

TFE 2023 [LBARC2200] - LOCI Bruxelles

Titre: Un nouvel équilibre entre terre et mer : le territoire du nord Adriatique

Travail de fin d'études de : *SBARIGLA Sofia*

Copromoteur-expert : *FABLAN Lorenzo*
Copromoteurs : *DE VISSCHER Jean-Philippe*
CAVALIERI Chiara
DESCHEEMAEKER Basil
MANARESI Pietro

Date de présentation : 21 juin 2023

RÉSUMÉ

Les effets du changement climatique et en particulier parmi eux, ceux de la montée des eaux, nous mènent à réévaluer la gestion actuelle des territoires qui se situent en équilibre entre la terre et la mer, comme celui de la plaine côtière du nord Adriatique. La cartographie des aires sujettes aux effets combinés du changement révèle un territoire qui s'étend de Ravenne à Grado en passant par Venise. L'analyse des enjeux du changement s'opère via le croisement des données territoriales et spatiales actuelles, ainsi que via la lecture de la mise en place à travers le temps d'une gestion hydraulique complexe. L'évaluation des différentes postures à avoir face aux prévisions chiffrées des changements, et les stratégies d'aménagement à considérer en fonction du niveau de l'eau, ouvrent la réflexion quant à l'importance d'une planification à grande échelle pour le développement à long terme de ce territoire.

MOTS-CLEFS

Changement climatique, Inondation, Gestion de l'eau, Hydraulique, Analyse du paysage, Nord Adriatique

DÉCLARATION DE DÉONTOLOGIE

Considérant que le plagiat est une faute inacceptable sur les plans juridique, éthique et intellectuel ; Reconnaissant que le Règlement Général des Etudes et Examens de l'UCLouvain précise la notion de plagiat et décrit les procédures et sanctions liées à sa pratique : <https://uclouvain.be/fr/etudier/reglement-general-des-etudes-et-des-examens.html> ; Notant que les étudiant·e·s sont sensibilisé·e·s aux questions d'intégrité intellectuelle durant leur parcours académique et que le site web de l'UCLouvain met à disposition des ressources spécifiques sur le sujet : <https://uclouvain.be/fr/etudier/lutter-contre-le-plagiat.html> ; Je déclare sur l'honneur que ce travail de fin d'étude a été écrit et dessiné de ma plume, sans avoir sollicité d'aide extérieure illicite, qu'il n'est pas la reprise d'un travail présenté dans une autre institution pour évaluation, et qu'il n'a jamais été publié, en tout ou en partie. Toutes les informations (dessins, maquettes, idées, phrases, graphes, tableaux, ...) empruntées ou faisant référence à des sources primaires ou secondaires sont référencées adéquatement selon la méthode universitaire en vigueur.

Fait à Bruxelles

Le 5 juin 2023

Signature de l'étudiant·e

A handwritten signature in black ink, reading "Sofya Shargieva". The script is cursive and fluid, with the first name "Sofya" and last name "Shargieva" clearly distinguishable.

**UN NOUVEL ÉQUILIBRE ENTRE TERRE ET MER :
LE TERRITOIRE DU NORD ADRIATIQUE**

Sofia Sbarigia

Un nouvel équilibre entre terre et mer : le territoire du nord Adriatique

Travail de fin d'étude de

Sofia Sbarigia

Co-promoteurs

Chiara Cavalieri

Basil Descheemaeker

Jean-Philippe De Visscher

Expert

Lorenzo Fabian

Université catholique de Louvain
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (Site de Bruxelles)

REMERCIEMENTS

Je souhaite avant tout remercier mes professeurs et mon expert qui m'ont aidée tout au long de la réalisation de ce mémoire, merci de m'avoir guidée et d'avoir partagé avec moi vos connaissances et vos conseils avisés.

Merci également à toutes les personnes que j'ai rencontrées sur le terrain, qui m'ont informée et donné une perspective ultérieure sur ce sujet. En particulier, Marta pour son accueil extraordinaire, Anna pour sa disponibilité et Alex pour le partage de son savoir technique.

Merci à mes amies qui sont à Venise, Eleonora et Klarita, pour leur soutien et leur bienveillance,

Merci à mes amies, Laurane, Laurence et Romane, avec qui j'ai partagé ces années d'étude, et de vie, merci pour enthousiasme et votre amitié.

Enfin, merci à mes parents et à mes proches pour leur support émotionnel et leur patience infinie.

TABLE DES MATIÈRES

0 LE CHANGEMENT

- 0.1 Le pouvoir de l'anticipation
- 0.2 Constats et prévisions
- 0.3 Le cas de Venise ?
 - 0.3.1 Les effets du changement sur le territoire
- 0.4 Géographie de l'étendue du changement

1 LA GESTION DE L'EAU

- 1.1 L'hydrographie, les bassins versants
- 1.2 Topographie de la plaine côtière
- 1.3 L'assèchement
- 1.4 L'ère de l'énergie endogène
 - 1.4.1 La création des consortiums
- 1.5 L'ère de l'énergie exogène
- 1.6 La machinerie hydraulique
 - 1.6.1 Les acteurs de la gestion de l'eau

2 LES PAYSAGES PRÉSENTS

- 2.1 Le tissu urbanisé
- 2.2 L'agriculture
- 2.3 Les zones humides, entre terre et mer
 - 2.3.1 Les paysages en évolution dans le Polesine
- 2.4 Croisement de données

3 UN NOUVEL ÉQUILIBRE

- 3.1 Tout défendre, «resist»
- 3.2 Tout laisser, «retreat»
- 3.3 Un compromis
 - 3.3.1 Les territoire «amphibien»
 - 3.3.2 Le nouvel archipel du Polesine

4 CONCLUSION

5 BIBLIOGRAPHIE

0 LE CHANGEMENT

0.1 Le pouvoir de l'anticipation

Le monde a changé et va changer. Il n'est pas celui d'hier et sera davantage différent demain. Il est nécessaire de s'en rendre compte, même si c'est parfois difficile à accepter. De manière générale, le plus souvent, lorsque nous faisons face à un changement, nous le craignons. Nous aimons vivre de nos habitudes, et nous avons peur de ce que nous ne connaissons pas. C'est ainsi également quand on considère le plus vaste changement auquel fait face l'humanité, celui du climat. Nous n'avons pas envie de réaliser que nous allons devoir changer nos habitudes, pourtant, aujourd'hui, des événements climatiques extrêmes de plus en plus fréquents nous montrent qu'il s'avère nécessaire de le faire.

Dans l'absolu, le changement n'est pas un problème, mais cela, seulement si les conséquences ne s'avèrent pas néfastes, et ceci n'est possible que si nous prenons les précautions nécessaires en amont. Nous vivons dans une époque de conscientisation, nous sommes de plus en plus sensibles aux effets que nous avons sur le monde. Des équipes de scientifiques établissent des scénarios à long terme qui peuvent paraître effrayants. Malgré tout, il faut arriver à voir ceci comme une opportunité, que de pouvoir mesurer les impacts et scénariser l'avenir. Cela nous donne le temps s'adapter et de prendre les mesures nécessaires pour le futur. Le défi est de réussir à transformer cette époque de conscientisation en époque d'anticipation et d'action.



Fig. 1 «Tendances relatives du niveau de la mer» (AUTEUR, 2023) D'après (EEA, 2022)

0.2 Constats et prévisions

Une des facettes clé du changement climatique est celle de la montée des eaux. Il convient de clarifier dans ce chapitre la nature de ce phénomène, qui est double. D'un côté, le niveau de la mer change de manière observée, quantifiable, prévisible même à long terme. Cette augmentation, malgré qu'elle ait un rythme qui s'accélère, est inévitable et continue. D'un autre côté, elle se traduit par des variations locales des niveaux de l'eau, des inondations provoquées par des événements comme des marées hautes exceptionnelles ou des tempêtes. Ces occurrences que l'on qualifie aujourd'hui comme des événements extrêmes, seront de moins en moins exceptionnelles et de plus en plus fréquentes. Nous allons voir cela de manière plus détaillée par la suite.

Considérons d'abord la montée des eaux « continue ». C'est l'eustatisme, l'élévation du niveau moyen global des mers. Celle-ci est généralisée et due à des facteurs tels que l'expansion thermique des océans et la fonte des glaces¹. Elle concerne donc toute la terre, cependant, elle se décline légèrement différemment selon le lieu où elle est mesurée.

Certains endroits sont plus vulnérables vis-à-vis de ce phénomène, à cause de facteurs divers, qu'ils soient naturels ou induits par l'homme. C'est ainsi qu'on distingue le niveau moyen global du niveau moyen relatif. L'EEA définit la variation relative de ce niveau comme étant la mesure dans laquelle la hauteur de la surface de la mer s'élève ou s'abaisse par rapport à la terre à un endroit donné de la côte. En d'autres termes, elle indique le changement du niveau de la mer par rapport à la croûte continentale, qui peut être causé par des changements du niveau absolu de la mer et/ou par des mouvements de cette croûte. La carte suivante (fig. 1) se base sur les mesures venant des stations européennes où l'on monitorise la montée des eaux, via des marégraphes et des enregistreurs de pression de fond. Les tendances du niveau relatif de la mer dérivées de ces mesures sont fournies par le « service permanent du niveau moyen de la mer » (PSMSL, Permanent Service for Mean Sea Level) (European Atlas of the seas, 2017). Ces indicateurs de montée des eaux mettent en évidence, parmi les marégraphes, celui de Venise comme le plus sujet à des changements de niveau de la mer, parmi les sites européens sensibles.

Pour considérer des prévisions relatives de montée des eaux sur le territoire étudié, nous prenons d'abord en considération l'article de synthèse publié en 2021, à propos des tendances et projections pour Venise. Celui-ci se base sur les projections régionales de l'élévation du niveau de la mer en comprenant les processus locaux et régionaux qui affectent les tendances du niveau relatif de la mer sur ce territoire. Selon l'article, la fourchette probable de l'élévation du niveau relatif de la mer à Venise d'ici 2100 se

¹ La fonte des glaces est une simplification des phénomènes de perte de masse des glaciers et des nappes glaciaires

situe entre 32 et 62 cm pour le scénario RCP2.6 et entre 58 et 110 cm pour le scénario RCP8.5, respectivement. Nous remarquons une simple différence de moins de 10 cm pour le scénario le plus pessimiste, pour l'horizon temporel de 2100. La différence dans la relativité du niveau moyen des mers est due principalement à l'effet de la subsidence, c'est-à-dire l'affaissement du sol dû à des causes naturelles ou anthropogéniques. Ces causes sont considérées comme agissant à des échelles de temps différentes : des millions à des milliers d'années et des centaines à des dizaines d'années, respectivement. Selon l'article, les projections des mouvements verticaux de terrain induits par l'homme ne sont pas disponibles à l'heure actuelle, cependant, l'histoire montre qu'ils peuvent contribuer de manière significative à l'élévation relative du niveau de la mer à Venise (Zanchettin et al 2021). Etant donné que notre zone d'étude va bien au-delà de la ville de Venise, nous allons négliger les facteurs de la relativité due à la subsidence pour la mise en place de scénarios de montée des eaux eustatique. Il est tout de même important de noter que ce phénomène existe et qu'il peut exacerber le danger posé par les changements du niveau de la mer.

Nous allons donc prendre comme base pour les simulations de montée des eaux, les observations ainsi que les prévisions globales fournies le dernier rapport publié en mars 2023 de l'IPCC ou GIEC (Intergovernmental Panel on Climate Change / Groupe d'experts intergouvernemental sur l'Évolution du Climat).

La montée du niveau moyen global des mers est un phénomène effectif et mesuré. De plus, la cadence de cette augmentation s'accélère. Le niveau moyen global des mers, qui est calculé à partir d'un ensemble d'observations marégraphiques et altimétriques a augmenté davantage au 20^e siècle qu'au cours de tous les siècles précédents au long des trois derniers millénaires, avec un gain d'environ 20 cm du début du 20^{ème} siècle à nos jours (IPCC 2023). Pour l'exactitude, les reconstructions du niveau moyen global basées sur les observations des marégraphes montrent une augmentation de 21 cm entre 1900 et 2020 (PALMER et al. 2021). Le graphique ci-dessous nous montre cette évolution. Nous pouvons également estimer, avec peu de doutes, qu'à moyen terme, dans moins de 30 ans, le niveau de la mer aura monté de 30 cm (IPCC 2023).

En effet, l'étape à la suite des observations est celle des projections. C'est-à-dire des scénarios visant à imaginer l'allure de cette augmentation à l'avenir. En effet, grâce à des hypothèses basées sur les effets de l'activité humaine, les scientifiques ont été capables d'établir des tendances possibles. Les experts à la source du sixième rapport de l'IPCC affirment qu'il est 'virtuellement' certain que le niveau des mers continuera à monter comme il est 'virtuellement' certain que les facteurs contribuant à cette tendance vont continuer à exister.

Le rapport nous apprend que les tendances dépendent fortement des scénarios d'émission SSPs (Shared Socio-economic Pathways) (cette dénomination remplace en affinant ceux qu'étaient les « RCPs » Representative Concentration Pathways) pris en considération.

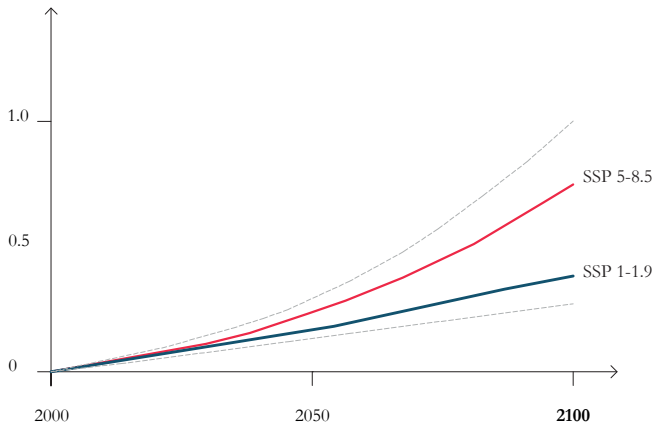
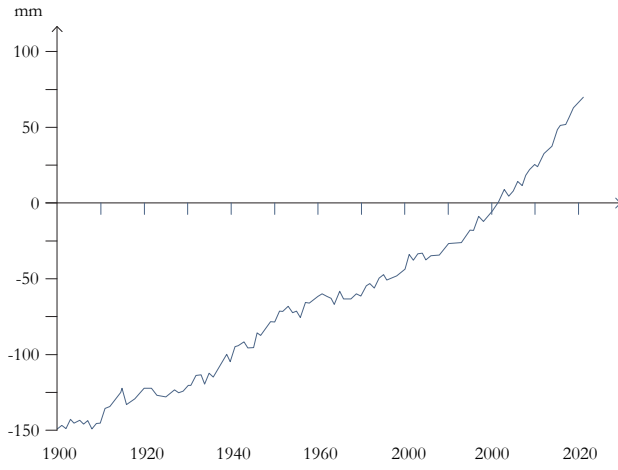


Fig.2 et 3 «Changement observé et projeté du niveau global de la mer» (AUTEUR, 2023)
D'après (IEA, 2022) et (IPCC, 2021)



L'étendue de la montée des eaux concerne bien plus que la ville de Venise, et touche 3 régions italiennes du nord-est du pays

Fig.4 «Superposition des zones se situant à moins de 3 mètres au dessus du niveau de la mer aux délimitations géographiques italiennes» (AUTEUR, 2023) D'après (TARQUINI et al., 2023).

Le graphique met en évidence les courbes des deux tendances les plus opposées. La courbe bleue montre le scénario SSP 1-1.9, qui présente un scénario ambitieux où l'on opère des restrictions significatives pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. La courbe rouge quant à elle, représente le scénario SSP 5-8.5 qui se produirait si aucune contre-mesure n'était prise pour y parvenir. Ces scénarios décrivent les futures possibles projections de changement climatique, selon les prises de décisions politiques, sociologiques et économiques. (CLIMATE DATA, 2023).

Nous allons utiliser des horizons temporels croissants, du plus court au plus long terme, pour avoir une vision des possibles stratégies à mettre en place sur le territoire, en plusieurs phases. Pour un scénario à court terme, pour 2050, l'IPCC explique que « le niveau moyen global des mers augmenterait entre 0.18 m (fourchette probable de 0.15 à 0.23 m) dans le scénario le plus optimiste SSP1-1.9 et 0.23 m (fourchette probable de 0.20 à 0.29 m) dans le plus pessimiste, SSP5-8.5. Vers la fin du siècle, en 2100, ce niveau montera entre 0.38 m (0.28 à 0.55 m) pour un SSP de 1-1.9 et 0.77 m (0.63 à 1.01 m) pour un SSP5-8.5. Enfin, pour le scénario à plus long terme de 2150, l'eau montera entre 0.6 m (0.4 à 0.9 m) et 1.4 (1.0 et 1.9 m), pour les deux scénarios respectifs.

