et *al.*, 2015b).

Par la mise en évidence des relations systémiques au sein d'un processus réalisé par la frise CS et par le nouveau regard de structuration des composantes qu'impose sa création, la frise présente donc comme avantage de faire apparaître de nouveaux questionnements scientifiques non appréhendés auparavant (Bergeret, 2015a; Bonnemians, 2015). Cela est entre autres possible grâce à l'approche historique que nécessite la création d'une frise et qui permet d'aborder le processus d'un point de vue neutre et détaché, mais aussi grâce à la liberté de représentation qui est offerte par la création de la frise. En ce sens, l'outil frise permet aussi de tester certaines théories, puisqu'elle permet de lever les verrous d'un dialogue interdisciplinaire (Bergeret et *al.*, 2015b ; Duval, 2020).

Cependant l'outil frise reste tout de même relativement complexe, puisqu'il traite plusieurs disciplines à la fois, et nécessite donc une base méthodologique au préalable, la rendant un peu plus inaccessible. La multidisciplinarité de la frise peut aussi risquer de faire apparaître des artéfacts d'analyse : les frises sont pour le plus souvent écrites par un.e seul.e auteur ou autrice qui ne peut être expert.e dans toutes les disciplines abordées. C'est pourquoi, dans certains cas de travail avec plusieurs partenaires, un glossaire peut être requis comme assise. Malgré la complexité méthodologique de l'outil, sa représentation visuelle reste concise, risquant même d'atténuer le propos du processus, d'où la nécessité d'une notice. De plus, la frise CS est un outil de représentation processuelle relatif aux propos de l'auteur.ice; pour une même problématique initiale le processus raconté pourrait être complètement différent selon le choix des ingrédients et jalons sélectionnés (Bergeret et *al.*, 2015b; Bergeret et *al.*, 2015a). De ce fait, certaines facettes d'un processus peuvent aussi risquer d'être camouflées (Mendez, 2010).

### **3.4 Présentation de la cartographie temporelle**

La cartographie à apport temporel peut être représentée de trois manières distinctes. Alors que la première technique, soit une collection de cartes statiques, est utilisée depuis longtemps, les deux autres utilisent un support numérique et sont donc relativement nouvelles dans le monde de la cartographie. Ce sont les cartes animées et dynamiques. La cartographie temporelle est particulièrement pertinente dans le cadre de l'étude du risque, puisqu'elle permet de repérer différentes tendances (Arnaud et Davoine, 2009).

Les collections de cartes statiques affichent certains événements à un temps  $T$  et ce à différentes reprises. Ainsi, les différentes cartes peuvent se voir attribuer un moment précis, tel que  $T+5$ ,  $T+10$ ,  $T+15$  et etc., ce qui présente l'avantage d'exprimer une fréquence temporelle. Cependant, les collections de cartes ne

permettent pas d'illustrer l'enchaînement événementiel préalable à un événement clé. Il est donc difficile d'illustrer un processus de cette manière (Arnaud et Davoine, 2009; Magnan et *al.*, 2012).

Les cartes animées présentent une animation où une succession de cartes est défilée. Elles peuvent aussi être une animation dirigeant un parcours à travers la carte. La carte animée propose donc un format fixe où le temps peut être présenté selon une certaine échelle déterminée et où déroulement de l'animation est effectuée selon une avancée temporelle (Arnaud et Davoine, 2009; Antoni et *al.*, 2004).

Quant aux cartes dynamiques, elles sont assez similaires aux cartes animées dans le contexte où il s'agit en fait d'une carte animée interactive. Effectivement, il s'agit d'un type de carte où l'utilisateur ou l'utilisatrice est invité.e à naviguer par soi-même dans l'animation, en revenant vers l'arrière ou en l'avancant à sa guise. L'avantage de ces cartes est de pouvoir présenter d'autres informations connexes à la fois, lors de l'affichage de la carte (Arnaud et Davoine, 2009).

La cartographie temporelle présente la difficulté de ne pas pouvoir représenter tous les jalons. Il peut être effectivement difficile de géoréférencer certains événements, par exemple la date d'application d'un nouveau projet de loi (Arnaud et Davoine, 2009).

### **3.5 Justification du choix de l'outil de représentation visuelle**

Bien qu'il existe plein d'autres formes d'outils de représentation visuelle géographique, les outils présentés ci-haut ont été sélectionnés afin de permettre l'intégration d'une certaine perspective historique, afin de pouvoir illustrer un processus. Alors que la frise chronologique permet justement cette attention temporelle, la frise chrono-systémique se concentre davantage sur le côté systémique et relationnel d'un processus et la carte dynamique sur la représentation spatiale.

C'est donc pour cette raison que l'outil de la frise chronologique, et plus particulièrement la frise chronologique numérique, a été sélectionné. Sa particularité de pouvoir être construite par plusieurs est aussi un atout dans un contexte de systémique et plus particulièrement dans le contexte du projet ARICO. De plus, par la base de données qui sera créée conséquemment, il est espéré pouvoir éventuellement construire de nombreuses frises chrono-systémiques plutôt qu'une seule. Effectivement, la compilation de différents jalons possibles est l'étape préliminaire à la création d'une frise chrono-systémique ou d'une frise chronologique papier, avant de sélectionner ceux nécessaires. Un intérêt marqué envers la constitution d'une base de données a donc été un des éléments décisifs quant à la sélection de l'outil de représentation.

Concernant la dimension spatiale qui peut être pertinente dans un contexte d'étude du risque qui peut être perdue par l'utilisation d'une frise chronologique, la frise chronologique numérique surmonte en partie cette limite. Effectivement, il existe la possibilité de rattacher une carte à chaque jalon. Cette carte peut autant être statique que mouvementée, en affichant donc plusieurs points à la fois et permettant l'avantage de la représentation de tendance spatiale.

## 4. Méthodologies

### 4.1 Méthodologie générique

La méthodologie proposée dans ce rapport se fonde principalement sur les travaux relatifs à la méthode processuelle de l'analyse de phénomènes à caractère temporel présentés par Mendez (2010). Cette méthodologie se divise en deux phases de travail justifiées par leur objectif d'analyse. La première phase invite à adopter un point de vue détaché du processus étudié. C'est une phase analytique qui vise à dresser un portrait provisoire, compréhensif, mais partiel du processus. Elle s'attarde davantage à la temporalité du processus et est souvent étudiée d'un point de vue historique, c'est-à-dire en remontant le temps, ce qui signifie que la qualité de la recherche dépend de l'accessibilité et du caractère des données, d'autant plus si ces données sont acquises par des entretiens, où l'oubli et la rationalisation peuvent biaiser le propos. C'est à partir de cette représentation sommaire que se base la deuxième phase. Cette phase, la partie systémique de l'analyse, tente d'expliquer les liens dynamiques présents au sein du processus, démontrer comment les jalons trouvent du sens entre eux (Mendez, 2010).

1. Nommer le processus souhaitant être étudié de manière claire, concise, précise et accessible, afin de pouvoir toujours garder en tête ce qui est recherché tout au long de l'étude. Définir un processus clair permet de questionner la pertinence des éléments intégrés dans la recherche, en plus de rendre accessible la compréhension de l'objectif pour les acteurs et actrices externes, mais impliqué.e.s (Mendez, 2010; Bergeret *et al.*, 2015b).
2. Phase analytique (Phase 1) : objectivation du processus. Cette étape se focalise sur le "comment" du processus (Mendez, 2010).
  - 2.1 Choisir le cadre conceptuel d'analyse, ce qui demande préalablement la connaissance de plusieurs cadres théoriques afin de sélectionner celui qui est le plus adapté au processus analysé. Cela se révèle être une des caractéristiques de l'analyse processuelle, qu'elle nécessite de s'appuyer sur des cadres théoriques déjà établis (Mendez, 2010).
  - 2.2 Définir les bornes temporelles de l'étude du processus, nommer son début et sa fin (Bergeret *et al.*, 2015b). Il ne faut cependant pas hésiter à voir au-delà de ces limites si besoin est (Mendez, 2010).
  - 2.3 Nommer les ingrédients (Bergeret *et al.*, 2015b). Faire attention à la quantité d'ingrédients choisis puisqu'avec trop d'ingrédients, il peut être facile de se noyer dans l'analyse, la lecture devient plus difficile alors que pas assez d'ingrédients peut risquer la négligence de certains points fondamentaux du processus (Mendez, 2010; Arnaud *et al.*, 2018). L'ordre de présentation des ingrédients doit aussi être réfléchi, les ingrédients fondamentaux se retrouvant au centre, alors que les ingrédients contextuels se retrouvent aux extrémités (Bergeret *et al.*, 2015b).
  - 2.4 Choisir si cette première étape repose sur des données factuelles et/ou sur des entrevues faites avec des acteurs ou actrices ayant un point de vue global sur le processus. Faire attention à ce que le ressenti de la personne interrogée, s'il y a lieu, n'influence pas l'ébauche du portrait du processus, puisqu'il est plutôt important à cette étape de mettre l'emphase sur l'objectivation. Noter la datation de ces événements, les jalons, et les placer sur une matrice temporelle (Mendez, 2010; Bergeret *et al.*, 2015b).
  - 2.5 En observant les jalons posés sur la matrice temporelle, tenter de faire ressortir l'arrangement organisationnel des jalons entre eux, en leur relevant une cohésion, afin d'essayer de les séquencer de manière temporaire, tout en justifiant leur séquençage. Cette justification permettra d'assurer que les séquences nommées concordent avec le cadre théorique d'analyse choisi, tout en engageant la réflexion des étapes suivantes (Mendez, 2010).
  - 2.6 Repérer les moments de concentration événementielle au sein du processus, c'est-à-dire des endroits dans la matrice où plusieurs jalons partagent une proximité temporelle. Ces endroits