Un facteur primordial donné par le dernier rapport de l'IPCC concerne la fréquence des événements extrêmes. C'est la montée des eaux dues aux événements météorologiques qui va être la plus haute. Cette variation est appelée « régionale » dans le rapport scientifique. Dans le rapport, ce facteur est considéré comme étant le principal facteur de changement de niveaux extrêmes des eaux dans l'ensemble des marégraphes au cours du XXème siècle. Le rapport nous renseigne également sur les fréquences de ces événements de ces inondations dues aux marées hautes. En comparant la fréquences de ces derniers entre deux périodes, celles de 1960 à 1980 et de 1995 à 2014, ils constatent que la fréquence varie de cinq fois par an en moyenne, à plus de huit fois par an. Ils ajoutent qu'en partant de la supposition que les causes (Les inondations, les tempêtes, et les marées hautes provoquent des sévères variations du niveau de l'eau, de manière plus imprévisible) des niveaux extrêmes des mers ne vont pas cesser, ils prévoient que ces niveaux extrêmes qui avaient lieu une fois tous les cent ans dans un passé récent, vont arriver à une fréquence d'une fois par an ou plus à l'horizon 2050 dans quasi un tiers des lieux où on les observe aujourd'hui (marégraphes) et à environ plus de deux tiers de ces endroits à l'horizon 2100. Nous pouvons en conclure que de manière générale, il faudra non seulement s'adapter à la montée continue du niveau des mers, mais il faudra bien prendre en compte les inondations qui vont faire monter ce niveau de manière plus forte encore, et provoquer des inondations plus fréquentes.

0.3 Le cas de Venise?

Si cette recherche avait comme point de départ la ville de Venise, l'étude plus approfondie de la question a révélé qu'une zone bien plus grande était sujette aux risques d'inondations et aux changements climatiques de façon plus générale. Toute la partie nord-est de

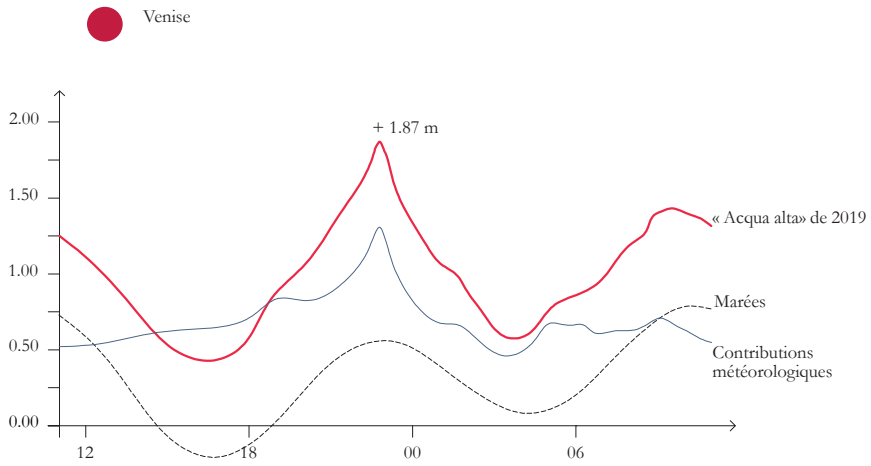
L'Italie est une zone côtière de basse altitude, et tout le territoire est sujet aux mêmes phénomènes. La différence entre Venise et le reste du territoire est due à l'importance que possède la ville aux yeux de l'Italie et du monde. Le nombre de recherches publiées ayant comme sujet Venise (ou Venise et sa lagune) démontrent de l'intérêt qu'a la question du futur de cette ville pour la région et le pays. Ceci est dû à l'enjeu économique et culturel que représenterait perdre la ville à cause de l'eau. Cette recherche a pour but de comprendre l'étendue du phénomène, caractériser l'entièreté de l'aire « en mutation » et de proposer une synthèse des stratégies communes à pouvoir adopter dans l'ensemble du territoire, en prenant comme cas d'étude un territoire moins connu, celui du Polesine, situé en-dessous de la lagune de Venise et présentant des paysages assez variés que pour représenter l'ensemble des types de paysages de la zone de recherche globale. Voyons à présent les effets 'locaux' présents sur le territoire du nord-adriatique.

0.3.1 Les effets du changement sur le territoire

Considérer la hausse relative du niveau des mers est pertinent pour les adaptations à long terme, car il s'agit d'une projection assez certaine d'une progression, continue dans le temps. Nous savons déjà que nous ne pouvons pas nous tenir qu'à cela. En effet, nombreux sont les autres effets qui auront une influence le territoire. Concernant la variation du niveau de l'eau, comme expliqué plus haut, il faut également considérer les événements météorologiques extrêmes. Pour illustrer cela, nous prenons deux exemples survenus il y a quelques années et cette année même.

Pour ce qui est des marées hautes, le pic survenu en novembre 2019 dans la ville de Venise est un événement qui a attiré beaucoup d'attention. En écartant les raisons des enjeux autour de la préservation de la ville que nous avons déjà annoncé, ce phénomène fût impressionnant car il s'agissait de la marée la plus haute survenue depuis plus de 50 ans (la dernière aussi haute que celle-ci s'était produite le 4 novembre 1966) Le 12 novembre 2019, une combinaison de fortes pluies, vent et basse pression amena l'eau à 187 cm au-dessus du niveau référence de de la ville (CPSM 2021 et FABIAN 2022). L'exemple le plus récent d'événements météorologiques extrêmes dus au changement climatique a eu lieu en mai 2023, et concerne les inondations ayant eu lieu en Emilia Romagna. Après une longue période d'absence de pluie, 200 mm de pluie se sont déversés, deux fois de suite en peu de jours. Cet événement a causé des dégâts inestimables et la mort de 13 personnes. Les fortes pluies ont été responsables de l'inondation de 23 fleuves, 280 éboulements de terres et le blocage de 400 routes. Des milliers de personnes sont L'évènement a été catégorisé comme « extrême » sur base des données des 20 dernières années, par le CNR (Centre des recherches national) (LIFEGATE 2023).

Les effets du changement climatiques vont au-delà de cette « abondance » d'eau. Paradoxalement, outre les périodes de précipitations extrêmes et de montée générale des eaux, nous allons aussi devoir nous préparer à un plus grand nombre de jours de



Montée des eaux exceptionnellement haute survenue en 2019, due à des événements météorologiques extrêmes combinés aux marées hautes astronomiques.
L'eau est arrivée à 187 cm au dessus du niveau mesuré à Venise (punta della salute)

Fig.5 «12 novembre 2019 : Niveau de marée enregistré à Venise» D'après CPSM, 2021 (AUTEUR, 2023)



ANNO DOMINICE
INCARNATIONE S. MARCI
PRINCIPIATVS LIONARDI
LAVRO M. L. X. M. L.

LITURGIA S. MARCI
Q. S. MARCI
PALDIORE S. MARCI
H. T. S. MARCI

NARANZARIA



Fig.6 «Acqua Alta» (DE MAYDA 2019)





Fig.7 «L'Emilia Romagna sous l'eau» (LifeGate 2023)

sécheresse (EEA 2023). Cette dernière, combinée aux fortes précipitations vont faire en sorte qu'il faudra s'armer d'une gestion extrêmement réfléchie et parcimonieuse de l'eau. Cette sécheresse touche toute l'Italie. Elle provoque l'assèchement des cours d'eau, et se manifeste pendant la période estivale. Cependant ce phénomène commence dès l'hiver, via des températures trop élevées, des précipitations insuffisantes et un manque de neige.

Il suffit de quelques chiffres pour illustrer cette problématique. L'année qui vient de se clôturer, 2022, résulte comme être l'année la plus chaude jamais enregistrée en Italie (ISAC CNR 2022), et l'année la plus sèche pour l'Italie depuis 1961 (ISPRA 2022). La température moyenne a dépassé les valeurs moyennes pour la période de 1991 à 2020 de 1,15 degrés et les précipitations ont été inférieures de 30 % toujours par rapport à la moyenne pour cette période. Avec l'arrivée du nouveau millénaire, les températures ont encore augmenté en Italie et dans le monde. Pour l'Italie, les deux premières décennies des années 2000 ont été en moyenne plus chaudes d'environ 0,9°C que les deux dernières décennies du siècle dernier, qui étaient déjà plus chaudes d'environ 0,5°C que les deux décennies précédentes (ICONACLIMA 2021). De façon générale, dans le monde, les sept dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées (UNIPD 2022).

Un autre effet du changement climatique est un facteur moins évident, car il a lieu dans les eaux sous-terraines : le biseau salé. C'est un phénomène typique des environnements côtiers, qui se produit lorsque l'eau salée de la mer pénètre dans l'aquifère des terres fermes, même sur plusieurs kilomètres, ce qui crée de graves problèmes d'approvisionnement en eau (Tecnopenta 2022). Sa principale conséquence sur le territoire est de rendre les terrains agricoles inexploitable si ce n'est avec des cultures particulières, résistantes à la présence de sel dans le sol. Il est estimé remonter de 12 km² par rapport à la ligne de côte actuelle. Cependant, il faut ajouter à cela que lorsque l'eau salée remonte par les rivières, elle entraîne des conséquences au niveau de l'irrigation, car elle ne permet plus aux pompes d'assèchement (que l'on verra plus loin) de distribuer de l'eau apte aux cultures, et celles-ci doivent s'arrêter³.

0.4 Géographie de l'étendue du changement

Pour dessiner la géographie de ce territoire en mutation, nous allons donc considérer la somme des effets affectants les zones de plaine côtière, la montée relative du niveau de la mer (comprenant l'eustatisme et la subsidence) ainsi que les événements météorologiques extrêmes (comprenant montée des eaux 'exceptionnelles' et la salinisation du sol.)

Les zones à risque d'inondation dépassent en réalité les limites de cette géographie de la mutation du territoire. Seulement, il s'agit d'événements ponctuels, au contraire de

2 D'après discussion avec les urbanistes experts en changements climatiques de l'université de Venise IUAV.

3 D'après discussion avec les gérants de la station de pompage de Santa Margherita à Codevigo.

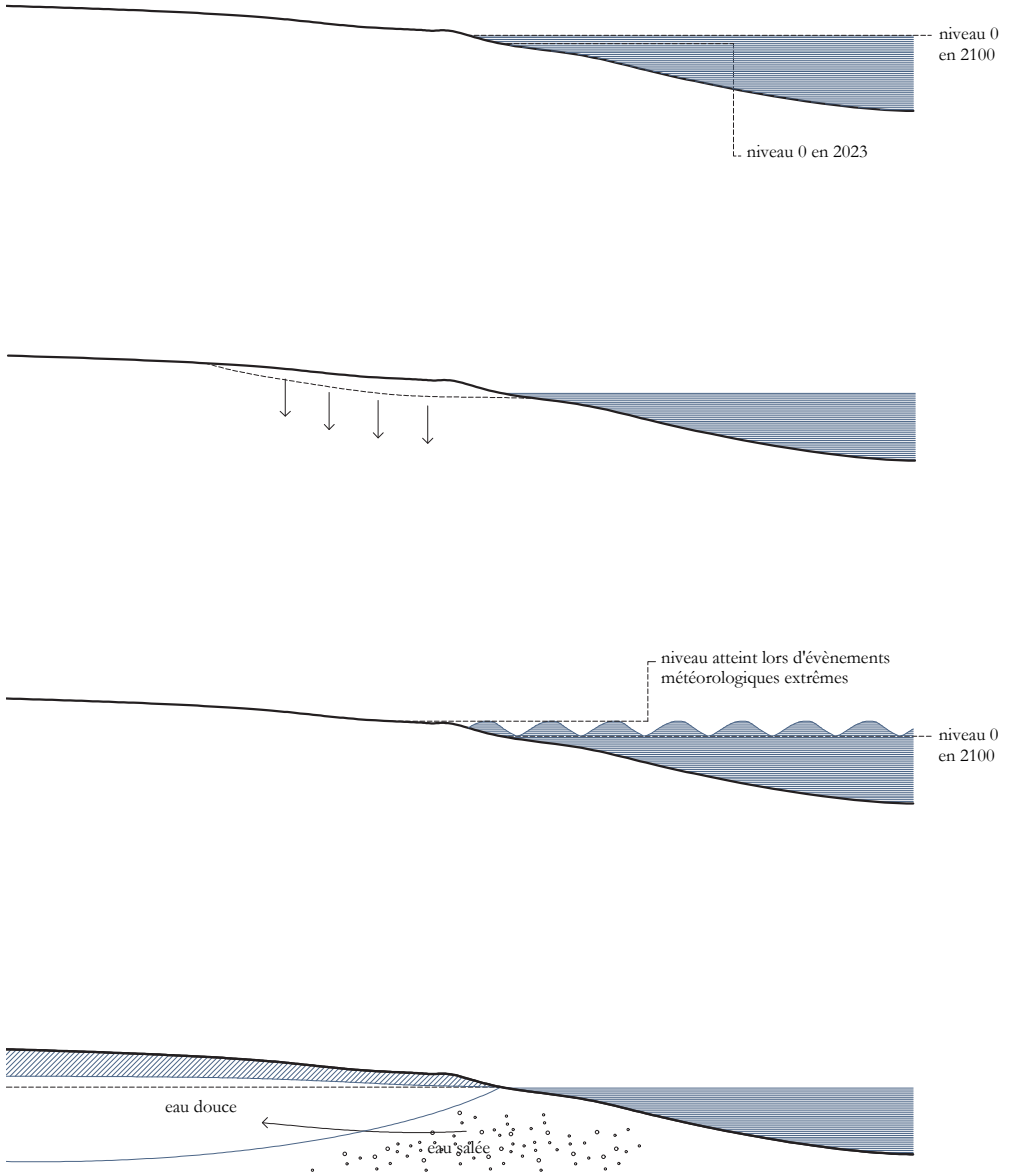


Fig.8 «Les effets du changement sur le territoire du nord Adriatique» (AUTEUR, 2023)

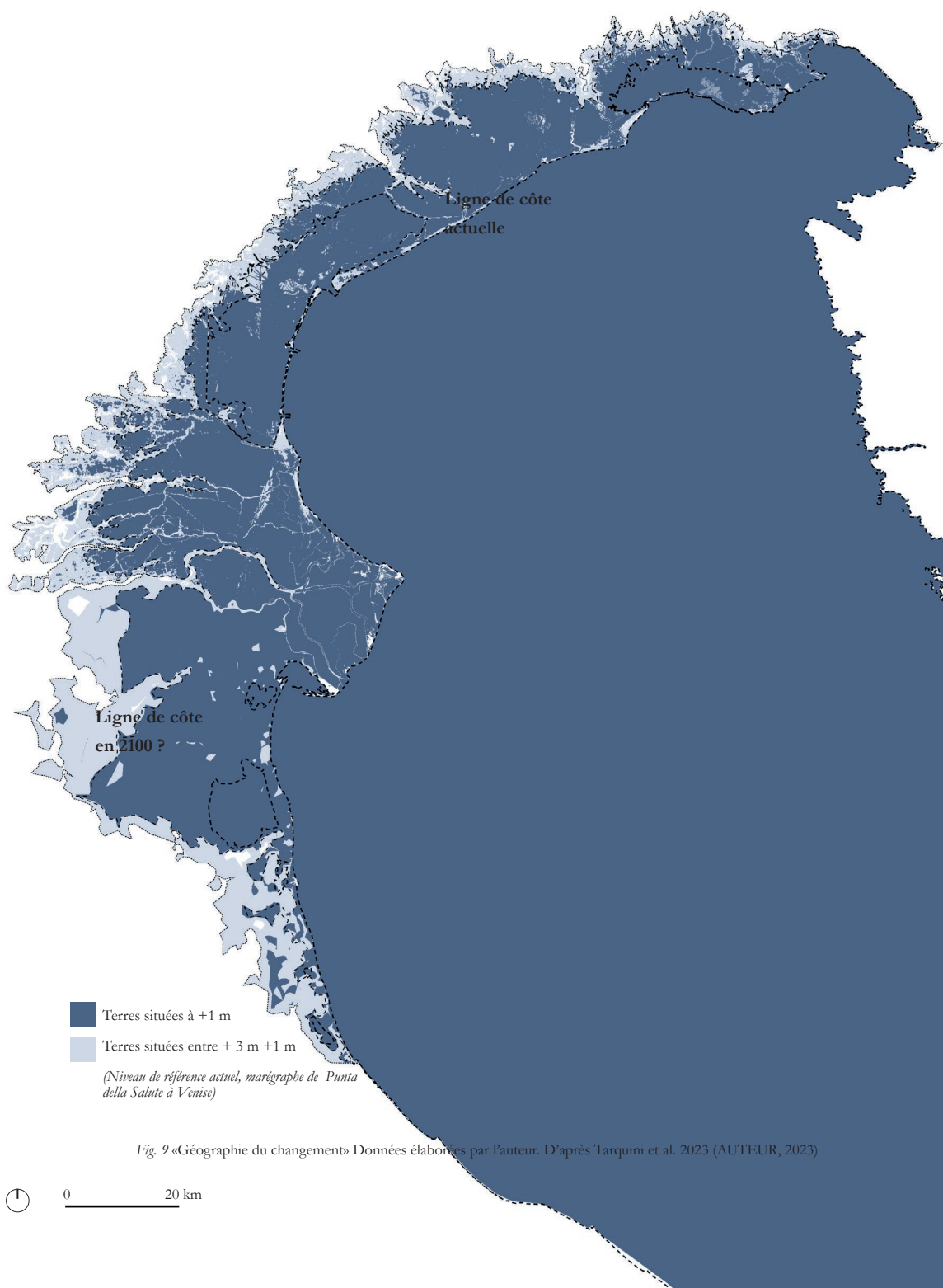


Fig. 9 «Géographie du changement» Données élaborées par l'auteur. D'après Tarquini et al. 2023 (AUTEUR, 2023)

la montée du niveau de la mer qui est continue. Pour cela, au cours de ce travail de recherche, nous allons aborder principalement le territoire sujet aux effets de la montée des eaux induite par la montée du niveau de la mer. Nous incluons néanmoins les facteurs des précipitations extrêmes, en ajoutant les 2 mètres d'eau de précipitations extrêmes provoquant des marées hautes et généralement des inondations pouvant s'ajouter au 1 m d'eau théorisé par l'IPCC car nous l'avons vu ces événements exacerbent des phénomènes déjà présents.