- démontrent probablement une bifurcation dans le processus. Lors de cette étape, il est important d'éviter la hiérarchisation des jalons (Mendez, 2010).
3. Phase compréhensive (phase 2); afin de connaître les dynamiques existantes au sein du processus. C'est lors de cette étape que des réajustements du travail déjà réalisé peut se faire. Lors de cette étape, il est nécessaire de faire fi de la dimension temporelle de l'étude qui existait jusqu'alors, afin de se concentrer sur le "pourquoi" stimulant le processus (Mendez, 2010).
    - 3.1 Réviser la collecte de données préalable afin d'y trouver de nouvelles informations manquantes, celles expliquant le pourquoi du processus. Il peut de plus être pertinent de questionner à nouveau des acteurs et actrices étant spécialistes dans leur domaine respectif, mais en s'attardant cette fois-ci moins sur le factuel. Ainsi, cette étape cherche à découvrir ce qui se trouve entre les lignes (Mendez, 2010).
    - 3.2 Observer les endroits de concentration événementielle pointés précédemment et les analyser proprement afin de tenter d'expliquer l'enchaînement quasi-simultané de ces événements. Nommer le jalon pivot, le moteur, causant cette bifurcation et les raisons justifiant ce moteur (Mendez, 2010).
    - 3.3 Confirmer la division du processus en séquences en expliquant la distinction d'une séquence à une autre, leur spécificité, et leur donner un sens dans la totalité du processus. Nommer les types de passage de séquence (Mendez, 2010; Bergeret et al., 2015b).
  4. Réalisation d'une courte notice expliquant et détaillant sans détour le processus illustré par la frise (Bergeret et al., 2015b).

Malgré la méthodologie présentée, certain.e.s auteurs et autrices, telle que Bonnemains (2015), préfèrent tout de même réaliser leur frise en effectuant une démarche hypothético-déductive; en réalisant des va-et-vient constants entre le terrain et la littérature. Parmi les études terrain effectuées par Bonnemains, des observations participatives lors des activités locales du territoire étudié ainsi que des entrevues semi-directives avec des acteurs et actrices locaux ont pu être réalisées. Les acteurs et actrices interviewé.e.s comprennent des figures publiques et privées, des représentant.e.s de regroupements ou d'associations et des acteurs et actrices impliqué.e.s dans le domaine touristique. La même grille d'entretien a été utilisée pour tous types d'acteurs ou actrices, afin d'égaliser le processus d'analyse.

## 4.2 Méthodologie factuelle

Puisque la création de la frise chronologie du présent travail a été prescrite dans un court laps de temps, une méthodologie simplifiée a été plutôt été adoptée, reprenant en partie la méthodologie de Bergeret et al. (2015).

1. Nomination du processus représenté. Le processus doit être énoncé de manière cartésienne afin de permettre une appropriation du sujet de recherche par tou.te.s et afin de se rapporter à la problématique initiale tout au long du travail (Mendez, 2010; Bergeret et al., 2015b).
2. Positionnement des bornes temporelles. Choisir le début et la fin du laps de temps sur lequel le processus étudié adviendra (Bergeret et al., 2015b).
3. Énonciation des ingrédients. Il est important d'effectuer une sélection limitée des ingrédients afin d'assurer une clarté du processus. Les ingrédients constitutifs au mouvement et à la compréhension du processus doivent être positionnés au centre de la matrice (Mendez, 2010; Arnaud et al., 2018; Bergeret et al., 2015b).
4. Ajout des jalons dans la matrice temporelle. Les jalons sélectionnés sont factuels et sont pour la plupart des événements. Ils ne sont triés pas selon leur importance, tous les jalons pouvant se placer dans un des ingrédients sont ajoutés à la frise (Mendez, 2010; Bergeret et al., 2015b). Lors de l'addition d'un jalon dans la frise numérique, noter la date de l'événement, un titre et une description courte de l'événement, une source et un support médiographique.

Ainsi, comparée à la méthodologie générique, seules des étapes de la phase analytique ont été conservées et certaines étapes de cette section ont été éliminées. La contrainte temporelle mentionnée est en effet en cause, mais le support numérique qui a été préféré comporte aussi ses limites. De ce fait, dans la méthodologie générique, le séquençage s'effectue en repérant des moments condensés en jalons (Mendez, 2010). Or, le principal objectif de la présente recherche était plutôt de construire une banque de données où la frise chronologique numérique ne sert que de support visuel et ainsi aucun tri des jalons n'a été effectué. Il se révèle donc difficile de repérer des moments de concentration événementielle et par le fait même de séquencer. C'est cependant à partir de ce séquençage que la phase systémique se pose (Mendez, 2010).

### 4.3 Méthodologie relative à la frise chronologique numérique partagée

Tel que mentionné plus haut, la frise chronologique numérique peut être construite via l'implication de multiples individus. Ainsi chacun.e peut ajouter des jalons selon sa spécialité via un questionnaire construit sur *Google Forms* (Annexe 2) ou un autre fichier Excel de *Knightlab* que l'original, tout en pouvant visualiser ce qui est déjà construit de la *Timeline*. L'avantage du questionnaire *Google Forms* est qu'il permet de moduler les réponses au préalable, les données sont donc rentrées suivant toutes la même forme de réponse (ex. une date peut autant s'écrire 17 septembre 2021 que 17-09-21). Cependant, le questionnaire nécessite d'être recomplété pour chaque jalon, ce qui n'est pas le cas du fichier Excel où chaque ligne du fichier est un jalon. Dans tous les cas, il est nécessaire qu'une personne soit responsable de la gestion et de l'entrée des données dans la *Timeline* (Arnaud et al., 2020).

Dans le contexte de cette étude, cette section méthodologique n'a pas été réalisée. Effectivement la frise chronologique numérique présentée a exclusivement été produite par l'auteurice de ce rapport, bien que diverses sources de données lui aient été apportées par autrui. De ce fait, cette partie méthodologique n'est rapportée qu'à titre indicatif, afin de poursuivre le projet tel que souhaité par la suite.

## 5. Résultats

Bien qu'un aperçu des composantes de la frise chronologique numérique portant sur la vulnérabilité systémique de Penmarc'h soit présenté dans les résultats, la totalité de cette frise est disponible sur [https://cdn.knightlab.com/libs/timeline3/latest/embed/index.html?source=1fXindUoSQ5fq5MpYkIHkHYMzdt1BBIncjWCg9mLVxuc&font=Default&lang=en&initial\\_zoom=2&height=650](https://cdn.knightlab.com/libs/timeline3/latest/embed/index.html?source=1fXindUoSQ5fq5MpYkIHkHYMzdt1BBIncjWCg9mLVxuc&font=Default&lang=en&initial_zoom=2&height=650). Il est à noter que ce qu'il a été jusqu'à maintenant conçu et compilé n'est pas le résultat final qui sera diffusé par le projet ARICO. Ainsi, la frise est incomplète autant par rapport à son contenu que par rapport à sa présentation graphique. Il est effectivement possible d'offrir visuellement plus, bien que le comment de ces possibilités n'est pas décrit dans ce présent travail puisque l'auteurice n'était pas attiré à cette tâche.

### 5.1 Choix des bornes temporelles

Afin de déterminer les bornes temporelles, la question de profondeur historique a été abordée bien que non répondue. Effectivement, d'un point de vue physique, il pourrait être pertinent de faire remonter l'échelle temporelle de la frise jusqu'au Néolithique, tel que vu dans la section 2.2, mais d'un point de vue humain, il n'est pas indispensable de remonter plus loin que le début de l'apparition de facteurs organisationnels. Il a donc été décidé de d'abord réaliser la frise chronologique numérique afin de possiblement visualiser des moments de concentration événementielle pouvant être pointés comme borne initiale. Quant à la borne finale, elle correspond au présent. La borne finale est cependant ouverte ( [ ) ; ainsi des jalons à longue durée pourront aussi être intégrés, voire même des jalons futurs déjà planifiés.

## 5.2 Choix des ingrédients : croisement des notions de vulnérabilité systémique

Puisque, dans le cadre du projet ARICO, il est souhaité que la méthodologie utilisée soit la même pour la présente frise et une éventuelle frise traitant sur la Matanie, autre territoire étudié par ARICO, les ingrédients choisis devaient pouvoir s'appliquer sur les deux territoires. Les ingrédients sélectionnés ne pouvaient donc pas être spécifiques au PBS. C'est pourquoi il a plutôt été décidé de se reposer sur la notion de vulnérabilité systémique afin de sélectionner les ingrédients. Quelle est cependant la notion à utiliser puisque les deux laboratoires au sein du projet ARICO abordent chacun une notion de la vulnérabilité systémique différente? L'Annexe 3 illustre les indices et indicateurs utilisés afin d'évaluer la vulnérabilité systémique d'un territoire par le LETG, alors que l'Annexe 4 illustre ceux du LDGIZC. Les indicateurs des deux projets ont été détaillés un à un afin d'en connaître leurs similitudes. Tel que visible dans la Figure 10, lorsque les définitions des indicateurs des deux différents projets étaient équivalentes, ils ont été rattachés ensemble, alors que ceux ne trouvant pas de correspondance ont été mis en évidence sur le côté. Lorsque des indicateurs des deux laboratoires affichent une équivalence exacte, les indicateurs du LETG sont colorés en jaune foncé, alors que les indicateurs jaune pâle représentent une concordance partielle.