Nous décidons donc de dessiner une courbe délimitant toutes les aires situées à moins de 3 mètres par rapport au niveau 0 actuel, pour avoir une vision des territoires pour lesquels les caractéristiques physiques auront changé de façon « prévisible » d'ici 2100, l'horizon temporel sur lequel nous allons baser le scénario par la suite.

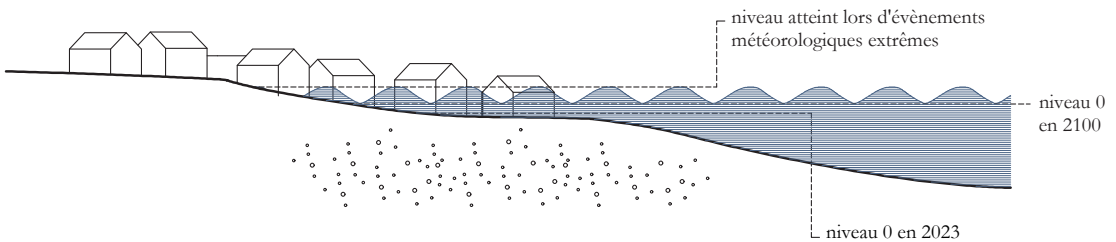


Fig.10 «La somme des effets du changement sur le territoire du nord Adriatique» (AUTEUR, 2023)

1 LA GESTION DE L'EAU

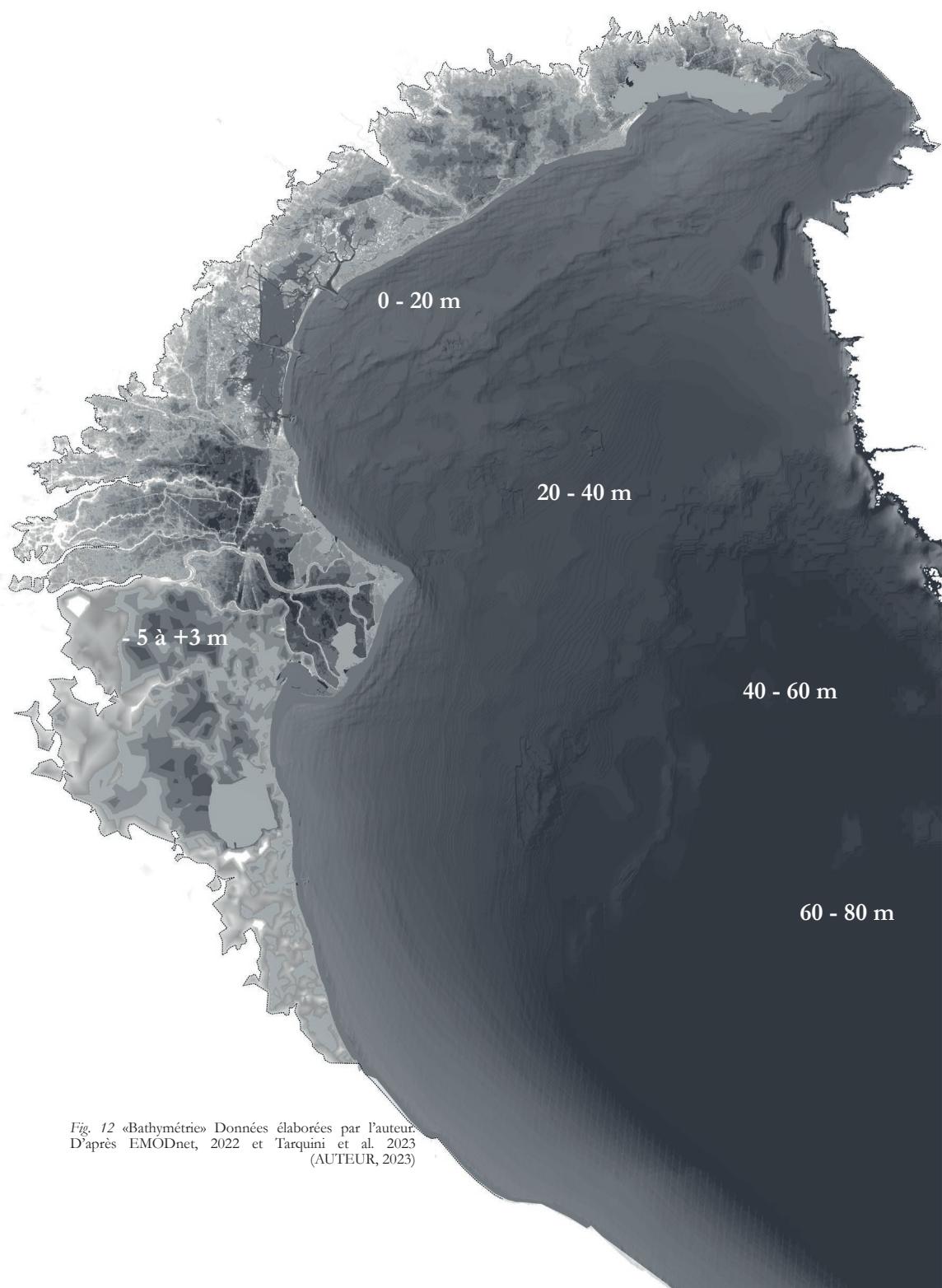
Ce chapitre explique la place de l'eau dans ce territoire. Nous allons d'abord caractériser ce paysage qui est façonné par l'eau, et puis parcourir les étapes depuis l'histoire au présent, de la gestion humaine complexe de l'eau dans le territoire.

1.1 L'hydrographie, les bassins versants

Au niveau hydrographique, il s'agit d'une zone de bassins versants de plusieurs grands fleuves, dont le plus grand d'Italie, le fleuve Pô. Le site étudié est donc un vaste lieu d'échange entre l'eau douce provenant des cours d'eau et l'eau salée de la mer dans laquelle ceux-ci se déversent, la mer adriatique. Ce fait, combiné à la topographie, donne lieu à la présence de lagunes, des bassins d'eau saumâtre. Aujourd'hui, nous comptons deux lagunes, la lagune de Venise la lagune de Marano, ainsi que les systèmes de lagunes et de zones humides de Comacchio.



Fig. 11 «Cours d'eau principaux et lagunes» Données élaborées par l'auteur. D'après Geoportails Veneto, Emilia, Friuli (AUTEUR, 2023)



*Fig. 12 «Bathymétrie» Données élaborées par l'auteur.
D'après EMODnet, 2022 et Tarquini et al. 2023
(AUTEUR, 2023)*

1.2 Topographie de la plaine côtière

La topographie est celle correspondant à celle d'une plaine côtière, c'est-à-dire d'un plat et de faible altitude situé près de la mer. (RUTLEDGE 2023).

La bathymétrie de la mer nous renseigne aussi quant à la pente de l'adriatique. À l'intérieur du golfe de Venise, le fond descend en pentes douces, les profondeurs maximales sont de l'ordre de 30 m. Nous pouvons visualiser sur la carte qu'à 30 km au large, la profondeur est d'environ 30 mètres, c'est-à-dire une pente de 1 mm sur 1 m. Ceci contribue à la création de lagunes. En effet, la formation des lagunes dépend de l'accumulation de sédiments qui les séparent de la mer. Lorsque le fond marin est légèrement pentu, comme c'est le cas pour la partie nord de la mer Adriatique, la quantité de matériaux apportés par les rivières est si importante que les courants ne peuvent pas les repousser tous, les vagues ont tendance à les pousser vers la terre. Cependant si, en raison de la faible profondeur, les vagues ne peuvent atteindre le rivage et se brisent à une certaine distance de celui-ci, il se formera donc des bancs sous-marins parallèles à la côte qui finiront par émerger, séparant une lagune ou un étang s'étendant parallèlement à la mer. Ces cordons littoraux sont appelés les « lidi » (lido, lidi) (TRECCANI 2023).

La carte de la topographie révèle également quelque chose de particulier, une grande partie du territoire se situe en dessous du niveau de la mer. Enfin, nous apercevons des buttes en relief dans le terrain, souvent parallèles aux cours d'eau.

Les raisons de cette conformation géographique et morphologiques sont explicitées par la définition du consortium d'assèchement de la plaine de Ferrara. En effet, les zones sous le niveau de la mer, dites « déprimées » étaient autrefois marécageuses se caractérisent par des sols à grains plus fins et plus compressibles, souvent avec une forte composante végétale (argiles, tourbes). Pour ce qui est des buttes ou collines en correspondance des cours d'eau, ils se sont soit formées par les lits fluviaux encore actifs, ou sont les traces d'anciens lits fluviaux abandonnés. Ces reliefs sont composés par des sols à gros grains et moins compressibles (sables et limons).

De plus, le consortium d'assèchement de Ferrara nous renseignent sur le fait que la conformation topographique actuelle du territoire a profondément été influencée par l'intervention anthropique. Ceci, d'abord avec la déforestation, puis avec la stabilisation du réseau fluvial pour favoriser l'agriculture et l'habitat en général, et enfin avec les nombreuses autres activités (par exemple, industrielles comme dans le cas de la ville de Marghera) qui se sont installées dans la région. La subsidence a été exacerbée par l'endiguement des rivières qui les a rendues « suspendues » (plus hautes que leurs environs). Cela a empêché l'arrivée de nouveaux sédiments dans les territoires environnants qui auraient compensé cet affaissement (CBPF 2019).

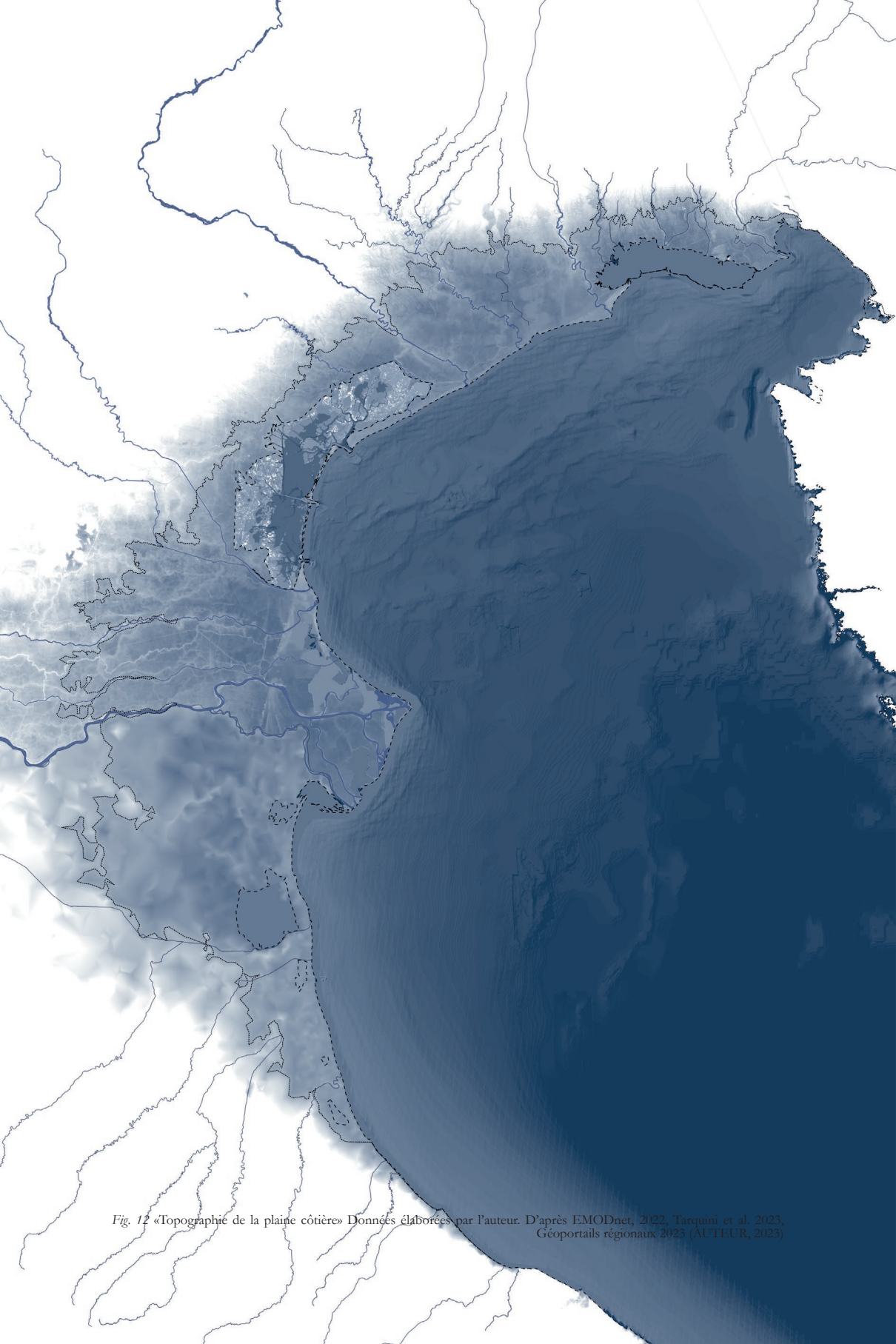


Fig. 12 «Topographie de la plaine côtière» Données élaborées par l'auteur. D'après EMODnet, 2022, Tarquini et al. 2023, Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)



Fig. 14 Vue sur le delta du Pô depuis Porto Viro



Fig. 15 Berges de l'Adige entre Codevigo et Sant'Angelo



Fig. 16 «Superposition de la zone de risque avec la carte de l'antiquité 'Regio X Venetia et Histria, 1er siècle A.C.N.'» Données élaborées par l'auteur d'après SHEPERD, 1911 et TARQUINI et al. 2023 (AUTEUR, 2023)

1.3 L'assèchement

La plus grande partie du territoire étudié est donc en réalité artificielle, il s'agit de terres asséchées. Elles ont été « conquises » par l'homme, depuis de nombreuses années pour pouvoir les exploiter. Pour maintenir cette partie de territoire dans cet état, il faut un travail continu et constant de tout un réseau et une machinerie hydraulique, qui s'est construit avec le temps.

Le territoire ressemblait à tout autre chose avant l'assèchement, ou la « land reclamation ». Si l'on devait diviser cette longue période de transformation anthropique du territoire, s'étalant sur une quinzaine de siècles, on parlerait d'un avant et d'un après l'introduction de l'énergie externe, c'est-à-dire d'une phase où la terre était transformée uniquement par des moyens mécaniques naturels (énergie endogène) et d'une autre phase, la plus récente, où des techniques utilisant l'énergie externe ou exogène (électricité) sont venues s'y ajouter.

1.4 L'ère de l'énergie endogène

Lorsqu'on remonte dans le temps, on se rend compte que les travaux pour remanier les terres commencé dès l'époque romaine, puis ils se sont intensifiés durant le moyen-âge. Les cartographies anciennes témoignent de la transformation de ce territoire (SHEPERD 1911).

Cette carte-ci montre l'état du nord-est de l'Italie en amont des nombreuses transformations successives, il s'agit d'une reconstitution de l'Italie lorsqu'elle était organisée en dix 'Regio'. Ces divisions furent créées sous l'empire romain d'Auguste, vers l'année 7 après J.C. . La carte historique fût dessinée en 1911, et elle inclut une comparaison de la ligne de côte ancienne avec celle qui était 'moderne' (modern shore), que l'on peut voir représentée par des traits-tillés. Nous savons qu'aujourd'hui, cette ligne de côte est encore différente. En effet, cette carte montre l'état juste avant ou l'on suppose, au moment des premières réappropriations des terres, de la part des romains. Ces derniers furent les premiers à y parvenir en organisant les réseaux d'eau (ROSATO et al. 2011).

Nous ajoutons ensuite la ligne délimitant notre aire d'étude pour réussir à comparer le territoire dans le temps. On constate qu'à l'époque des 'Regio' romaines, l'eau était bien plus présente qu'à l'heure d'aujourd'hui, car la presque l'entièreté de la zone encadrée était un système de lagunes. Cette superposition nous démontre de la mutabilité de ce paysage au cours du temps et des évènements.

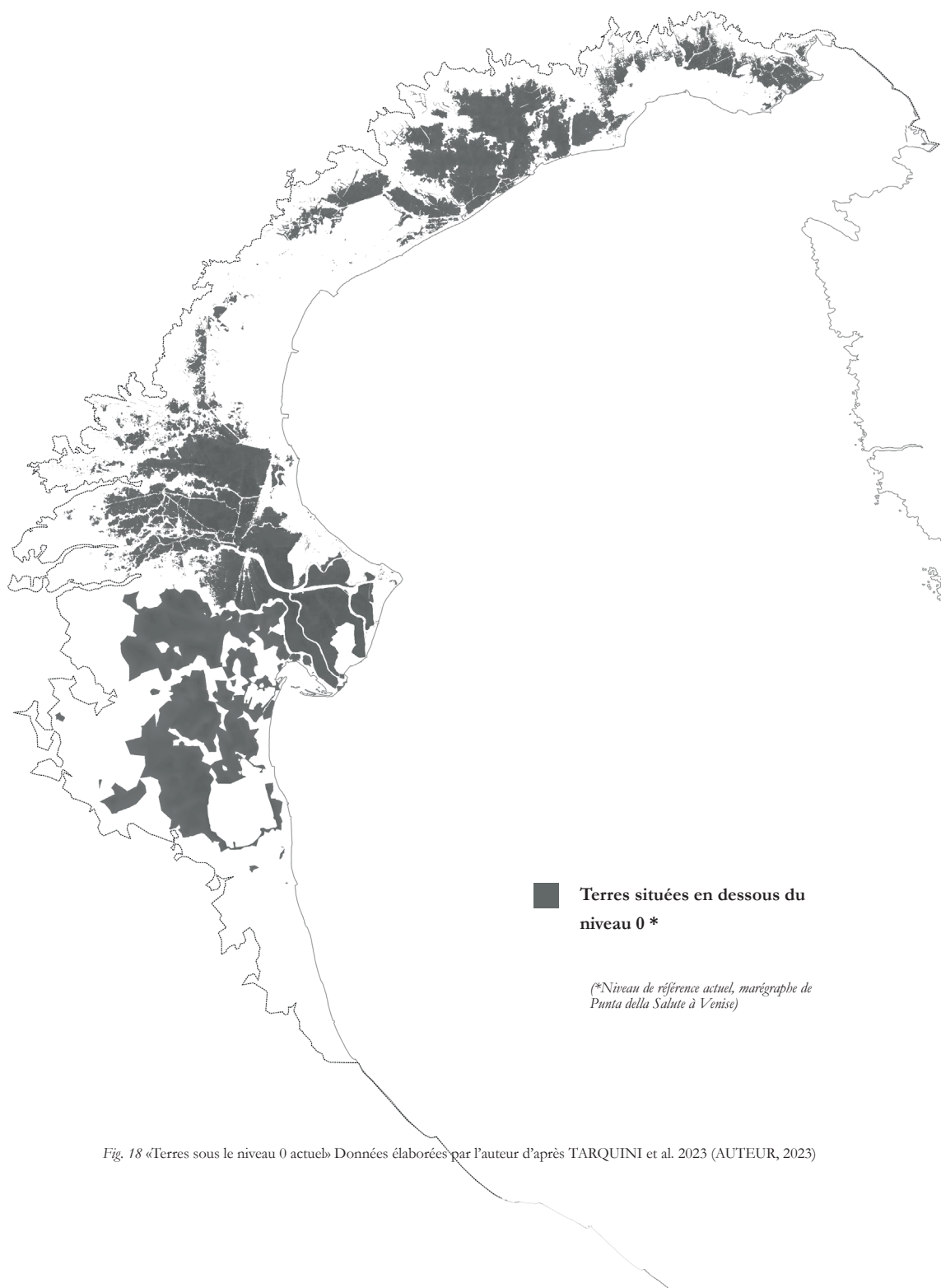
En effet, avant les modifications anthropiques, les canaux et les rivières coulaient librement au milieu des plaines, ce qui maintenait un rapport changeant entre terre et eau. Cette dernière prédominait souvent pendant de longues périodes car les lits de rivière peu profonds avec une absence de berges, l'écoulement sinueux et la faible pente provoquaient

souvent des inondations. Ceci et l'insalubrité des marais, empêchait l'homme de s'installer dans les basses plaines et d'y cultiver les terres. C'est pourquoi, assez tôt dans l'histoire, la gestion des ressources en eau s'est présentée comme le grand défi de ces territoires (ROSATO et al. 2011).

La temporalité de la construction complexe de la gestion de l'eau connut une période de pause, durant les 10 siècles suivant les installations romaines, en raison de la chute de l'Empire et des invasions constantes de la part des barbares. Aucun effort significatif ne fût fait pour protéger ou maintenir les interventions de gestion de l'eau et les établissements humains se limitaient à quelques « îles » surélevées, et une surface agricole très réduite. Ce n'est que vers la seconde moitié du XI^e siècle que les efforts pour rendre les terrains cultivables furent repris, grâce aux ordres religieux, qui déboisèrent des vastes zones autour des principales villes, qui recommençaient à prospérer après la profonde crise survenue entre la fin de l'antiquité et du bas Moyen Âge. Les plaines commencèrent à se repeupler (ROSATO et al. 2011).



Fig. 17 «Traces encore évidentes de la centuriation» BASSO 2007



■ Terres situées en dessous du
niveau 0 *

*(*Niveau de référence actuel, marégraphe de
Punta della Salute à Venise)*

Fig. 18 «Terres sous le niveau 0 actuel» Données élaborées par l'auteur d'après TARQUINI et al. 2023 (AUTEUR, 2023)





Fig. 19 «Les premiers assèchements du consortium de Ferrare» (CBPF 2023)

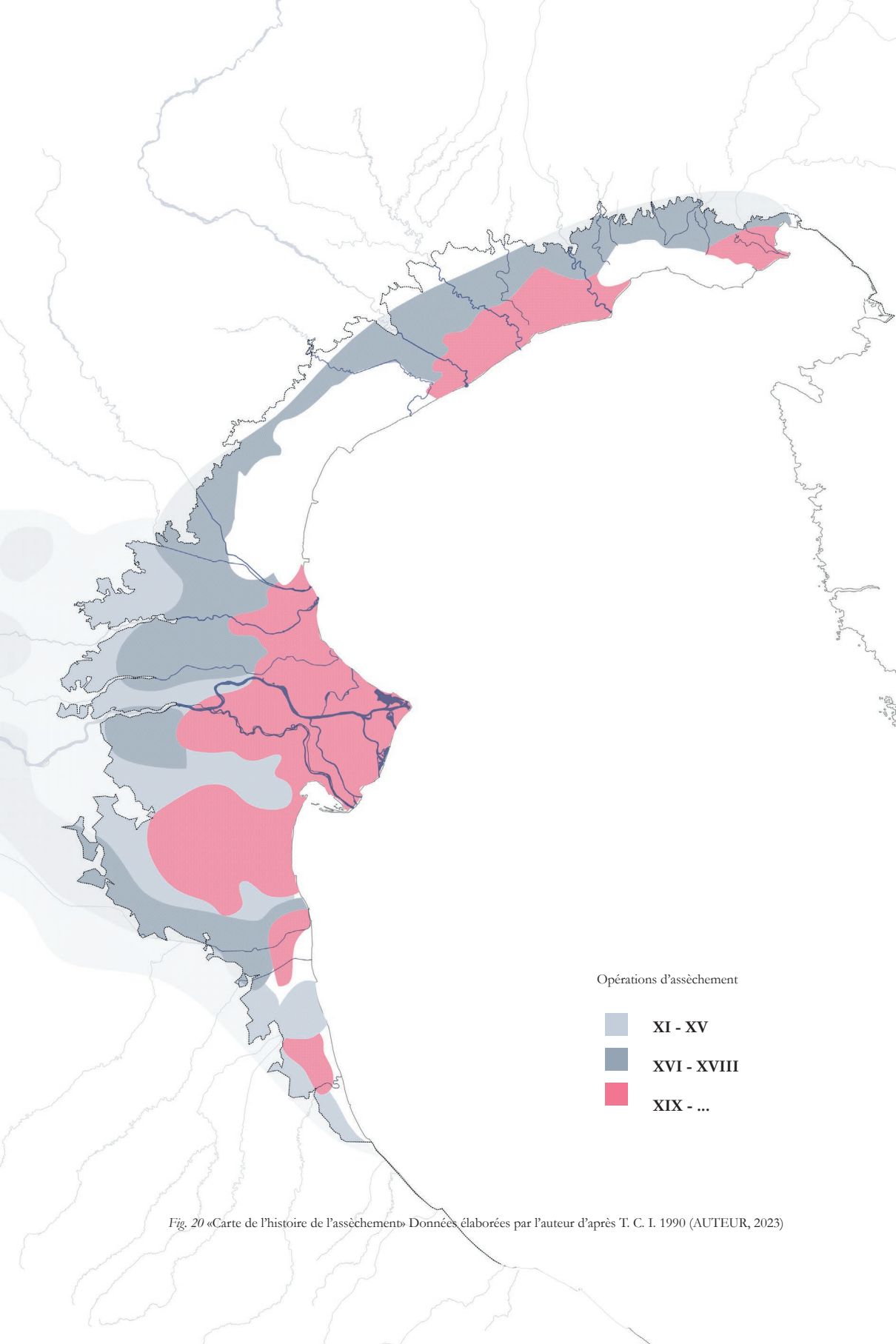


Fig. 20 «Carte de l'histoire de l'assèchement» Données élaborées par l'auteur d'après T. C. I. 1990 (AUTEUR, 2023)

1.4.1 La création des consortiums

La réclamation des terres et les nouvelles tentatives de repeuplement furent mise à l'épreuve par les obstacles liés aux conditions de l'environnement et de l'eau dans le territoire. Il était difficile pour un propriétaire individuel de faire face seul à ces défis, ce qui a conduit à la création, à partir de 1100, de sortes de consortiums de propriétaires terriens pour défendre le territoire contre les inondations. Ces consortiums sont à l'origine des « *consorzi di bonifica* », encore actifs pour la gestion de l'eau du territoire aujourd'hui. Cette organisation s'amplifia et devint systémique à partir du XVI^{ème} siècle. La république de Venise décida de prendre en charge la gestion publique des eaux et de faire face aux dépenses nécessaires pour drainer l'eau dans les terres basses pour défendre le territoire de la ville et de la lagune ainsi que pour assurer l'autosuffisance alimentaire (ROSATO et al. 2011).

C'est notamment ainsi que l'on hérite d'un système de gestion de l'eau assuré par des acteurs privés et publics. Les régions sont en charges des fleuves et les consortiums sont des entes mixtes publics et privés car ils s'agit d'organes publiques recevant les fonds (« *contributi consortili* ») de propriétaires de terrains (CBPF 2019). Nous verrons plus en profondeur cette organisation en fin de chapitre.

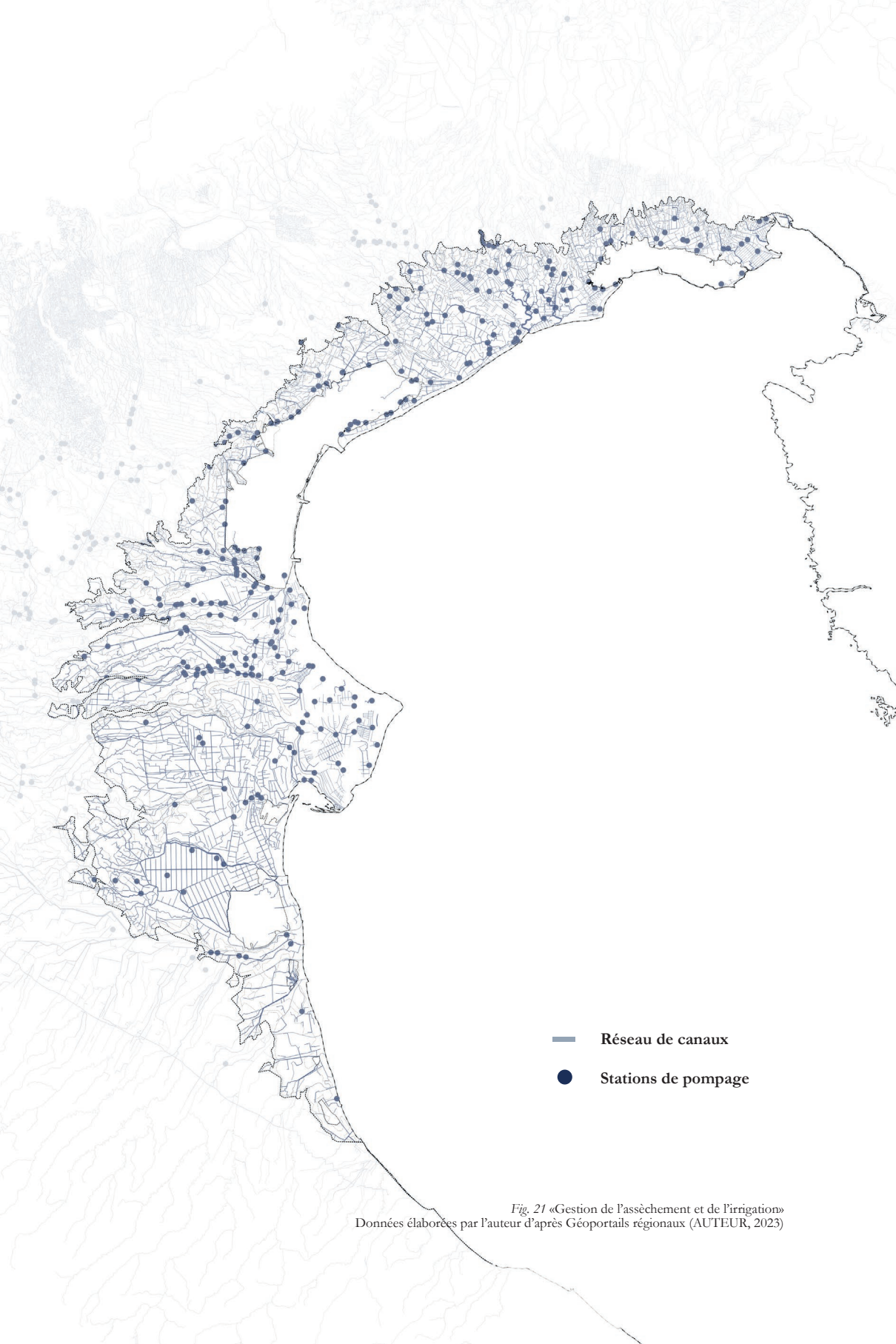
1.5 L'ère de l'énergie exogène

Un tournant important dans l'histoire de l'assèchement a eu lieu lors de la révolution industrielle, lorsqu'on commença à utiliser les stations de pompage à énergie mécanique. Il s'agit des machines munies de turbines arrivant à soulever de grandes quantités d'eau des terres et les transporter vers les fleuves et la mer et ainsi assécher même des terrains de très basse altitude (ANBI 2018).