Certaines correspondances partielles méritent d'être justifiées. Ainsi, l'indicateur *Ménage à bas revenu* d'OSIRISC coïncide avec *Niveau d'instruction de la population* puisque, bien qu'ils ne calculent pas la même chose, ils sont utilisés pour un même principe, soit d'évaluer le niveau de vulnérabilité de la population. *Ménage à bas revenu* concorde aussi avec *Bâtiments abritant des personnes sensibles* dans la même perspective. En poursuivant avec l'indicateur *Agriculture* d'OSIRISC est connecté avec *Enjeux – économique*, car dans les deux cas il est parlé de pertes des terres agricoles en termes de valeur économique en cas d'érosion. Cependant, *Agriculture* se retrouve aussi avec *Enjeux écosystémiques menacés par l'érosion* puisqu'il aborde aussi la notion de perte en valeur écosystémique par son action attribut de zone tampon. Autrement, l'indicateur *Repères* d'OSIRISC est mis en correspondance avec *Connaissance de la zone côtière* puisque le LETG estime que plus le nombre de repères est élevé, plus la connaissance du risque est élevée. Il est toutefois important de mentionner que ce tableau de correspondances est relatif à l'autrice du présent travail et que certaines mises en relation peuvent être très subjectives.

Rapidement en analysant la Figure 10, il est possible d'observer qu'il existe un plus grand nombre d'indicateurs du côté d'OSIRISC que de Résilience. Cela peut entre autres être expliqué par le caractère plus englobant des définitions des indicateurs de Résilience, mais aussi parce qu'OSIRISC semble aborder une définition plus vaste de la vulnérabilité systémique. La notion d'OSIRISC est certes plus vaste, mais certains indicateurs semblent toutefois plus difficiles à recenser et évaluer, tels que l'indice *Représentation* : sur les 264 communes étudiées par OSIRISC, seules trois (Ile Tudy, Saint-Philibert et Locmariaquer) présentent des résultats d'indicateurs de *Représentation* (Observatoire Intégré des Risques Côtiers, 2022). Ainsi, il semble peu étonnant que l'indice *Représentation* d'OSIRISC soit celui semblant le moins bien représenté par la notion de VS du projet Résilience, ou du moins qu'il soit l'indice aillant trouvé le moins de correspondances (les indicateurs de perception se retrouvent dans l'indice *Adaptation* de Résilience) parmi les indicateurs de Résilience. Il va de même pour les indicateurs d'enjeux économiques, puisqu'un seul indicateur économique d'OSIRISC trouve une connexion avec ceux de Résilience. Il est aussi indispensable de mentionner que la notion de vulnérabilité systémique telle qu'entrevue par OSIRISC recouvre des spécificités territoriales propres à la Bretagne non transposable dans d'autres contextes. Par exemple, l'indicateur *Résidences secondaires* répond à la réalité de certaines communes bretonnes d'être composé à 24,4%, en médiane, de résidences secondaires, alors qu'au Québec en 2011, seulement 6,7% de la population québécoise possédait une résidence secondaire, d'où l'impertinence de retrouver ce type d'indicateurs dans la notion de vulnérabilité systémique de Résilience

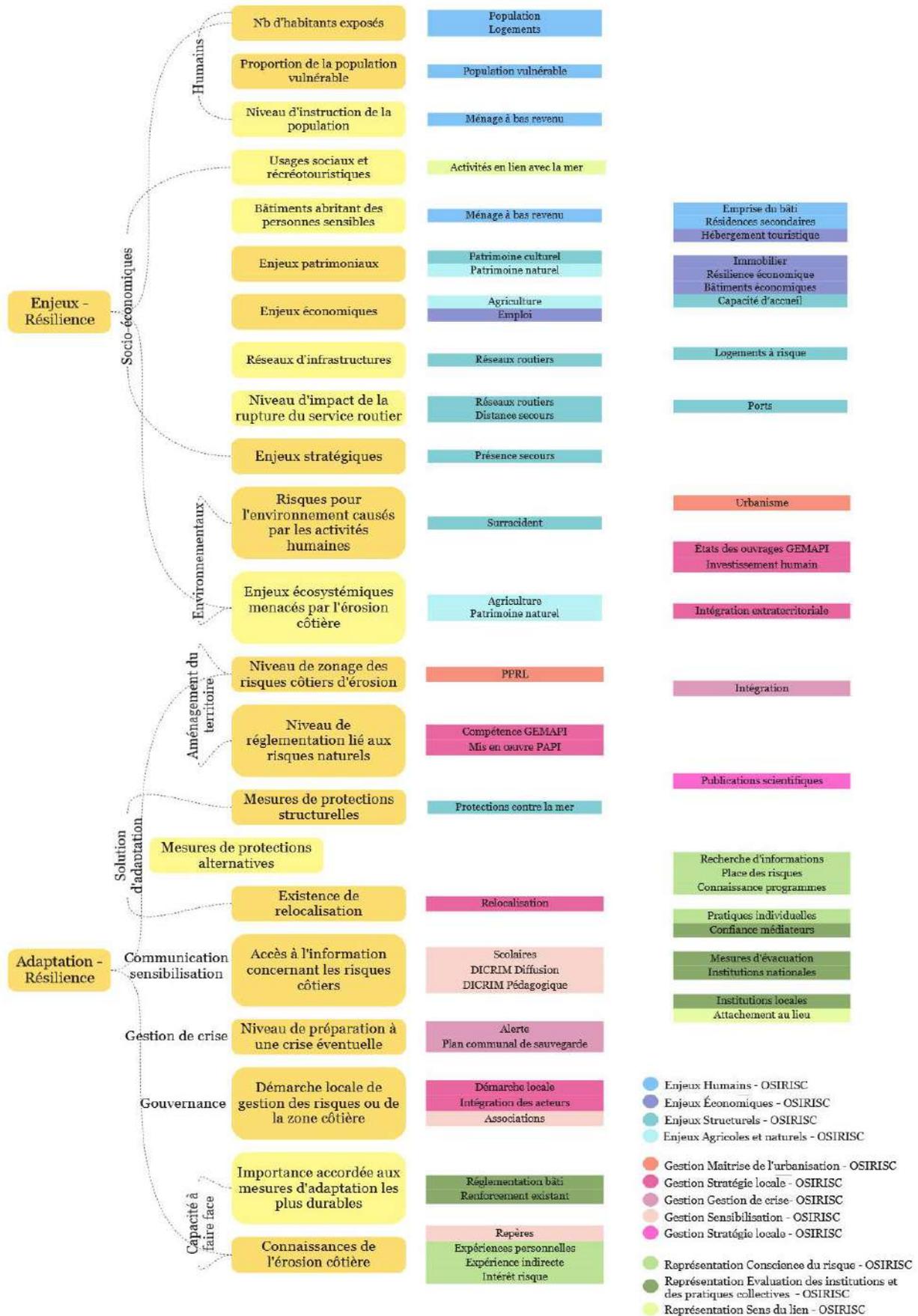


Figure 10. Tableau de correspondance des indicateurs de vulnérabilité systémique des projets Résilience du LDGIZC (à gauche en jaune) et OSIRISC du LETG (à droite en couleurs). Les indicateurs du LDGIZC en jaunes foncés sont ceux coïncidant presque exactement aux indicateurs de LETG, alors ceux en jaunes pâles représentent une correspondance partielle. Les indicateurs ne trouvant pas d'équivalence ont été placés à l'écart.

(Observatoire Intégré des Risques Côtiers, 2022; Réseau de veille en tourisme, 2010). Autrement, l'indice *Gestion* d'OSIRISC semble relativement bien représenté par l'indice *Adaptation* de Résilience, tout comme les *Enjeux - Humains*.

C'est ainsi en prenant en compte toute l'analyse présentée ci-dessus que s'est basé le choix des ingrédients utilisés pour la frise, tout en gardant en perspective l'approche temporelle de celle-ci. Les ingrédients et les groupes d'ingrédients retenus sont présentés dans la Figure 11. Le choix des ingrédients pour le groupe d'ingrédients *Aléas* s'est d'ailleurs reposé sur cette approche. Il aurait effectivement pu être choisi de nommer les ingrédients selon les types d'aléas tels que cela a été fait dans les notions de vulnérabilité systémiques des deux laboratoires, mais il semble temporellement difficile de distinguer les deux indicateurs comme ils subviennent souvent simultanément (Hénaff et al., 2015). Une telle présentation des ingrédients permet aussi l'intégration d'autres aléas, telle que la migration dunaire. Il a ainsi été sélectionné les ingrédients *Temps long* et *Temps court*. C'est en raison de cette distinction conceptuelle

que les indices *Aléas* ne sont pas présents au sein de la Figure 11. Pour l'ingrédient *Temps long* il est espéré démontrer certaines tendances géomorphologiques ou climatologiques alors que *Temps court* serait davantage utilisé afin de recenser les événements ponctuels et naturels pouvant modifier le trait de côte de façon soudaine, tels que les tempêtes. De ce fait, *Temps long* permet de faire une mise en contexte pour l'ingrédient *Temps court* (Giacona et al., 2019).

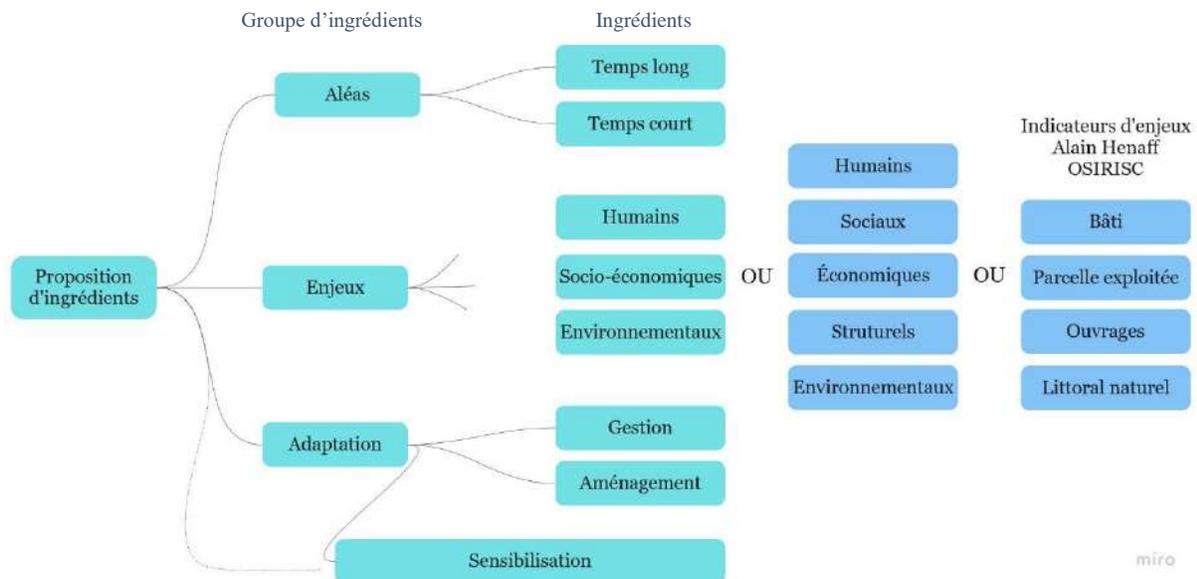


Figure 11. Organigramme des ingrédients utilisés pour la construction de la frise chronologique. Les couleurs ingrédients en turquoise sont ceux retenus pour la frise, alors que ceux en bleu sont ceux considérés. La flèche en pointillé indique aussi une considération non retenue.