Les premières stations de pompage étaient équipées de moteurs à vapeur, qui furent remplacés par la suite par des moteurs diesel et puis jusqu' à présent par des moteurs électriques. Aujourd'hui, grâce aux nouvelles technologies, les pompes des stations peuvent être contrôlées à distance et surveillées directement depuis le domicile, et depuis un smartphone. L'opérateur responsable se rend sur place seulement en cas de mauvais fonctionnement de la machine¹.

Ces machines, qui se sont multipliées et modernisées depuis le XIX^{ème} siècle, sont indispensables à la maintenance du territoire. En effet, si l'on arrêtaient leur fonctionnement, celui-ci retournerait en partie à son état d'origine, et ce, dans l'espace de peu de temps, au cours de deux hivers (ANBI 2018).

1 D'après discussion avec les gérants de la station de pompage de Santa Margherita à Codevigo (date de l'entretien, avril 2023)



- Réseau de canaux
- Stations de pompage

Fig. 21 «Gestion de l'assèchement et de l'irrigation»
Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux (AUTEUR, 2023)

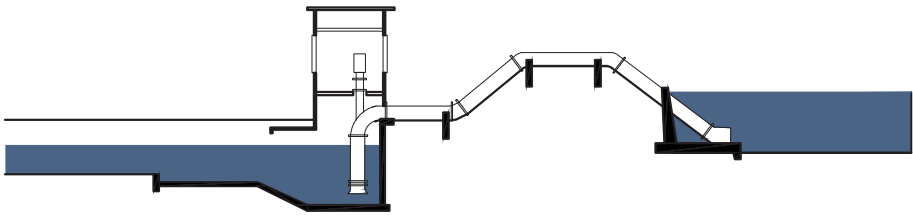


Fig. 22 «Schéma d'une station de pompage» D'après ANBI Veneto (AUTEUR, 2023)

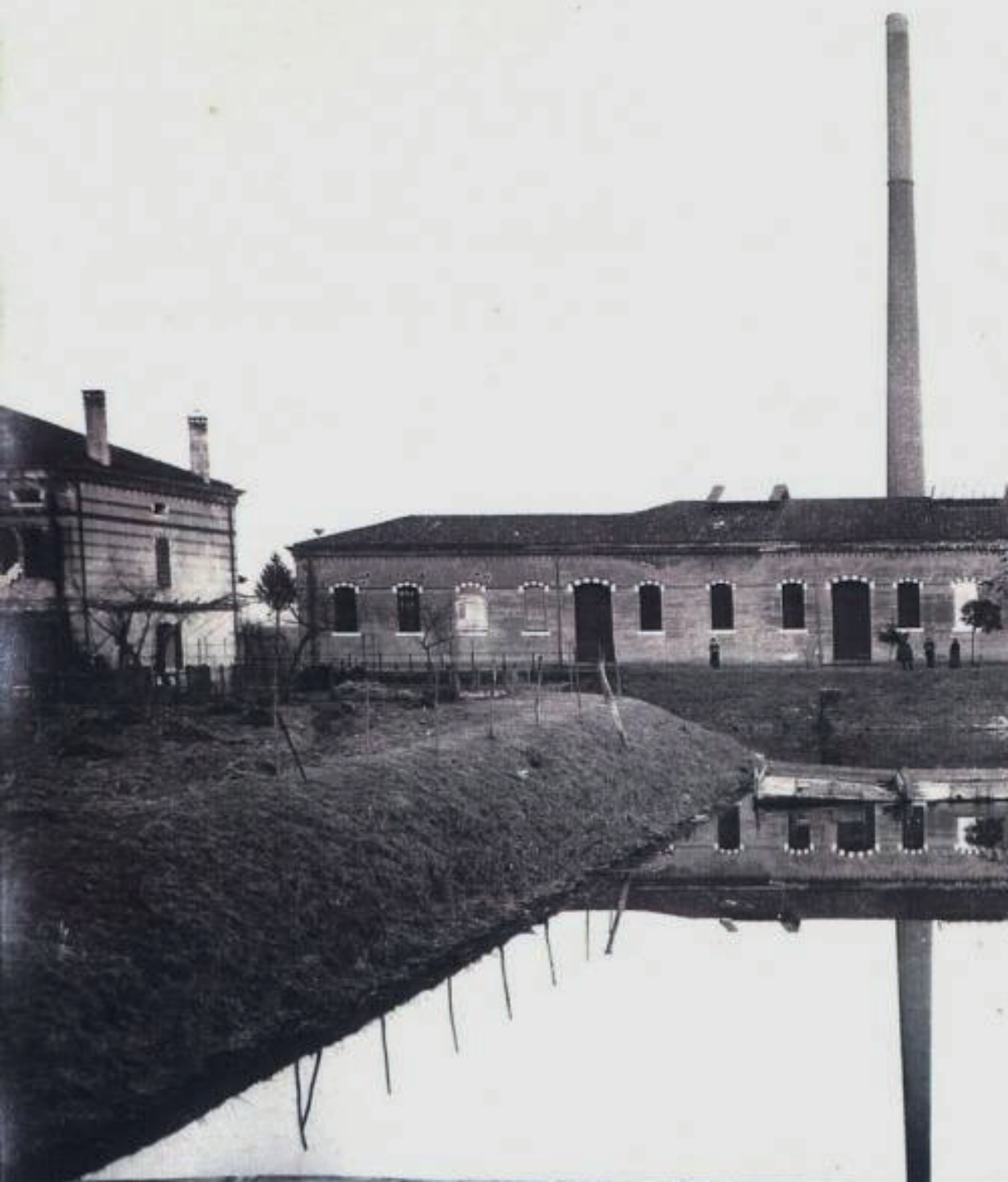




Fig.23 «Idrovora Santa Margherita» (WATER MUSEUM OF VENICE 2023)

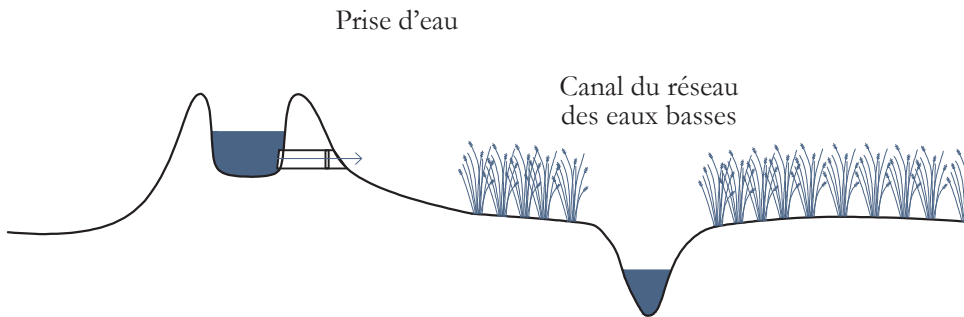
1.6 La machinerie hydraulique

Voyons plus en détail comment fonctionne un territoire asséché, et avec un travail constant de l'homme pour réguler l'eau dans l'espace et dans le temps.

Le territoire est non seulement asséché et drainé, il est aussi irrigué. En effet, le territoire est parsemé de canaux et de stations de pompage d'eau pour l'extraction de l'eau de drainage et de l'irrigation. Ceci permet de contrôler la quantité d'eau sur les terres, au cours des saisons.

Citons quelques chiffres, pour comprendre l'importance et la complexité de cette gestion de l'eau : pour la région de l'Emilia Romagna, le réseau de canaux de drainage a une longueur totale d'environ 19 800 km. 179 stations drainent le territoire et 332 prises d'eaux sont présentes à des fins d'irrigation. Pour la région du Veneto, le réseau de canaux atteint environ 26 000 km. Les stations de pompage sont au nombre de 400. La plus petite région du Friuli comprend environ 4 500 km de canaux et 75 stations de pompage, ainsi que 95 prises d'eau pour l'irrigation.

L'organisation de la machinerie sur ce territoire se fait via la division de celui-ci en plusieurs grands bassins hydrographiques, dessinés par les rivières. Ceux-ci sont ensuite divisés en bassins et sous-bassins hydrauliques, déterminés par le réseau dense de canaux, permettant de drainer et assurer l'approvisionnement en eau du territoire. L'entièreté du territoire de l'assèchement est drainé par un réseau hydraulique capillaire organisé selon la topographie. Chaque sous-bassin est un microsysteme, qui comme une pièce de puzzle est relié aux autres bassins par les extrémités des canaux et/ou rivières le bordant.



Avant de cartographier les différents bassins, il convient de décrire les différents éléments permettant le fonctionnement de cette machinerie.

Il y a d'abord les bassins hydrauliques, qui sont parsemés de canaux de drainage (*fosso ou scolo*) dont le rôle est celui de recueillir et de transporter les eaux usées ou de ruissellement. Ces bassins sont protégés et maintenus sec notamment grâce aux levées de terre/digues (*argine*), qui sont des élévations naturelles ou artificielles de terre qui empêchent le débordement des cours d'eau.

La déclivité du bassin donne lieu à des nomenclatures différentes selon les parcours plus ou moins élevés que réalisent les eaux. Nous distinguons donc les eaux hautes des eaux basses. Les eaux hautes (*acqua alte*), sont les eaux collectées ou s'écoulant dans les terres déprimées par rapport aux terres environnantes.

Pour permettre soit l'évacuation de l'eau soit l'arrivée de celle-ci, lorsque la force de gravité ne peut le permettre naturellement, il existe des œuvres de levage, et de prise d'eau, nous avons donc, comme annoncé précédemment, d'une part les stations de pompage (*idrovoie*), des dispositifs utilisés pour soulever de grandes masses d'eau d'un point bas à un point haut. Celles-ci reçoivent l'eau par le canal collecteur (*collettore*), le canal principal d'un bassin. Ces machines peuvent être à pression et aspiration ou à aspiration et pression selon de la façon dont elles sont positionnées par rapport aux réservoirs. Du côté où l'eau est aspirée, il y a des grilles qui filtrent l'eau et la libèrent des branches du canal. dans le canal (déversoirs) (ANBI 2018). D'autre part, il y a les prises d'eau (*opere di presa*) qui sont des infrastructures permettant de capter l'eau à partir de la source d'eau. (DELTA PO 2022).

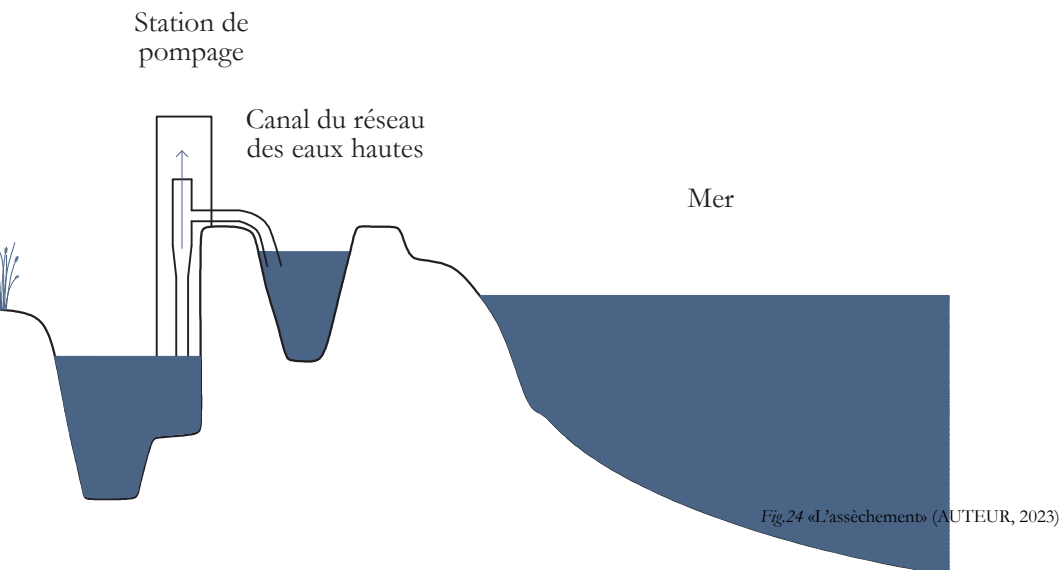
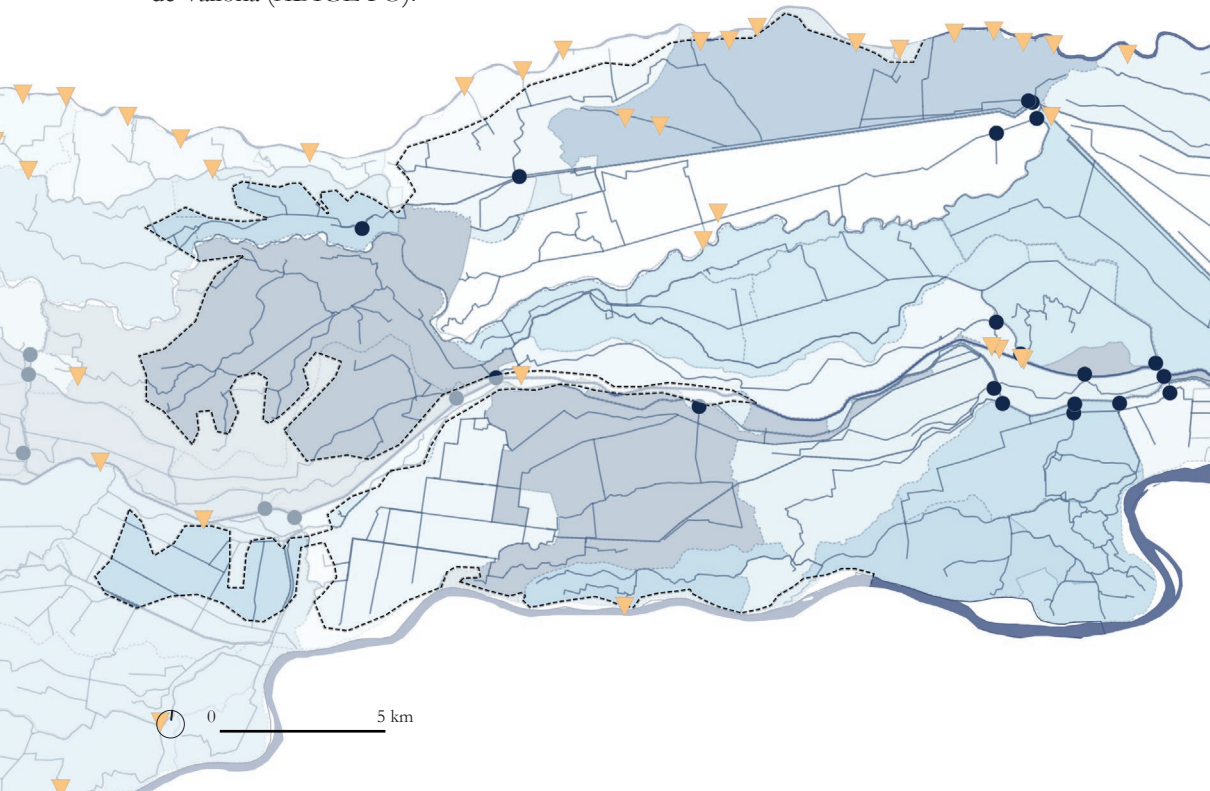


Fig.24 «L'assèchement» (AUTEUR, 2023)

Prenons à présent l'aire d'étude comprise entre deux grands fleuves, l'Adige au nord, et le Pô, au sud. Ce territoire est compris dans les limites administratives du Veneto, et il est drainé et asséché par deux consortiums, en grande partie par le consortium «Adige-Po», et le reste par le consortium «Delta Po», à l'ouest de la carte, au niveau du delta du fleuve. Nous observons que ce territoire traversé en son milieu par un canal de dimensions importantes, le «Canalbianco». Les stations de pompage représentées par les points bleus foncés, se trouvent pour la majorité le long de ce dernier. Une série de bassins parsemés du réseau de drainage s'articulent entre eux. Ils sont représentés en gradations de bleu.

Nous prenons en exemple un bassin type, nommé « Vallona » pour couvrir une superficie de 1882 hectares. Les limites du bassin sont formées : au nord par le fleuve Adige, au sud par le canal de Loreo, à l'est par le Pô de Levante et le Pô de Brondolo, à l'ouest par le canal de Loreo. Ce bassin hydraulique est subdivisé en 20 sous-bassins et dispose d'un réseau hydraulique entièrement géré par le consortium « Adige Po ».

Il se compose de 18 canaux qui s'étendent sur une longueur totale de 31 995 km. Les eaux d'origine météorique qui se retrouvent dans le bassin sont acheminées vers l'extérieur par le canal de « Patanacche », se jetant à son tour dans le canal de « Rosolina » au niveau de la station de pompage de Vallona, dans la commune de Loreo. Outre la station principale de Vallona, d'une capacité de 16 500 l/s, une pompe de 300 l/s est installée près du centre de Loreo et se déverse dans le canal de « Loreo ». L'altitude du bassin varie très graduellement d'un maximum de 0m au-dessus du niveau moyen de la mer dans la partie nord-ouest du bassin, à un minimum d'environ -3,5 m, à la station de pompage principale de Vallona (ADIGE PO).



Bassin hydraulique type

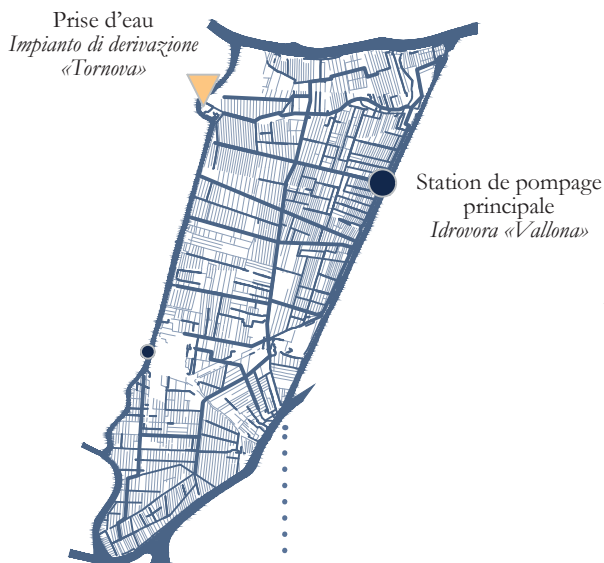


Fig. 25 «Les bassins hydrauliques» (AUTEUR, 2023)

Légende

- Prises d'eau 
- Stations de pompage 
- Cours d'eau principaux 
- Canaux principaux du réseau du consortium 
- Canaux de drainage 



1.6.1 Les acteurs de la gestion de l'eau

Il est utile de savoir qui sont les acteurs responsables de cette gestion particulière de l'eau. Comme préannoncé à la section 1.4.1, les « consortiums » ont un rôle primaire dans le fonctionnement de la machinerie hydraulique.

D'autres acteurs comme le « genio civile » (organe public assurant le suivi et la supervision des ouvrages publics) ou les autorités de bassin ainsi que les associations d'agriculteurs et enfin, les propriétaires de terrains.

LES CONSORTIUMS :

Les consortiums sont des organismes associatifs d'ordre public, c'est-à-dire que les activités et les fonctions de cet organisme sont réglementées par la législation nationale et régionale et sont encadrées par des statuts approuvés par les différentes régions. Le consortium reçoit les fonds pour la réalisation des grands œuvres par l'Etat, et des fonds également de la part des propriétaires de terrains tombant dans le périmètre du consortium (ces cotisations sont appelées « contributi consortili ») (MIRABELLI 2021).

L'objectif premier du consortium est la gestion du réseau hydraulique, dont l'assèchement et le drainage des sols. Si à l'origine, ces associations avaient pour but de mettre à la disposition de la population toujours croissante de nouvelles terres cultivables, ils possèdent aujourd'hui un rôle décisif dans la défense hydraulique des agglomérations, via la gestion de la complexe machinerie hydraulique d'assèchement et d'irrigation. Ils pourvoient donc également à la conservation et la défense du territoire et de l'environnement. (CBPF 2023)

LA RÉGION ET LES ORGANES PUBLICS (LES AUTORITÀ DI BACINO, IL GENIO CIVILE ET LA PROTEZIONE CIVILE)

La majorité des acteurs du territoire sont publiques. Il existe des organes de gestion et protection civile, liées à la région ainsi que de programmation territoriales, liées aux unités physiques territoriales. Les autorités de bassin dépassent les limites administratives régionales pour s'occuper d'établir la planification des bassins hydrographiques (le territoire italien est divisé en 7 grands bassins et leur autorités respectives). (AMMINISTRATIVI VENETI 2019)

Les autres organisations dont le « génie civil » (genio civile) et la « protection civile » (protezione civile) s'occupent de la réalisation d'infrastructures, d'ouvrages et des rivières, ainsi que de la sécurité du territoire. et régionaux. Ils sont respectivement responsables du bon fonctionnement du « réseau hydrographique principal » régional, donc des rivières, ainsi que de la mer. Les acteurs de la protection civile sont ceux qui accourent lorsque surviennent des inondations liées à ces derniers. Le reste du réseau, le réseau hydrographique « mineur », ainsi que le réseau des territoires asséchés (rete di bonifica)

tombe sous la responsabilité des consortiums, que ce soit pour la gestion de manière générale et en cas d'inondation. (AMMINISTRATIVI VENETI 2019)

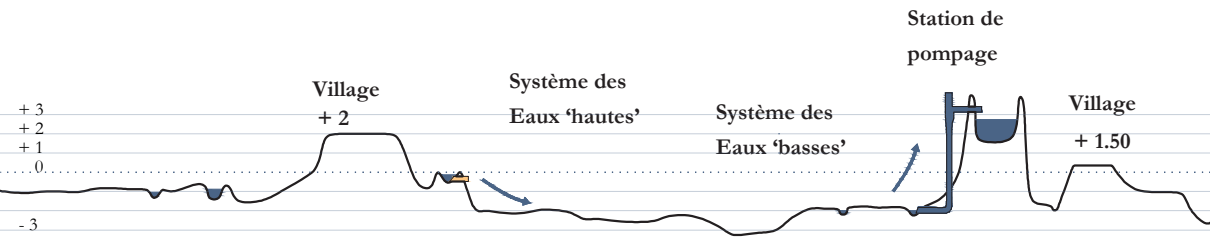
Cette grande organisation est ce qui rend possible l'assèchement des territoire et la structure actuelle de celui-ci, qui se lit dans la coupe et qui donne lieu à différents paysages, dont des villages, des champs agricoles, des zones lagunaires et des fleuves suspendus.



Fig.26 Station de pompage, province de Padoue



Fig.27 Tuyaux de déversement dans un canal, province de Padoue

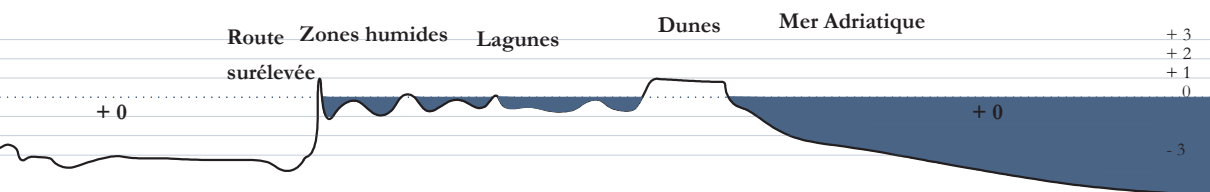


Village

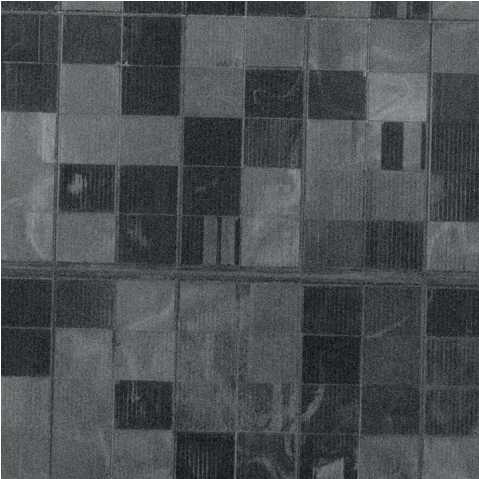


Rivière





Zones de culture ‘déprimées’



Lagunes

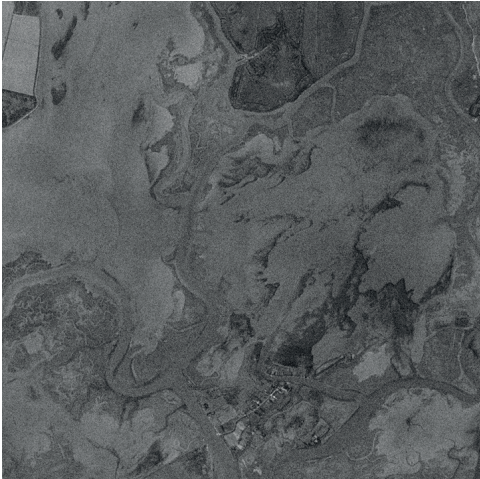


Fig.28 «Élévations et paysages de l’assèchement» D’après (GOOGLE EARTH) 2023 (AUTEUR, 2023)



Fig.29 «Station de pompage Santa Giustina» (RAVENNA TODAY 2018)



Fig. 30 Canal en proximité de Padoue

2 LES PAYSAGES PRÉSENTS

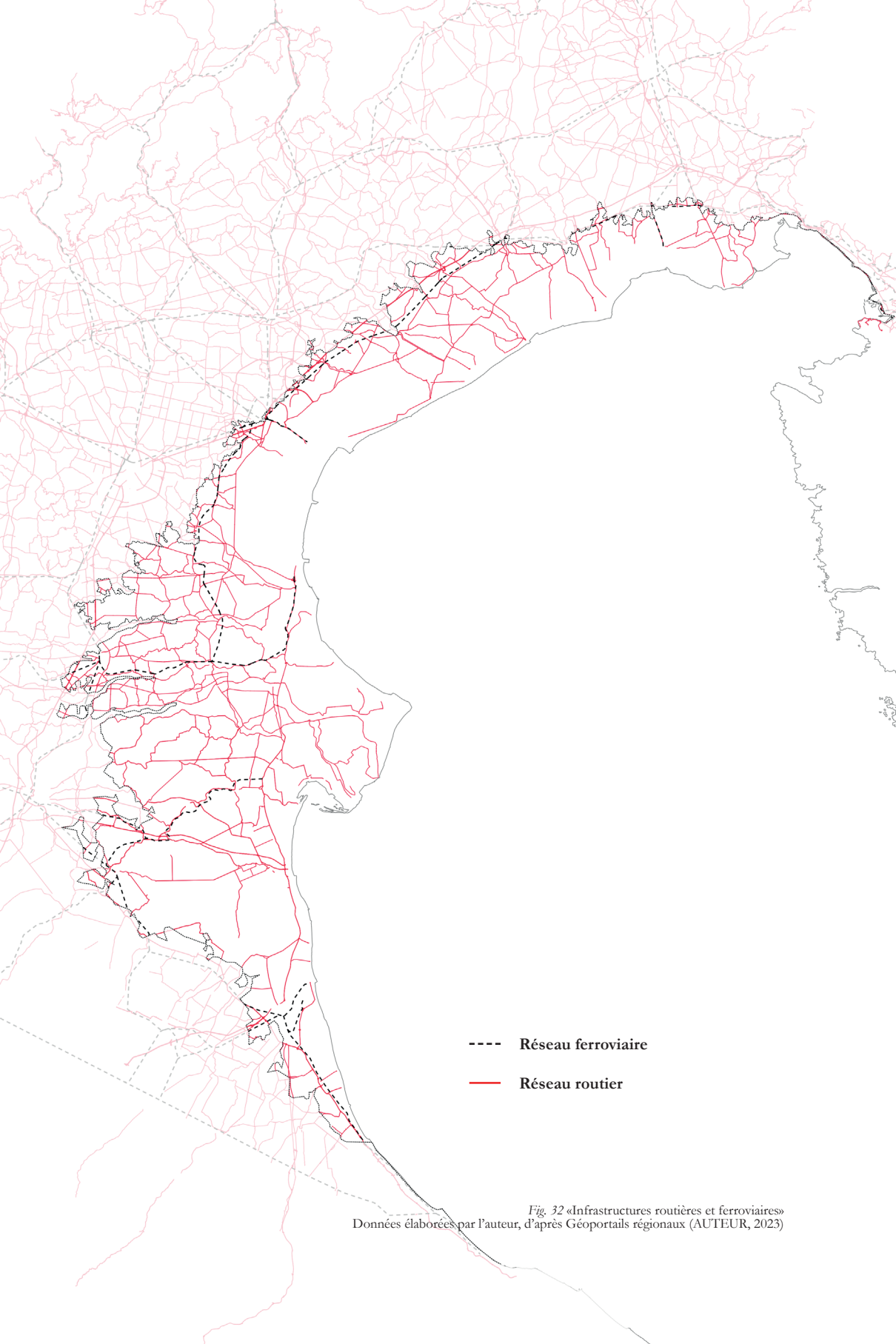
Nous avons déterminé que le changement climatique aura un impact considérable sur le territoire du nord de l'adriatique. Nous avons ensuite observé la complexité de ce territoire, d'abord de par sa conformation géologique mais aussi par les interventions humaines qu'il a subi et qui l'ont transformé au cours des siècles, d'abord via des moyens utilisant l'énergie endogène et ensuite l'énergie exogène avec la mise en place ambitieuse et progressive d'une machinerie hydraulique, capillaire et régulée. Ces transformations ont permis aux habitants de ces lieux d'amplifier les superficies habitables et cultivables. Voyons à présent et de manière plus détaillée, l'état des lieux de ces différents endroits concernés par le changement. Quel type d'urbanisation s'y trouvent, quel type d'activité productive, et quels types de paysages sont « présents », dans les deux sens du terme, spatial et temporel.

2.1 Le tissu urbanisé

Le tissu bâti ou urbanisé est classifié selon sa continuité et sa densité, une majorité du tissu urbanisé est discontinu et non dense. Dans la cartographie générale du territoire, quelques agglomérations ressortent parmi le territoire vaste parsemé d'agriculture mélangée à un bâti peu dense.