Encore un fois, le groupe d'ingrédients *Enjeux* fut facile à choisir puisqu'il est commun aux deux laboratoires. Quant à la sélection des ingrédients, il semble a priori important de mettre en contexte le fait que le nombre d'ingrédients sélectionnés est tout de même limité afin de permettre une meilleure représentation visuelle racontant un processus clair : en moyenne le nombre d'ingrédients utilisés dans une frise est de sept (Bergeret et al., 2015a). Ainsi, le premier choix de sélection d'ingrédients du groupe *Enjeux*, tel que présenté dans la Figure 11, est la sélection restreinte dans sa quantité, alors que la deuxième sélection permet d'englober tous les indices de vulnérabilité systémique utilisés par les deux laboratoires. La troisième proposition reprend les indicateurs d'enjeux utilisés dans les travaux d'Alain

Hénaff, toujours dans le cadre du projet OSIRISC (Hénaff). La première sélection, soit celle étant la plus semblable aux indices du projet Résilience, a été retenue puisqu'elle permet de répondre au critère de limitation quantitatif tout en étant à la fois englobante et proche de la notion de vulnérabilité systémique (comparativement aux indicateurs d'Alain Hénaff). L'indice *Enjeux Humains* est déjà similaire entre les deux projets, il est donc facile de le conserver comme ingrédient. L'*Enjeux Socio-économique* de Résilience a été sélectionné puisqu'il peut englober les *Enjeux Structurels* d'OSIRISC et les *Enjeux Socio* de Résilience. Cette sélection a tout de même comme désavantage de délaissier quelque peu la notion économique telle qu'entrevue par OSIRISC, mais elle correspondra tout de même à celle de Résilience. Finalement, l'ingrédient *Environnementaux* a été retenu puisqu'il semble plus intégrateur que l'indice *Agricoles et naturels*; les indicateurs de cet indice pouvant se redistribuer dans les ingrédients *Socio-économiques* et *Environnementaux*.

Le groupe d'ingrédients *Adaptation* a été créé afin d'intégrer à la fois la notion de *Gestion* et d'*Adaptation* des deux laboratoires en les regroupant dans les deux ingrédients *Gestion* et *Aménagement*. Comme indiqué sur la Figure 11, l'ingrédient *Sensibilisation* aurait aussi pu être considéré comme un groupe d'ingrédients et non comme un ingrédient afin de correspondre davantage à la notion de vulnérabilité systémique d'OSIRISC (indice *Représentation*), mais comme vu précédemment, cet indice reste difficile à évaluer. Il a de plus été choisi de le conserver comme ingrédient afin de répondre à d'autres schémas de vulnérabilité où l'adaptation enveloppe toutes mesures pouvant diminuer la vulnérabilité d'une population, comme la notion de Résilience. De ce point de vue, la sensibilisation ne peut que faire partie du groupe d'ingrédients *Adaptation*.

### 5.3 Choix du type de données et des jalons

Les données utilisées pour la présente étape de l'étude sont des données factuelles provenant de sources diverses. Le processus de sélection des jalons s'est réalisé selon la même logique que celle du choix des ingrédients, c'est-à-dire qu'ils ont été choisis à partir des indicateurs de vulnérabilité systémique utilisés dans les projets OSIRISC et Résilience. L'Annexe 5 représente encore une fois les indicateurs des deux projets correspondants entre eux, mais démontre aussi quels types de données peuvent se rattacher aux indicateurs en tant que jalons. Pour la plupart, ces jalons se résume à être des dates événementielles ou encore des graphiques d'évolution temporelle.

Cette section du travail tend à dépeindre les types de jalons pouvant être exploités pour chaque ingrédient dans une frise chronologique ou chrono-systémique. Plus spécifiquement en rapport avec le territoire du PBS, il sera aussi indiqué où ces données peuvent être récupérées et quelles manipulations sont nécessaires d'effectuer afin de les intégrer dans la frise. Comme expliqué plus haut, le résultat présenté dans ce rapport n'est pas un résultat final, mais bien une ébauche de ce qu'il est possible de réaliser. En fait, certains des jalons présentés ci-dessous n'ont tout simplement pas pu être intégrés dans l'ébauche de frise chronologique numérique telle que présentée dans la section résultat du rapport. Cette section du travail vise donc à permettre de continuer à compléter la frise du PBS.

#### 5.3.1 Aléas – Temps long

Bien qu'aucun résultat n'a pu être produit pour cet ingrédient, plusieurs possibilités existent tout de même. Tel que mentionné ci-tôt, les jalons retrouvés dans cette section doivent servir afin de contextualiser les sous-systèmes (par exemple des cycles saisonniers) dans l'intégrité du système climatique et afin de faire ressortir certaines tendances environnementales (Giacona et *al.*, 2019).

Ainsi, il a été vu qu'un des principaux agents érosifs de la côte se révèle être le niveau eustatique; une courbe régionale de l'évolution eustatique pourrait donc être présentée. Dans cette continuité, les périodes

tempétueuses influencent aussi grandement la géomorphologie de la côte et ces périodes sont elles-mêmes régies par les grands systèmes climatiques telles que la NAO. Les différentes phases et oscillations des grands systèmes climatiques influençant la côte du PBS pourraient donc aussi faire office de jalons. Quant aux impacts des agents érosifs sur le trait de côte, plusieurs cartes illustrant son avancée et son recul sur un grand intervalle de temps pourraient de plus être intégrées dans la frise.

### 5.3.2 Aléas – Temps court

Les jalons présents dans cet ingrédient proviennent pour la majeure partie de la base de données composée par Alain Hénaff dans le cadre du projet OSIRISC. Cette base de données a été complétée par une revue de presse recensant les événements météorologiques extrêmes ayant lieu dans le PBS. Cette base de données a la particularité d’avoir été construite relativement aux enjeux et non aux aléas, c’est-à-dire que les archives de journaux, provenant pour la plupart des quotidiens *Le Télégramme* et *Ouest-France*, étaient recensés selon des mentions de dégâts causés par un aléa et non par l’occurrence de l’aléa même. Ce sont donc ces accidents ou catastrophes qui font office de jalons pour l’ingrédient *Aléas-Temps court*. Plus particulièrement, ces jalons ont été intégrés dans la frise chronologique numérique en les plaçant en fonction de leurs dates. À cela y était ajouté une photo ou un vidéo ainsi qu’une brève description des dégâts subis, tel que visible dans la Figure 12. Par la méthode d’archivage utilisée pour l’alimentation de la base de données d’Alain Hénaff, le travail de recensement des accidents et catastrophes n’a pas seulement été effectué pour toute la commune de Penmarc’h mais bien pour tout le PBS, spécialement pour cet ingrédient.



Figure 12. Exemple de jalon pouvant être visible dans la frise chronologique numérique pour l’ingrédient *Aléas – Temps court*.

### 5.3.3 Enjeux – Humains

Les principaux jalons proposés pour cet ingrédient se présentent sous forme de courbe d’évolution temporelle. Ainsi, la première courbe proposée représente l’évolution démographique de la population de la commune de Penmarc’h. Pour tous les jalons, la courbe est la même, cependant des points informatifs dans le temps se déplacent d’un jalon à l’autre. Sur ces points sont inscrites des informations relatives à la taille de la population, groupe d’âge moyen, à la proportion de la population vulnérable (0-14 ans et 60 ans et plus), au pourcentage de la population active salariée et au revenu brut mensuel, tel que visible dans la Figure 13. Les données utilisées afin de produire ces jalons ont été obtenues sur [www.insee.fr](http://www.insee.fr) et sur [www.salairesmoyen.com](http://www.salairesmoyen.com).

L’autre type de jalon qu’il serait possible de retrouver dans l’ingrédient *Enjeux – Humains* est aussi un graphique d’évolution temporelle, mais informerait cette fois-ci sur la croissance du bâti en zone vulnérable. Pour arriver à de tels résultats, des manipulations de fichiers .shp seraient nécessaire, l’un

découpant les zones inondables dans les communes et les autres représentant les résidences sur différentes années. Une fois transformés et intégrés dans la frise numérique, les jalons trouveraient une présentation suivant la Figure 13; les points temporels renseigneraient sur le pourcentage de résidences secondaires et sur le pourcentage de résidences vulnérables (ex. qui n'ont pas de fenêtre sur les toits permettant l'évacuation (Observation Intégré des Risques Côtiers, 2022)). Si de telles informations sont disponibles,

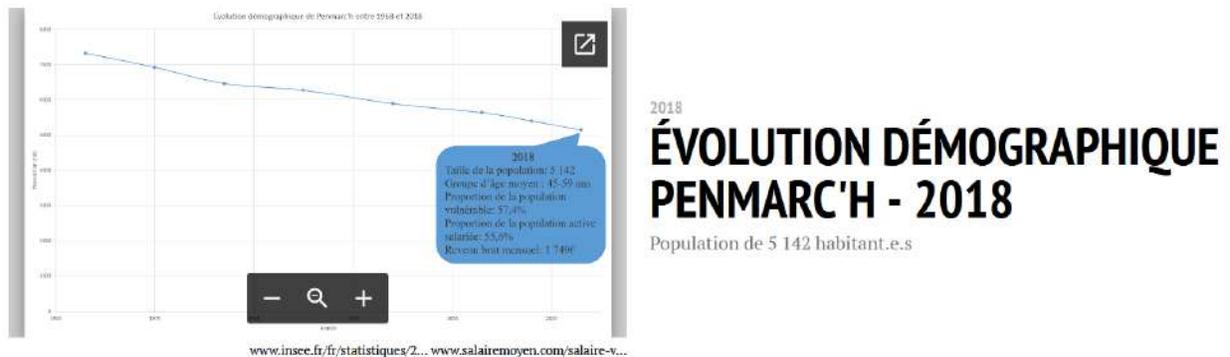


Figure 13. Exemple de jalon relatif à la croissance démographique de la population d'une commune pouvant être visible dans la frise chronologique numérique pour l'ingrédient *Enjeux – Humains*.

il pourrait même être intéressant de caractériser les types de résidents temporaires. Effectivement, recenser le pourcentage de résidences secondaires permet d'estimer la vulnérabilité d'une commune, puisque les résident.e.s secondaires sont généralement moins informés quant aux risques et aux comportements à adopter en cas d'intempéries et ne développent pas le même sentiment d'appartenance aux lieux que les résident.e.s permanents (Observation Intégré des Risques Côtiers, 2022).

### 5.3.4 Enjeux – Socio-économiques



Figure 14. Exemple de jalon relatif à l'inauguration d'élément patrimonial pouvant être visible dans la frise chronologique numérique pour l'ingrédient *Enjeux – Socio-économiques*.

Les jalons proposés pour compléter l'ingrédient *Socio-Économiques* sont essentiellement des dates. L'économie du PBS étant fortement reposée sur l'industrie de la pêche et du tourisme, des dates comme celle de classement de sites patrimoniaux ou touristiques, de l'inauguration d'infrastructures touristiques, de l'inauguration ou de la fermeture de certains ports ainsi que des dates d'événements culturels, sociaux

et récréotouristiques à grandes ampleurs pourraient se retrouver dans la frise. Des dates d'inauguration de réseaux routiers majeurs et d'infrastructures de secours sont aussi proposées. Autrement, des graphiques d'évolution temporelle tels que proposés dans la Figure 13 pourraient être construit afin de présenter la proportion des zones agricoles étant situées en zones vulnérables, c'est-à-dire en zones submersibles. La difficulté de cet ingrédient est effectivement de convertir les indicateurs de notion de vulnérabilité systémique afin qu'ils puissent être évalués temporellement.

L'essentiel du travail qui a été comptabilisé pour cet ingrédient est relatif aux dates d'inaugurations de sites patrimoniaux. Pour ce faire, les sites patrimoniaux ont été recensés via le site [www.kartenn.region-bretagne.fr/patrimoine/](http://www.kartenn.region-bretagne.fr/patrimoine/) puis leurs coordonnées géographiques ont été trouvées grâce à *Google Earth* afin de créer un point .shp de leur emplacement. Il était ainsi possible de savoir si ces sites étaient placés ou non en zones vulnérables, en les superposant avec une carte des zones de basses terres, et s'ils l'étaient, la date de leurs inaugurations était trouvée afin de les intégrer dans la frise accompagnée d'un court texte descriptif tel que visible dans la Figure 14. La difficulté derrière cette démarche de recensement est celle de trouver les dates d'inauguration, bien qu'il semble pertinent d'opter pour cette date plutôt que celle de création de l'infrastructure puisqu'il n'est pas nécessairement considéré comme important aux yeux de la société à ce moment-là. Il pourrait être envisagé de contacter les musées locaux et/ou d'exploiter la base de données portant sur le patrimoine breton conçue par Guillaume Marie, professeur à l'Université du Québec à Rimouski afin de surpasser cette difficulté.

### 5.3.5 Enjeux – Environnementaux

L'utilisation de dates est encore une fois proposée dans cet ingrédient. Cette fois-ci des dates d'accidents environnementaux causés par les humains ainsi que les dates d'inaugurations de parcs et de patrimoines naturels sont présentées.

Les dates d'accidents environnementaux causés par les humains qui peuvent être pour l'instant retrouvées dans la *Timeline* ont été trouvées dans les archives composant la base de données d'Alain Hénaff. Les dates concernant la mise en place de zones naturelles à vocation de protection, de conservation et de restauration ont été comptabilisées grâce aux données du CEREMA de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel. En réalisant des recherches quant à la description de ces zones, d'autres dates pouvant justifier la création de ces zones, telle que la découverte d'espèce à statut particulier, ont été trouvées et ajoutées à la frise numérique. Une brève description de l'importance du site, une photo ainsi qu'un lien dirigeant vers de plus amples informations composent les jalons de l'ingrédient *Enjeux - Environnementaux* (Figure 15).



Figure 15. Exemple de jalon relatif aux dates de création de sites naturels pouvant être visible dans la frise chronologique numérique pour l'ingrédient *Enjeux – Environnementaux*.

### 5.3.6 Adaptation – Gestion

L'ingrédient *Adaptation – Gestion* tend à présenter tous textes légaux et législatifs pouvant encadrer la gestion de la zone côtière ainsi que tout ce qui est relié au niveau de préparation de la commune face à une crise éventuelle. En fait, les jalons présents dans cet ingrédient sont tous relatifs à la mitigation pouvant être réalisée par le biais de mesures de gestion administrative, mais ne prenant pas d'aspect physique (ex. murs de protection). Ainsi, la base de données composée par Lola Guyon (2021) dans le cadre du projet ARICO a permis de créer les jalons nationaux. Quant aux jalons locaux, une compilation des indicateurs utilisés par OSIRISC avait été préalablement effectuée par Joachim Houbib (2019) pour les communes du PBS et a donc pu être utilisée. Il est donc possible d'y retrouver comme jalons par exemple, la date de mise en place de la Stratégie nationale de la gestion intégrée de la zone côtière, la date de publication du Rapport Buchou sur l'adaptation du littoral aux changements climatiques et la date de mise en œuvre du PAPI de Penmarc'h. Quant aux jalons voués au niveau de préparation en cas de crise, il serait aussi pertinent d'intégrer les dates de déclenchement d'alerte lorsqu'une crise arrive et les dates de créations d'association à vocation thématique. Pour cela, une revue de presse serait probablement nécessaire ainsi qu'une prise de contact avec les associations ciblées.

Lorsque possible, le jalon intégré dans la frise numérique renvoie au site internet permettant de consulter, par exemple, le projet de lois (Figure 16).

JANUARY 7, 1983

## LOI N° 83-8 RELATIVE À LA RÉPARTITION DE COMPÉTENCES ENTRE LES COMMUNES, LES DÉPARTEMENTS, LES RÉGIONS ET L'ÉTAT

Dite "Loi Defferre". Les Plans d'Occupation des Sols deviennent une responsabilité des communes. Lien Légifrance : [www.legifrance.gouv.fr/loda/id...](http://www.legifrance.gouv.fr/loda/id...)

Figure 16. Exemple de jalon pouvant être visible dans la frise chronologique numérique pour l'ingrédient *Adaptation - Gestion*.

### 5.3.7 Adaptation – Aménagement

À l'inverse de l'ingrédient *Adaptation – Gestion*, les jalons de l'ingrédient *Adaptation – Aménagement* visent, pour la plupart, à nommer les mesures de mitigation pouvant prendre un aspect physique, qui apportent une modification quelconque du territoire. De cette façon les jalons de cet ingrédient sont des dates de ces dits aménagements du territoire, des dates de création de cartes de zonage et des courbes d'évolution temporelle de l'aménagement du littoral avec des points informatifs renseignant sur les types d'aménagement, tel que visible dans la Figure 17.

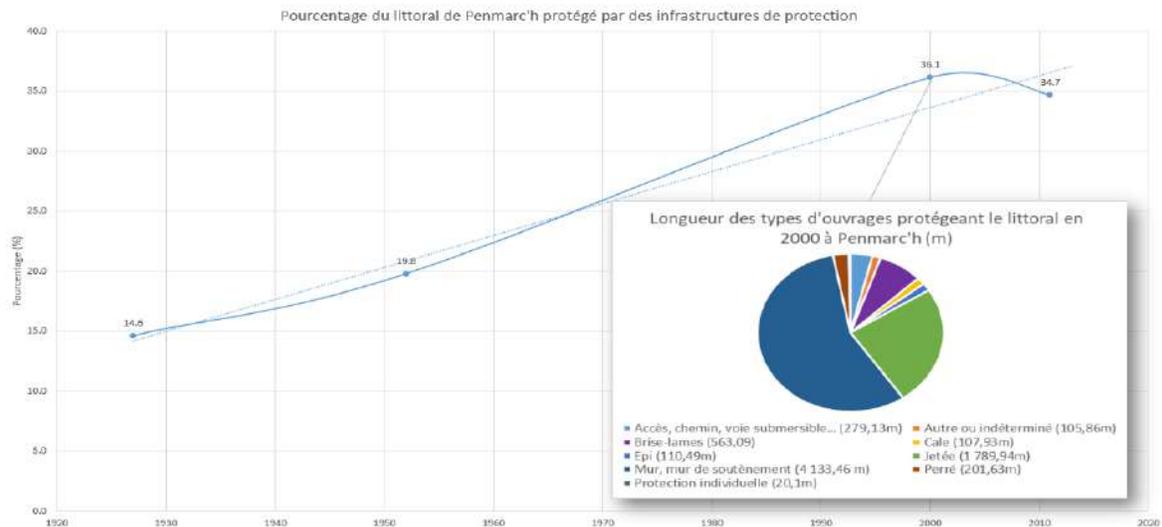


Figure 17. Exemple de jalon relatif à l'évolution de l'aménagement du littoral pouvant être visible dans la frise chronologique numérique pour l'ingrédient *Adaptation - Aménagement*.