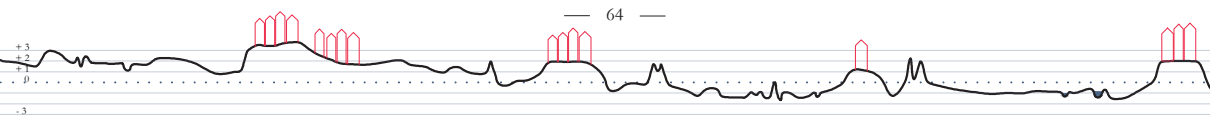


Fig. 31 «Tissu urbanisé» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux (AUTEUR, 2023)



---- Réseau ferroviaire
— Réseau routier

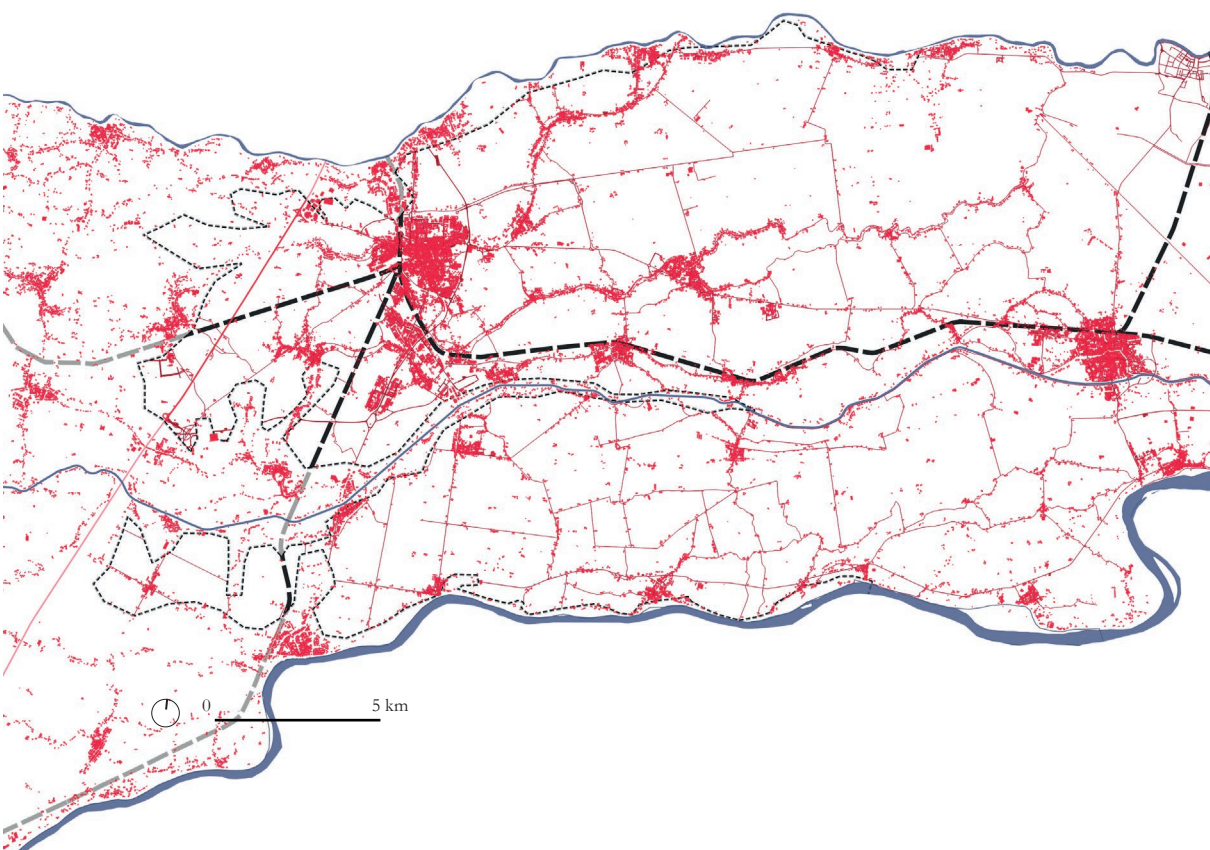
Fig. 32 «Infrastructures routières et ferroviaires»
Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux (AUTEUR, 2023)

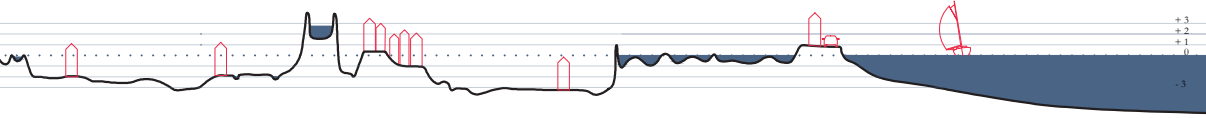


Ce paysage qualifié de ‘ville diffuse’, une notion conceptualisée par les géographes italiens «città diffusa» afin de décrire une forme d’urbanisation diffuse et non planifiée qui se manifeste dans des zones à forte densité de mitage rural. Cette forme d’urbanisation se caractérise par une coexistence de l’habitat et de l’activité agricole antérieure qui, morphologiquement, se superpose sans pour autant effacer complètement la fonction agricole. (JBB 2022)

Une caractéristique du bâti ‘diffus’ est la grande quantité d’infrastructures routières qui croisent le territoire. La cartographie montre la capillarité des routes secondaires, par rapport aux routes primaires et au réseau ferroviaire, qui peut nous suggérer des proportions importantes de l’utilisation de l’automobile.

Lorsqu’on observe le type de bâti présent sur le territoire, nous constatons que la majorité des agglomérations sont de faible densité, qu’il s’agit en majorité de maison individuelles, et de petits centres urbains. Les bâtiments plus isolés, typiques de ce paysage qualifié de diffus se situent au bord des rues qui sont souvent édifiées sur les reliefs des bordures de fleuves passés ou présents. Les agglomérations plus denses sont généralement également bâties dans des zones légèrement plus hautes que celles environnantes.





Quelques villages plus importantes se situent en bordure de lagune, et surtout au niveau des « lidi », les cordons littoraux entre lagune et mer. Parmi ceux les plus peuplés en bordure de lagunes, citons Chioggia ou Jesolo, ou encore Caorle. Enfin, mis à part pour Venise, seulement quelques îles réduites se trouvent au milieu des différentes lagunes.

La cartographie du territoire en mutation compris entre les deux fleuves Pô et Adige, le «Polesine» montre de plus près les caractéristiques de ce tissu bâti.

Nous observons le tissu urbanisé représenté en différentes gradations de rouge, selon la hauteur de ce bâti par rapport au niveau 0 actuel. Les agglomérations plus importantes sont reliées entre elles via des routes qui souvent sont en relief. Les routes en relief sont dessinées sur la carte avec un trait épais rose. Les autres routes, avec un trait plus fin. Nous voyons également la ligne du chemin de fer, reliant Rovigo à Adria et Porto Viro. Quelques 'tâches' rouges se situent à l'extrémité est, il s'agit des agglomérations bâties sur les lidi, au bord de la mer. Enfin, nous apercevons les petits points éparpillés sur la carte qui sont les maisons les plus isolées

Fig 33 et 34 «Le paysage urbanisé» (AUTEUR, 2023)

Légende

Édifices



Réseau ferroviaire



Routes principales et secondaires

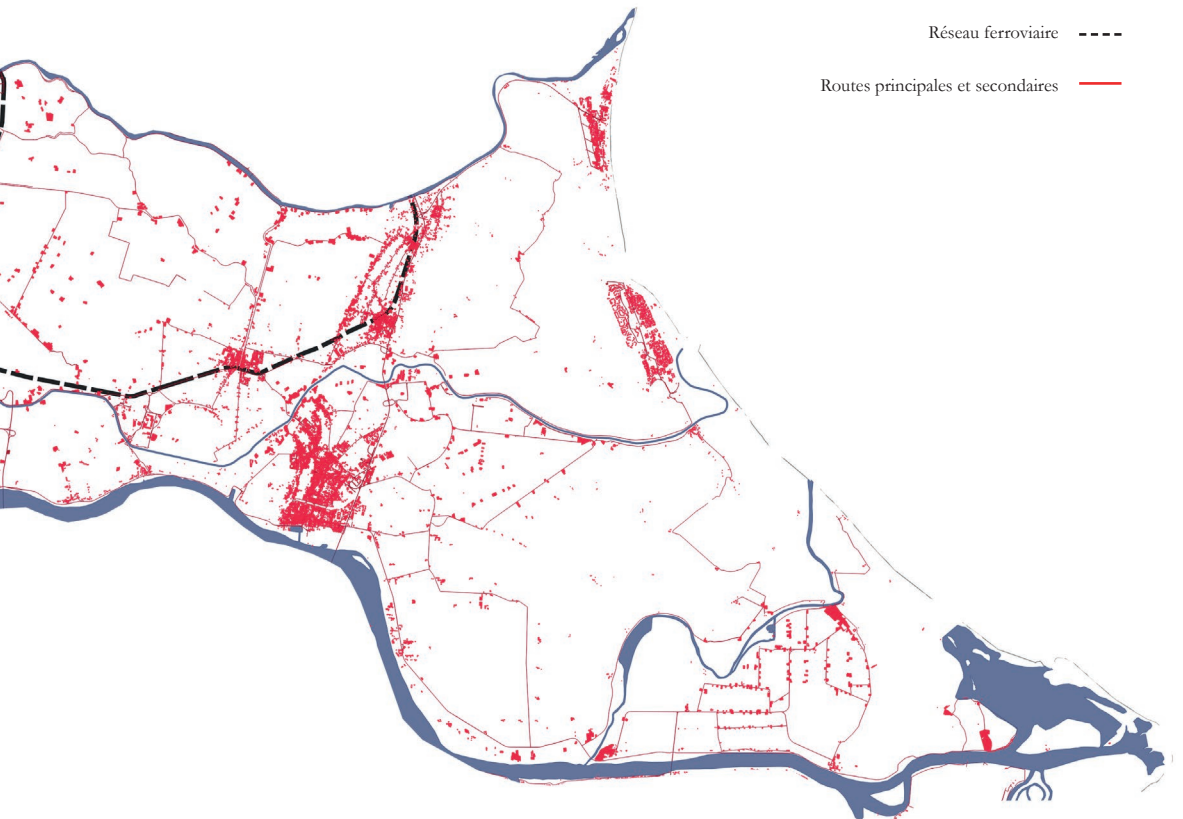




Fig. 35 Maisons individuelles près de Codevigo



Fig. 36 Vue sur le village de Porto Viro depuis la route longeant le delta du Pô

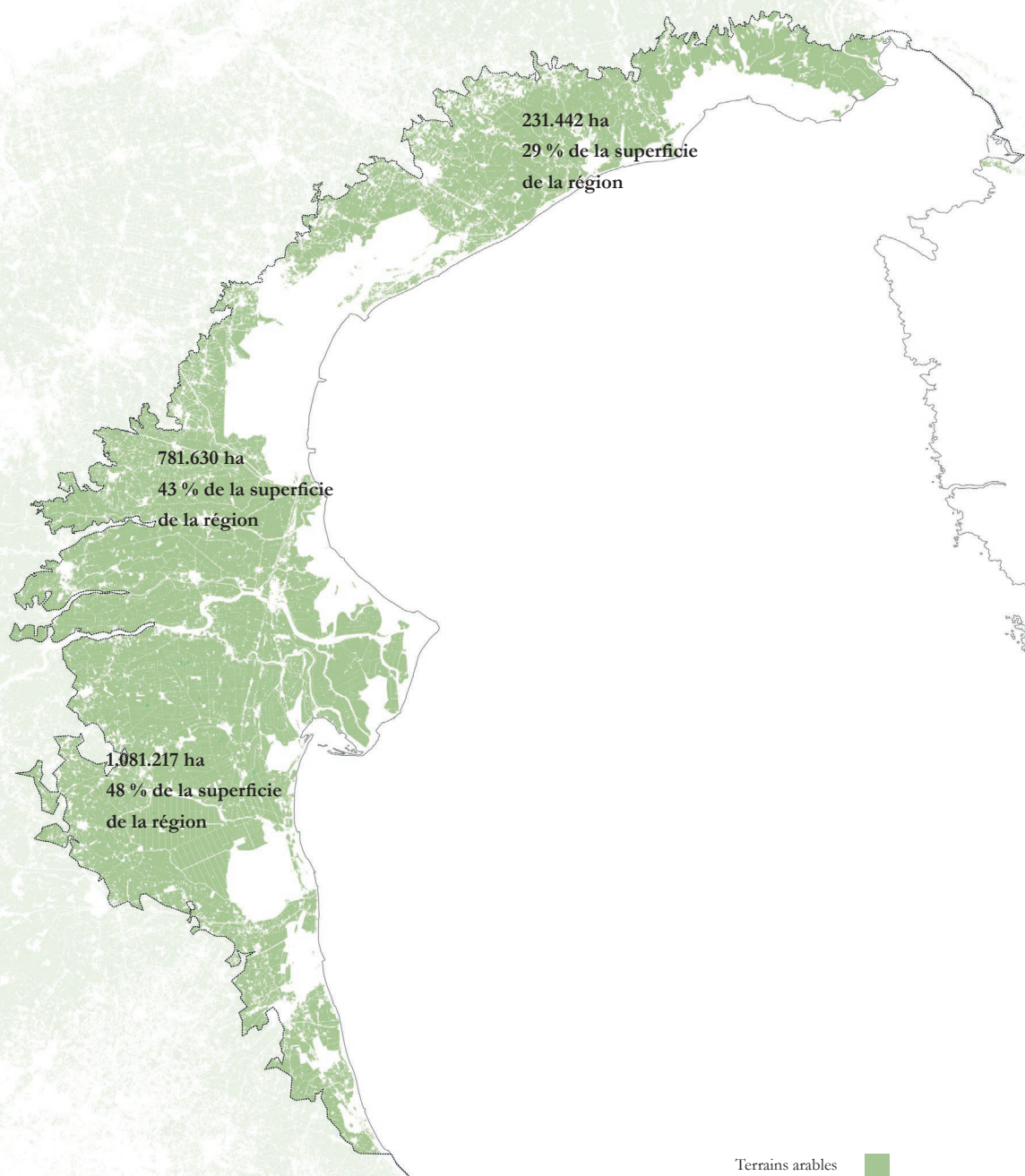


Fig. 37 «Paysage agricole» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)



Fig. 38 «Zones humides» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

2.2 L'agriculture

Ce 'mitage rural' dont on parlait se traduit en la grande présence de l'agriculture sur tout le territoire, qui est effectivement pour sa grande majorité un paysage productif. La place de la production agricole sur le territoire et sur l'aire d'étude peut être comprise via la carte, supportée par quelques chiffres.

En termes de surface, l'agriculture occupe une place significative dans les trois régions. En Emilia Romagna, la superficie agricole utilisée (SAU) s'élève à 1 081 217 ha, ce qui équivaut à environ 48 % de la superficie totale de la région. En Veneto, la SAU est de 781 630 ha, représentant environ 43 % de la surface totale de la région. Enfin, en Friuli cette superficie est de 231 442 ha, correspondant à environ 29 % de la superficie totale de la région. La zone délimitée du territoire total correspond à 650 000 ha, et parmi ces hectares, la superficie de terrain agricole (excluant les lagunes et les marais) est d'à peu près 480 000 ha . Ceci signifie que presque $\frac{3}{4}$ de la surface est agricole (COLDIRETТИ 2020).

En termes d'économie, le bénéfice respectif de l'agriculture pour les trois régions est de 3,5 milliards, 3 milliards et 600 millions d'euros. Ceci équivaut à 2,5 % du bénéfice total régional de l'Emilia Romagna, et 2 % de celui du Veneto ainsi que du Friuli (COLDIRETТИ 2020).

Tout ceci nous donne l'idée de l'enjeu surtout spatial mais économique que cette mutation du territoire représente.

2.3 Les zones humides, entre terre et mer

Ce territoire observé à une plus grande échelle possède effectivement en majorité des territoires agricoles. Une portion très réduite de la surface observée est dédiée à des forêts. Au niveau de la côte et des embouchures des fleuves se trouvent les zones humides et les lagunes ainsi que leurs équilibres fragiles. Leur superficie a diminué drastiquement ces dernières décennies. Les zones humides du nord adriatique sont passées de 764.000 ha en 1865 à 192.000 en 1972. (FVG 2015). Aujourd'hui, elles sont en tout un peu plus de 100.000 hectares. Il convient de regarder de plus près les types d'environnements présents et leurs caractéristiques, hydrographiques et topographiques. Lorsque nous observons le territoire du Polesine, au niveau de l'embouchure du Pô et de l'Adige, nous observons des types de paysages très divers, et des différents environnements principaux (DELTA PO 2016).