Pour ce dernier type de jalon, des données du CEREMA sous forme de fichier .shp ont été utilisées afin de produire les graphiques. Elles sont disponibles sur le site [www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr](http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr). Les jalons relatifs aux dates d'aménagement du territoire, tels qu'une recharge de plage, ont été créés à partir de la revue de presse composée par la base de données d'Alain Hénaff. Cette base de données n'ayant pas été composée afin de répertorier ce type d'événement, une revue de presse plus exhaustive serait nécessaire, bien qu'elle ne permettrait probablement pas d'effectuer un recensement complet. Contacter les communes du PBS pourrait donc aussi être à propos.

### 5.3.8 Adaptation - Sensibilisation

En créant l'ingrédient *Adaptation – Sensibilisation*, il était espéré effectuer une revue de presse, principalement à partir du *Télégramme* et *Ouest France*, afin d'être capable d'évaluer le ressenti et les croyances de la population face aux moyens de gestion du littoral. Or, peu d'énergie a été déployée dans ce sens puisqu'un défi de représentation et d'intégration de ce type de données dans la frise chronologique existe, en plus de leur incertitude. Jamais ne sera-t-il mentionné dans un journal quel est le courant de pensée actuel et le ressenti de la population, le chercheur ou la chercheuse effectuant ce travail devra lui ou elle-même créer ces propres conclusions.

Tout de même, les jalons possibles pour l'ingrédient *Adaptation – Sensibilisation* sont les dates d'activités de sensibilisation à grande ampleur, comme le festival *Si la mer monte*, les dates de publications des DICRIM au sein des communes et les dates de publications d'articles scientifiques thématiques.

## 6. Discussion

Parmi les erreurs qui serait possibles de mentionner en relation avec la méthode proposée par ce rapport, il est entre autres possible de mentionner une erreur relative à l'ingrédient *Aléas – Temps court*, soit la méthode de recensement utilisée. Effectivement, les événements compilés dans la banque de données utilisée ne recensent que les événements créant des dommages dans le PBS directement. Or, de cette manière la tempête Xynthia n'a pas été comptabilisée dans la banque de données puisqu'elle est subvenu plus au sud, ne créant aucun dommage direct dans le PBS. Cependant, l'avenue de cette tempête est une rupture dans le processus de la vulnérabilité systémique du PBS, et la France en entière, puisqu'en s'en est ensuite découlé une série mesures de gestion s'appliquant à l'ensemble du pays (Meur-Ferec et *al.*, 2020). Bien que la tempête Xynthia ne soit qu'un exemple, ce genre d'erreur pourrait aussi se reproduire dans le cas d'autres événements. Il pourrait donc être pertinent d'ajouter ces événements à impact national. De ce fait, ce type d'erreur provient de l'effet source. En outre, plus les données remontent dans le temps, plus les sources deviennent incomplètes, en particulier pour les événements fréquents. Ainsi, la qualité et la quantité des sources peuvent aussi varier selon la relation qu'entretient la société avec les aléas. L'absence de sources ne signifie pas nécessairement une absence d'aléas; une accoutumance aux aléas peut l'expliquer. De cette absence peut aussi en découler un oubli dans la mémoire collective, pouvant éventuellement rendre la société à nouveau vulnérable. L'erreur de l'effet source peut aussi être présente par la fluctuation des sources documentaires au fil du temps. Plus il y a un grand nombre de sources, moins l'erreur sera grande (Giacona et *al.*, 2019). En refaisant appel à l'erreur reliée à la méthodologie de recensement, il serait donc à propos d'ajouter à la base de données davantage de sources que les deux principales, soit les journaux *Le Télégramme* et *Ouest France*.

Par l'existence des erreurs reliées à l'effet source, le questionnement relié à la borne initiale de l'échelle temporelle de la frise peut possiblement être répondu. Effectivement, afin de réduire l'erreur, la borne initiale ne devrait-elle pas être le début de l'apparition de mesures de gestions? Tout de même, l'effet que peut avoir une borne initiale remontant jusqu'au Néolithique sur la mémoire collective n'est pas à négliger. Il a de plus été soulevé la possibilité de faire coïncider les bornes initiales du territoire de la Matanie et du PBS, afin de pouvoir les comparer sur une même échelle.

Une question qui n'a pas été introduite jusqu'à présent dans cette étude, mais qui mérite cependant d'être soulevée est celle des bornes spatiales à utiliser. Puisque le démonstrateur construit se rapportait sur une plus petite échelle, soit à l'échelle de la commune de Penmarc'h, il n'était pas nécessaire d'aborder ce questionnement. Or, lorsque l'étude de la vulnérabilité systémique du PBS sera effectuée, un plus grand territoire sera à couvrir et il pourrait être pertinent de bien limiter les frontières de l'étude. Parmi les bornes proposées pour encadrer cette future étude, il est possible de nommer les limites des communes côtières (zones législatives) et les zones vulnérables (les zones de basses terres pouvant être submergées). Cette dernière permet de représenter que le territoire affecté par les aléas. Or, comme la vulnérabilité systémique étudie bien un système, il peut être difficile de dissocier les composantes du système d'une commune de celle d'une zone vulnérable. Par exemple, des mesures de gestion s'appliquent à l'ensemble du territoire d'une commune et non juste à la zone de basses terres. Et encore là, même s'il est décidé de faire abstraction des bornes spatiales pour les mesures de gestion, comme distinguer la perception et sensibilisation de la population communale de celle en zone vulnérable, d'autant plus que les uns influencent les autres.

Autrement, bien que ce ne soit pas une erreur à proprement dire, il est important de questionner le choix même de l'outil frise chronologique numérique. Effectivement, par sa représentation visuelle, la frise chronologique numérique ne permet pas d'appliquer complètement la méthodologie générique de la méthode processuelle. Aucune analyse systémique n'est donc effectuée. Or, il semble difficile d'arriver à

la compréhension d'un processus sans cette étape, sujet qui est pourtant au cœur de la problématique de cette étude. Il semble donc important de poursuivre la méthodologie générique afin de pouvoir réellement illustrer le processus de la vulnérabilité systémique (Giacona et *al.*, 2019). De plus, comme le problème porte aussi sur la systémique, l'outil frise chrono-système semble encore plus adapté qu'une frise chronologique statique puisqu'elle permet aussi l'illustration des liens dynamiques expliquant les causalités (Bergeret et *al.*, 2015b).

La frise chronologique numérique reste tout de même pertinente dans un contexte de construction de base de données. Ainsi, de futurs projets pourront plus facilement être construits à partir de celui-ci. Cette base de données pourra aussi être évolutive dans le temps, en étant constamment alimentée. Cela sous-entend cependant qu'une personne doit être attachée à son administration (Arnaud et *al.*, 2020). La frise chronologique numérique offre aussi l'avantage d'afficher un portrait global des événements, permettant aux utilisateurs et utilisatrices de ressortir par eux-mêmes ce qu'ils trouvent pertinent et d'alimenter la mémoire collective. L'alimentation de la mémoire collective peut aider à diminuer de la vulnérabilité d'une population (Meur-Ferec et *al.*, 2020). Le format de la frise numérique permet de plus un usage plus didactique et interactif que les autres formats de frises qui eux sont statiques. Effectivement, il est possible que de ne se renseigne que sur les jalons voulus; c'est aussi le seul format permettant l'affichage d'informations relatives aux jalons.

## **7. Conclusion**

L'étude de la vulnérabilité systémique demande une mise en relation de toutes les composantes d'un système. Alors que l'étude de la vulnérabilité systémique d'un territoire s'effectue normalement à un temps  $T$ , une méthode permettant de surmonter cette limitation est l'analyse processuelle via l'utilisation de la frise chronologique. Cet outil est particulièrement pertinent puisqu'il permet d'illustrer l'imbrication des diverses composantes d'un processus ainsi que l'irréversibilité de celui-ci. Bien que la frise chronologique numérique propose une représentation similaire à la version statique, elle limite toutefois l'application totale de la méthode processuelle. L'analyse du processus de la vulnérabilité systémique est donc incomplète. La création d'autres outils de représentation visuelle, telle que la frise chrono-système, serait donc nécessaire afin de pouvoir réellement illustrer la problématique à l'étude. La frise chronologique numérique reste tout de même pertinente puisqu'elle permet la formation d'une base de données pouvant être réutilisée en plus d'être un outil plus adapté pour la sensibilisation.

## Bibliothèque

Antoni, J. P., Klein, O., & Moisy, S. (2004). Cartographie interactive et multimédia: vers une aide à la réflexion géographique. *Cybergeo: European Journal of Geography*.

Arnaud, F., Roux-Michollet, D., Antonio, A., Barthelemy, C., Carrel, G., Comby, E., ... & Wichroff, E. (2018). Croiser les disciplines et partager la connaissance produite dans un observatoire: élaboration d'une frise chronosystémique pour l'OHM Vallée du Rhône. Dans *SAGEO'2018: Conférence internationale francophone Spatial Analysis and GEOMatics*.

Arnaud, A., & Davoine, P. A. (2009). Cartographie des temporalités dans le domaine des risques. *Comité Français de Cartographie*, (202), 59-70.

Arnaud, F., Roux-Michollet, D., Trémélo, M. L., Michel, K., Jérôme, F., Raynal, J. C., Pardo, C., ... & Lerigoleur, E. (2020). Managing and sharing multidisciplinary information in human-environment observatories: feedbacks and recommendations from the French DRIIHM network. *Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Sciences*.

BRGM, Ministère de la transition écologique. (2022). Carmen, L'application cartographique au service des données environnementales. <https://carmen.naturefrance.fr/>

Cerema et Ministère en charge de l'environnement (2019). Cartographie de l'artificialisation du trait de côte. <https://www.geocatalogue.fr/Detail.do?fileIdentifiant=1cb26648-a91f-4d66-8619-80442834c5aa>

Duval, M. (2019). Trajectoire patrimoniale des sites d'art rupestre sud-africains. Enseignement à partir du bien UNESCO «Maloti-Drakensberg» via l'application de l'outil-frise.

Elissalde, B. (2000). Géographie, temps et changement spatial. *L'Espace géographique*, 224-236.

Bergeret, A., Delannoy, J. J., George-Marcelpoil, E., Piazza-Morel, D., Berthier-Foglar, S., Bonnemains, A., ... & Tolazzi, S. (2015a). L'outil-frise, dispositif d'étude interdisciplinaire du changement territorial. *EspacesTemps. net*, (07).

Bergeret, A., George-Marcelpoil, E., Delannoy, J. J., & Piazza-Morel, D. (2015b). L'outil-frise: une expérimentation interdisciplinaire.

Bonnemains, A. (2015). *Vulnérabilité et résilience d'un modèle de développement alpin: Trajectoire territoriale des stations de sports d'hiver de haute altitude de Tarentaise* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).

DURFORT J. (relecture B. BUISSON), .- 530030096, DUNES ET MARAIS DE KERITY ET STER POULGUEN ET LANDES DE KERSIDAL (ancien nom : DUNES ET MARAIS DU STER DE KERITY ET POULGUEN). - INPN, SPN-MNHN Paris, 13P. <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/530030096.pdf>

Ministère de la transition écologique. (10 mars 2022). GéoLittoral, Le Portail de la mer du littoral. [www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr](http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr)

Ministère de la transition écologique (2022). Géocatologue. [www.geocatalogue.fr](http://www.geocatalogue.fr)

Giacona, F., Martin, B., Eckert, N., & Desarthe, J. (2019). Une méthodologie de la modélisation en géohistoire: de la chronologie (spatialisée) des événements au fonctionnement du système par la mise en correspondance spatiale et temporelle. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 14), 171-199.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. (1997). Incidences de l'évolution du climat dans les régions : évaluation de la vulnérabilité. 17 p.

Guyon, L. (2021). Analyse comparée de la gestion des risques côtiers en France et au Québec : Construction d'archétypes de territoires côtiers intégrant toutes les modalités en vigueur en France et au Québec pour gérer les risques côtiers. (Mémoire de Master 2, Université de Bretagne Occidentale et Université du Québec à Rimouski). 105 p.

Institut national de la statistique et des études économiques, a. (19 novembre 2021). Au troisième trimestre 2021, le taux d'emploi est au plus haut (67,5%) et le taux de chômage est quasi-stable (8,1%). <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5871518> a

Institut national de la statistique et des études économiques, b. (21 mars 2021). Dossier complet - Commune de Penmarch (29158). [https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-29158#tableau-REV\\_G1](https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-29158#tableau-REV_G1)

Hénaff, A. Base de données personnelles construite pour les projets OSIRIS et OSIRIS+

Hénaff, A., Vliet-Lanoe, B. V., Delacourt, C., Goslin, J., Hallégouët, B., & Penaud, A. (2015). Enregistrement stratigraphique de l'holocène en baie d'Audierne: impact morphologique des tempêtes. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 26(2), 87-104.

Houbib, J. (2019). Indicateurs gestion\_pays bigoud sud\_2019\_complété\_JH\_07102019. (Publication personnelle).

MNHN & OFB [Ed]. (23 mars 2022). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). <https://inpn.mnhn.fr>

Région Bretagne. Patrimoine culturel. [www.kartenn.region-bretagne.fr/patrimoine/](http://www.kartenn.region-bretagne.fr/patrimoine/)

Lapierre, J.-W. (1992). *L'analyse de systèmes. L'application aux sciences sociales*. Paris : Syros.

Magnan, A., Duvat, V., & Garnier, E. (2012). Reconstituer les «trajectoires de vulnérabilité» pour penser différemment l'adaptation au changement climatique. *Natures Sciences Sociétés*, 20(1), 82-91.

Mendez, A. (2010). Processus. Concepts et méthode pour l'analyse temporelle en sciences sociales. *Lectures, Publications reçues*.

Meur-Ferec, C., Berre, I. L., Cocquempot, L., Guillou, E., Hénaff, A., Lami, T., ... & Noûs, C. (2020). Une méthode de suivi de la vulnérabilité systémique à l'érosion et la submersion marines. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 11(1).

Observatoire Intégré des Risques Côtiers (2022). Projets OSIRIS et OSIRIS+. <https://www-ium.univ-brest.fr/wapps/osi/>

Penmarc'h. (2022). <https://www.penmarch.fr/>

Raimbault, C., Duperret, A., Regard, V., Molliex, S., Wyns, R., Authemayou, C., & Le Gall, B. (2018). Quaternary geomorphological evolution of a granitic shore platform constrained by in situ <sup>10</sup>Be concentrations, Penmarc'h, SW Brittany, France. *Marine Geology*, 395, 33-47.

Institut national de l'information géographique et forestière, IGN. (2022). Remonter le temps. [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr)

Réseau de veille en tourisme, 2010. Portrait du marché des résidences de tourisme de villégiature au Québec. Rapport de la Chaire du tourisme Transat, ESG, UQAM, 30p. <http://veilletourisme.s3.amazonaws.com/2010/10/Portrait-de-residences-de-tourisme-de-villegiature-au-Qc.pdf>

SalaireMoyen.com. (2022). L'information fiable sur les salaires en France. [www.salairemoyen.com](http://www.salairemoyen.com)

Pierre Stéphan, Jérôme Goslin. Évolution du niveau marin relatif à l'Holocène le long des côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche : réactualisation des données par la méthode des "sea-level index points". Quaternaire, AFEQ-CNF INQUA, 2014, 25 (4), pp.295-312. 10.4000/quaternaire.7269. hal-01148328

**Annexe 1 - Exemple de liens dynamiques pouvant être utilisé dans la création d'une frise  
 chrono-systémique (Bergeret et *al.*, 2015b)**

	Cause directe, rétroaction
	Succession, consécution
	Synergie, collaboration, coordination
	Délai d'observation des résultats ou conséquences (effet-retard)
	Inertie, frein, résistance
	Résistance, conflit, dialectique
	Travail de mémoire

## Annexe 2 – Exemple de questionnaire *Google Forms* pouvant être utilisé lors de la création d'une *Timeline* communale

The image shows a Google Forms interface for a questionnaire titled "Timeline". The form is in the "Questions" tab, with "Réponses" (0) and "Paramètres" visible. The form is titled "Timeline" and has a description field. Below the title is a short answer question labeled "nom" with the text "Réponse courte". Below that is a multiple choice question labeled "Question" with two options: "Oui" and "Non". The question text is "partage des données" and "Etre recontacté".

Formulaire sans titre

Questions Réponses 0 Paramètres

Rubrique 1 sur 2

Timeline

Description du formulaire

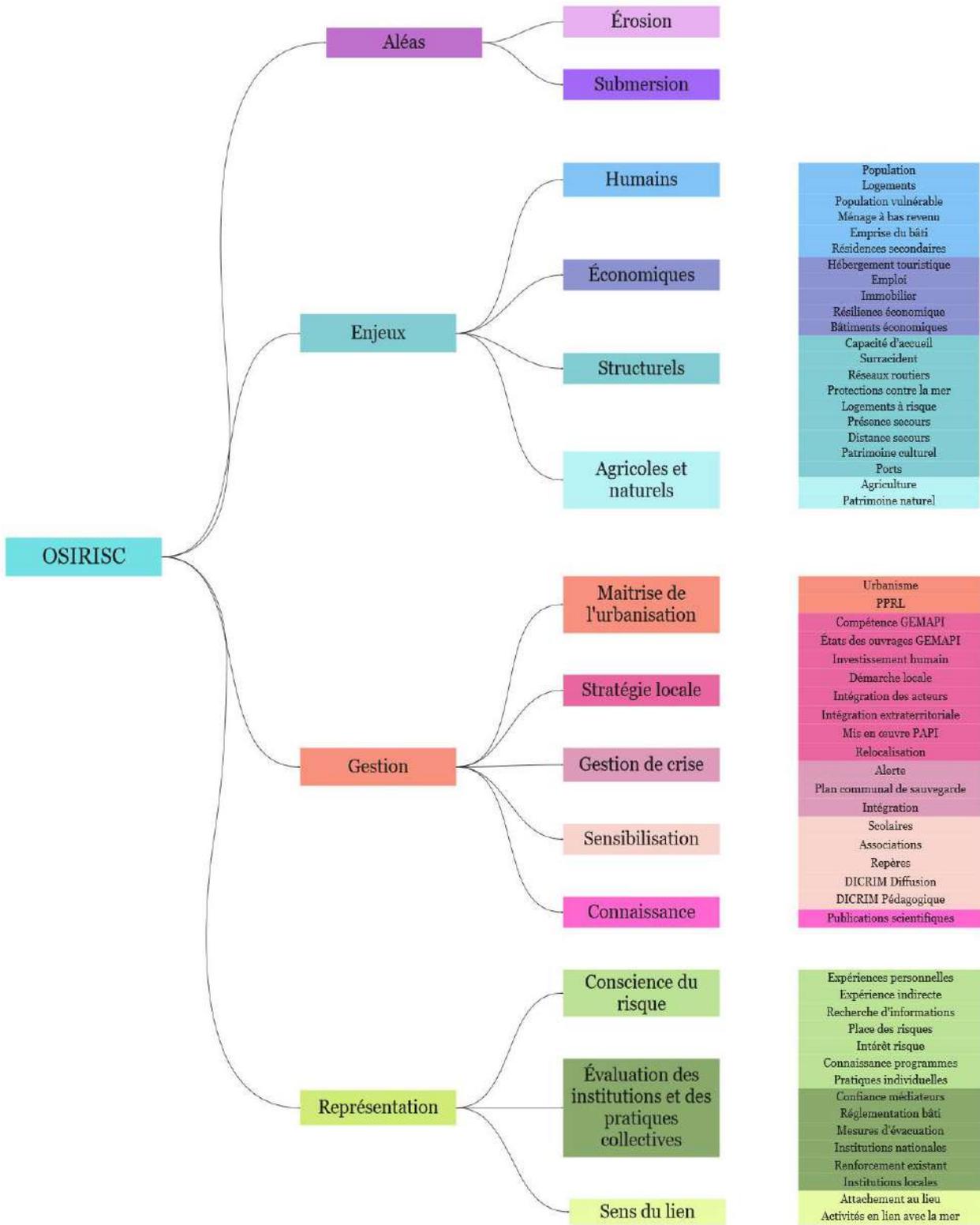
nom

Réponse courte

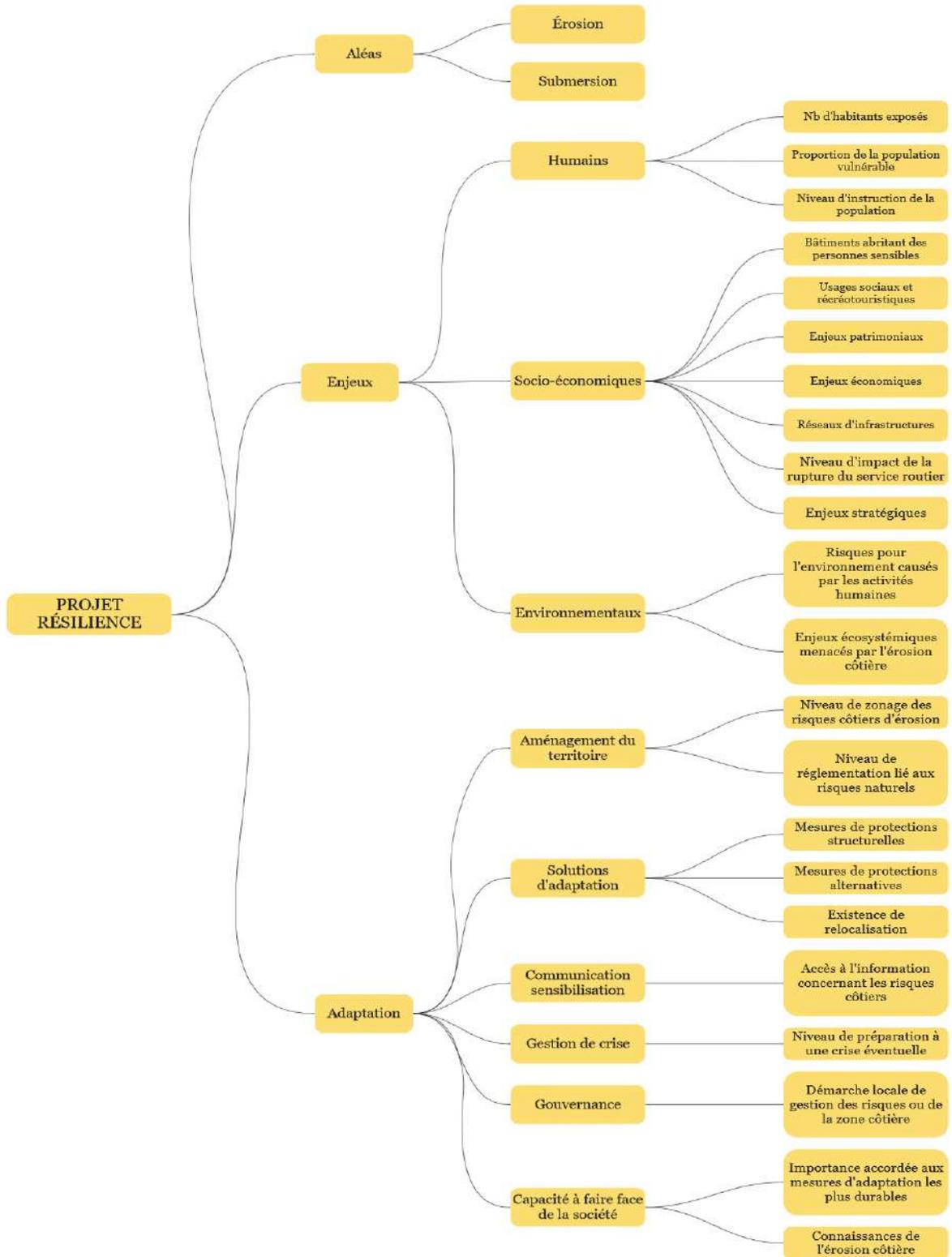
Question

	Oui	Non
partage des données	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etre recontacté	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Annexe 3 – Organigramme des indicateurs de la vulnérabilité systémique tel que défini par le projet OSIRISC du LETG



## Annexe 4 – Organigramme des indicateurs de la vulnérabilité systémique tel que défini par le projet résilience du LDGIZC



**Annexe 5 – Tableau de types de jalons pouvant être utilisés selon leurs correspondances aux indicateurs de vulnérabilité systémique des projets OSIRIC du LETG et Résilience du LDGIZC**

Groupe d'ingrédients	Ingrédients	Type de données frise	Correspondance indicateurs OSIRISC	Correspondance indicateurs Résilience
<b>Aléas</b>	Temps long	Courbe d'évolution du trait de côte et carte d'accumulation et d'érosion		
	Temps court	Tempêtes, événements de submersion ou d'érosion majeurs		
<b>Enjeux</b>	Humains	Courbe d'évolution de la croissance du bâti en zone vulnérable où des informations relatives au pourcentage de résidences secondaires et au pourcentage de résidences vulnérables (points dans le temps)	Résidences secondaires	-
			Emprise du bâti	-
			Logements	Nombre d'habitants exposés
		Population		
		Ménage à bas revenu	Niveau d'instruction de la population	
		Proportion vulnérable	Proportion de la population vulnérable	
	Socio-économiques	Pourcentage des terres agricoles en zone vulnérable dans le temps	Emploi	Enjeux économiques
			Agriculture	
		Date d'inauguration patrimonial	Patrimoine culturel	Enjeux patrimoniaux
			Patrimoine naturel	
		Dates de création/fermeture de ports	Ports	-
		Date d'événements sociaux et récréotouristiques ?	-	Usages sociaux et récréotouristiques
		Date de créations de nouvelles routes	Réseaux routiers	Réseaux d'infrastructures
		Dates d'inauguration d'infrastructures de secours	Présence secours	Enjeux stratégiques
Date d'inauguration d'infrastructure touristique	Hébergement touristique	-		
-	Distance secours	Niveau d'impact de la rupture du service routier		
-	Immobilier	-		
-	Résilience économique	-		

		-	Bâtiments économiques	-
		-	Capacité d'accueil	-
		-	Logements à risque	-
		-	-	Bâtiments abritant des personnes sensibles
Environnementaux	Date d'accident environnementaux causé par l'humain	Surraccident	Risques pour l'environnement causés par les activités humaines	
	Date d'inauguration d'espaces naturels non patrimoniaux	Patrimoine naturel	Enjeux écosystémiques menacés par l'érosion côtière	
	-	Agriculture		
Adaptation	Gestion	Dates de créations d'association locale et de leurs activités à grand déploiement	Associations	Démarche locale de gestion des risques ou de la zone côtière
		Date de création du PAPI ou de la Stratégie locale	Démarche locale	
		-	Intégration des acteurs	
	Date de la mise en place du système d'alerte et date de déclenchement de l'alerte (?)	Alerte	Niveau de préparation à une crise éventuelle	
	Date de mise en place des PCS et/ou PCIS au sein des communes	Plan Communal de sauvegarde		
	Données de Lola	Intégration extraterritoriale	-	
	-	Intégration	-	
	Aménagement	Date d'aménagement du littoral par des méthodes alternatives	-	Mesures de protection alternatives
		Date d'actions mises en œuvre dans le cadre GEMAPI	Compétence GEMAPI	Niveau de réglementation lié aux risques naturel
		Date d'actions mises en œuvre dans le cadre PAPI	Mise en œuvre PAPI	
		Date de mise en place des PPRL, de leurs cartes et de leurs mises à jour au sein des communes	PPRL	Niveau de zonage des risques côtiers
		-	États des ouvrages	Mesures de protections structurelles
		Courbe d'évolution de la croissance du littoral aménagé et points dans le temps informant sur le pourcentage des types d'infrastructures	Protections contre la mer	
Date de relocalisation		Relocalisation	Existence de relocalisation	
-		Urbanisme	-	
-	Investissement humain	-		
Sensibilisation	Date d'événements de sensibilisation à grande échelle (pas seulement en contexte scolaire)	Scolaires	Accès à l'information	

		Date de publication des DICRIM au sein des communes	DICRIM Diffusion	
		-	DICRIM Pédagogique	
		Date de publication de recherches scientifiques relatives à la vulnérabilité du territoire côtier	Publications scientifiques	-
		-	Repères	Connaissance de l'érosion côtière
			Expérience indirecte	
			Expérience personnelle	
			Intérêt risque	
		-	Connaissance des programmes	Importance accordée aux mesures d'adaptation les plus durables
			Réglementation bâti	
			Renforcement existant	
		-	Recherche d'informations	-
		-	Place des risques	-
		-	Pratiques individuelles	-
		-	Confiance médiateurs	-
		-	Mesures d'évacuation	-
		-	Institutions nationales	-
		-	Institutions locales	-
		-	Attachement au lieu	-
		-	Activités en lien avec la mer	-