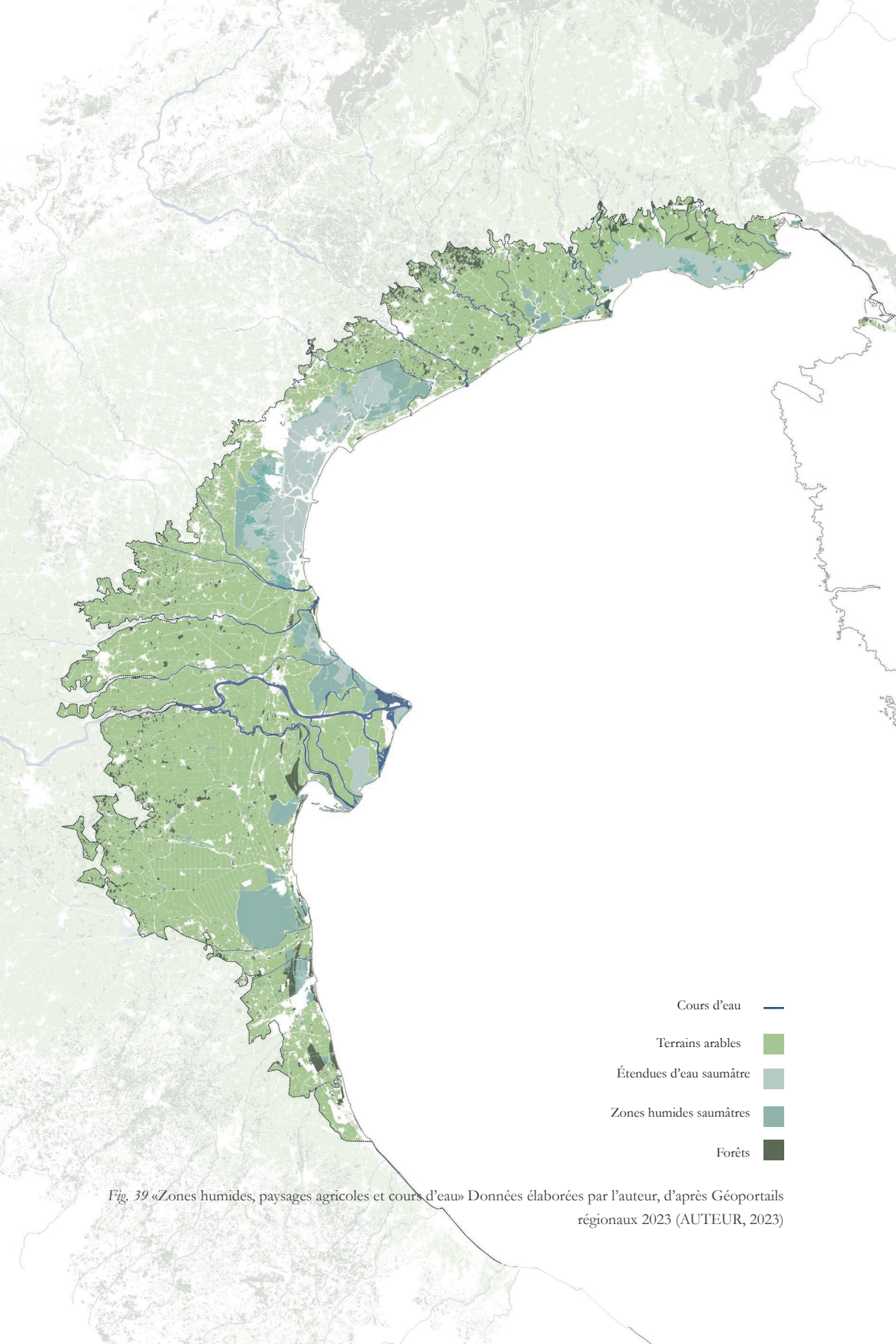
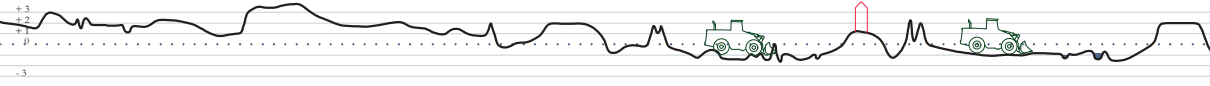


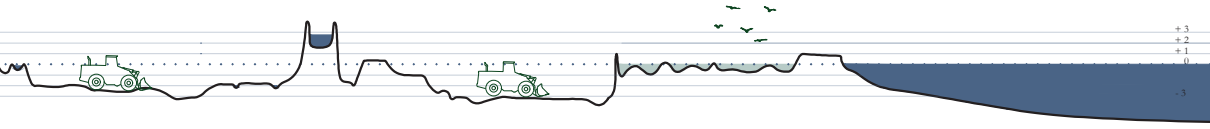
Fig. 39 «Zones humides, paysages agricoles et cours d'eau» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)



À l'ouest, on retrouve les terres de l'assèchement, le territoire plat à vocation agricole. Comme nous l'avons vu précédemment, ce territoire se caractérise par des faibles pentes et se trouve en grande partie sous le niveau de la mer. Les eaux sont régulées par un système complexe de canaux et d'ouvrages de prise d'eau captant l'eau des fleuves pour l'irrigation ainsi que de soulèvement d'eau, renvoyant l'eau à la mer.

Terrains agricoles





À l'est, le paysage lagunaire et côtier du delta du Pô. Celui-ci se compose de vallées de la pêche (et de chasse), et de systèmes lagunaires.

Fig. 40 «Les types d'environnements naturels»
(AUTEUR, 2023)

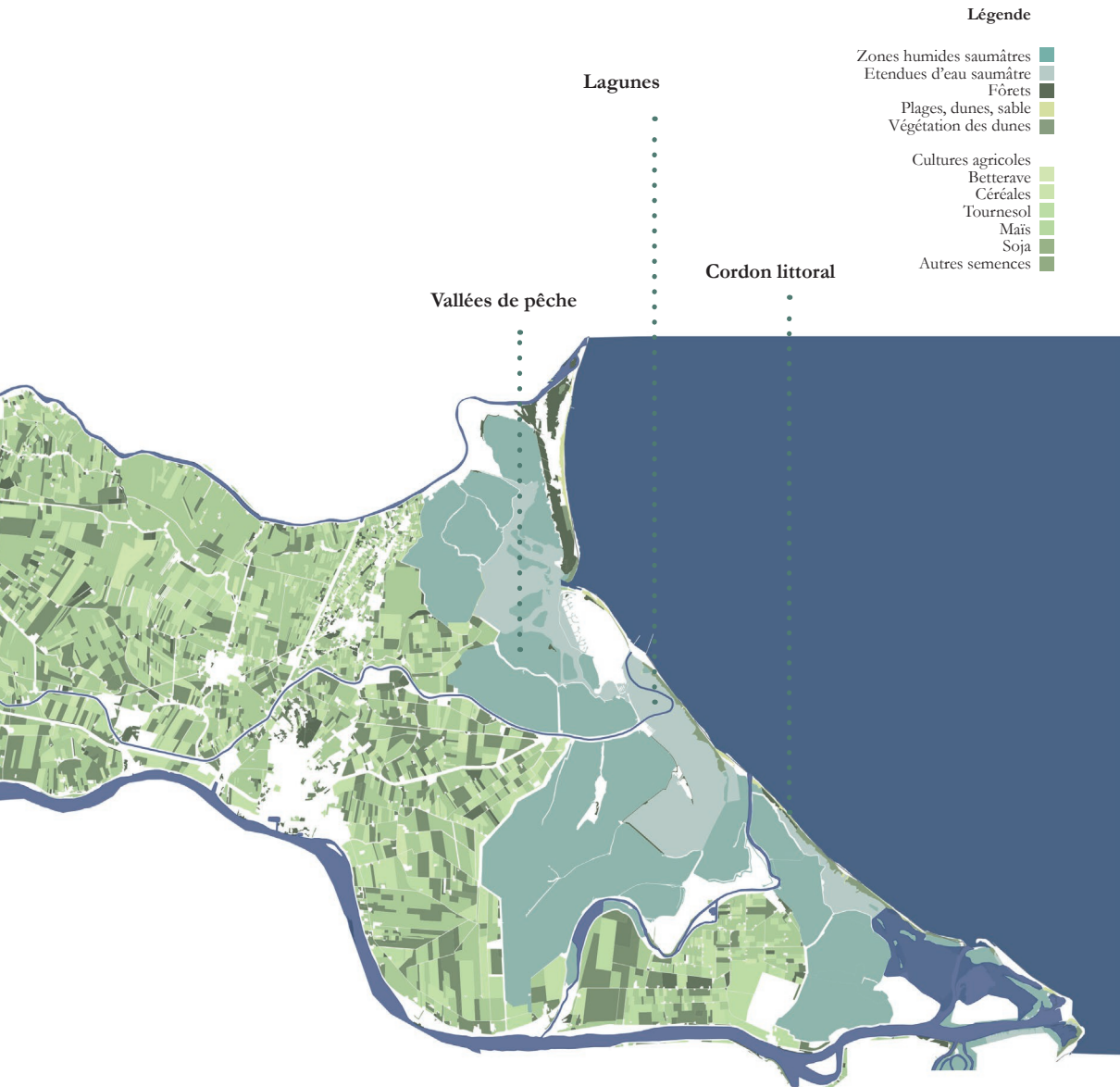




Fig. 41 Paysage agricole à proximité de Adria



Fig. 42 «Scano Boia» (WATER MUSEUMS OF VENICE 2022)



Fig. 43 Paysage agricole à proximité de Porto Viro



Fig. 44 Lagune du Delta du Po (WATER MUSEUMS OF VENICE 2022)

2.3.1 Les paysages en évolution dans le Polesine

Il faut savoir que la zone lagunaire du nord Adriatique n'a cessé d'évoluer, selon les inondations et les déviations des fleuves. Les zones humides présentes dans le Polesine ont fait partie des paysages qui ont le plus varié au fil du temps, ces opérations ont plus ou moins changé l'aspect de ces lieux. Une des plus importantes modifications du paysage sur notre site se fit en conséquence de la coupure du Pô, le 'Taglio di Porto Viro'. Géographiquement et historiquement les zones humides ont donc transité. Elles se situent aujourd'hui entre l'ancien cordon lagunaire qui longe à peu près la route « Strada Statale Romea » et la mer adriatique. Cette ligne (en évidence sur la carte) constituait, avant la coupure du fleuve, la ligne de côte. (DELTA PO 2016). Les zones humides, avant s'étendaient bien plus loin qu'à présent, le nom même de Polesine est révélateur. Il signifie «terre émergeant des cours d'eau, cultivable». Cette définition remonte à l'époque du moyen-âge (MIGLIORINI 1935).

LES BASSINS DE PÊCHE (« VALLI DA PESCA »)

Ces structures paysagères dont le nom dérivé du latin 'vallum' signifie rempart ou talus, élevé pour délimiter des étangs riches en poissons. (Water museums of Venice 2023)

Il s'agit en principe de grandes étendues d'eau saumâtre, qui sont utilisées pour pêcher et élever. Il s'agit d'une technique ancienne qui date des premiers établissements humains sur le territoire.

Cette technique a permis la conservation de grandes zones humides qui ont parfois risqué d'être asséchées, et elle implique une gestion qui combine les besoins de l'homme aux rythmes de la nature, les flux sont régulés et les marées contrôlées par les talus. Les poissons remontent dans les lagunes pour se nourrir et profiter des températures moins élevées, ensuite ils sont captés lorsqu'ils sortent des valli pour aller vers la mer. Des écluses permettent la régulation et le captage des flux de poissons selon les saisons (FERLA et al. 2013).

LA ZONE LAGUNAIRE ET CÔTIÈRE

Celui-ci est un des paysages les plus changeants et dynamiques parmi les zones du delta, composés de lieux fragiles et en évolution pérenne.

Les caractéristiques physiques des lagunes sont la faible profondeur, qui est en générale d'un mètre. Une autre caractéristique est le peu de vagues, grâce à la protection des lidi qui la séparent de la mer.

Les lidi sont aussi appelés scanni, ceux-ci sont la première ligne de défense, ils sont mouvants et éphémères, ils sont déterminés par les sédiments des fleuves qui sont modelés par l'action de la mer. Ils sont aujourd'hui sujets au problème de l'érosion, et ils ont été renforcés par des digues (DELTA PO 2016).

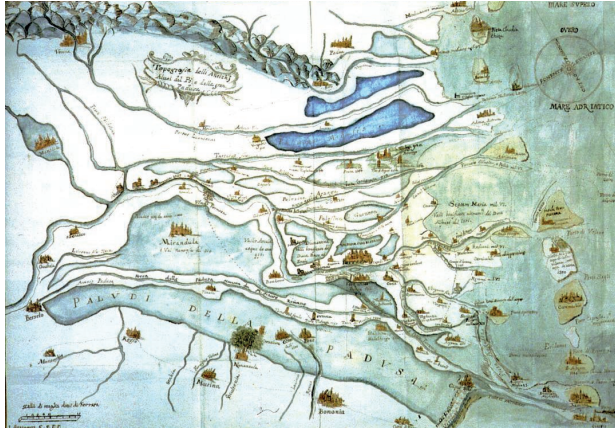


Fig. 45 «Carte du territoire des paludes du Pô de 1570» (NERI 2007)



Fig. 46 «Polesine di Rovigo, carte de 1635» (THE ANTIQUARIUM 2020) .

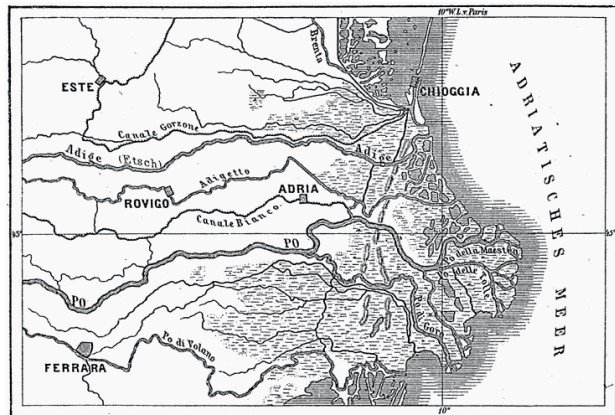


Fig. 47 «Le moyen et bas Polésine en 1885, le cours principal des fleuves est celui actuel.» (ADIGE PO 2016)

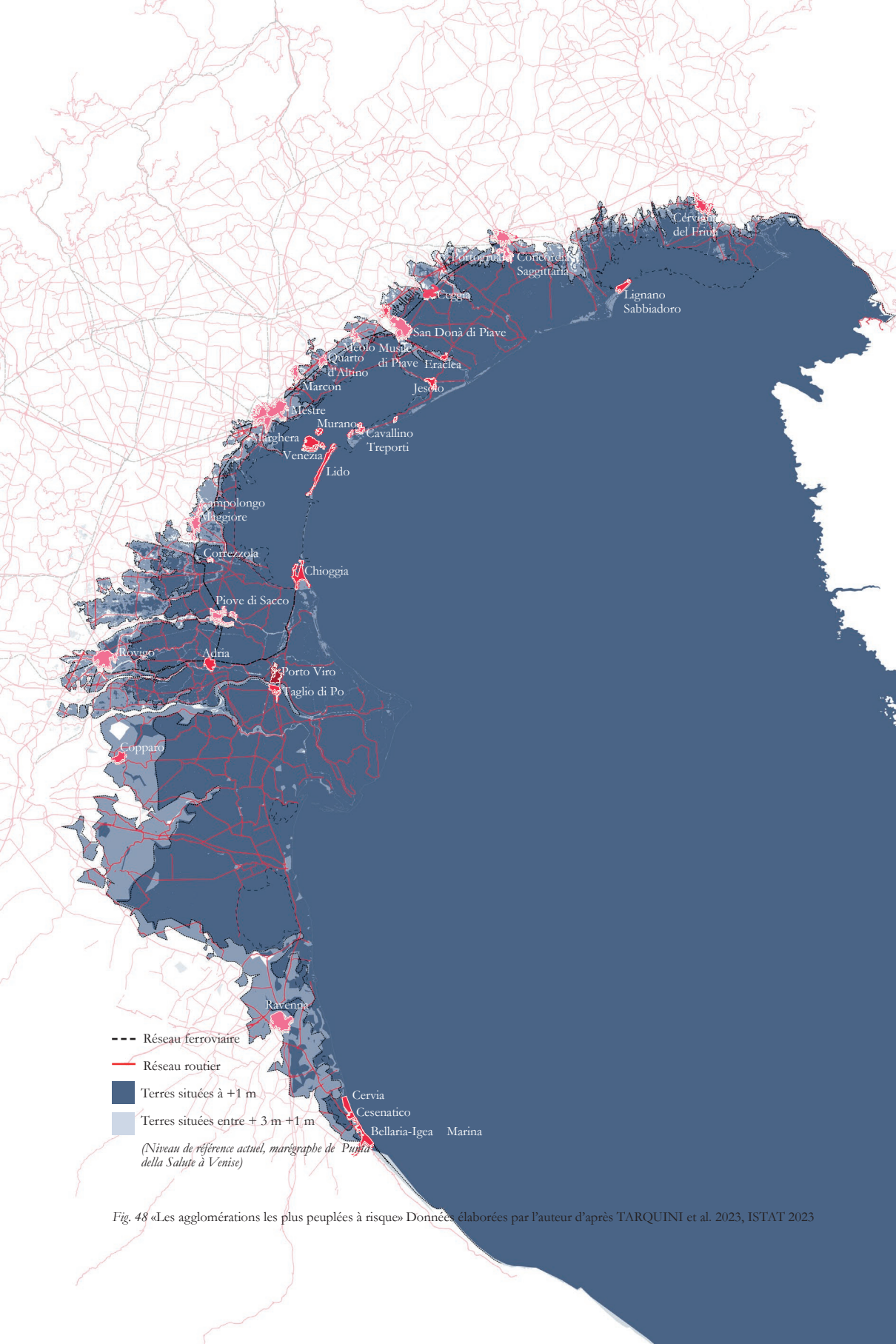


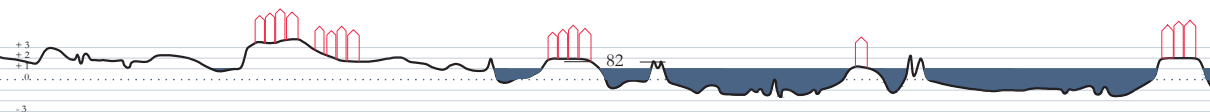
Fig. 48 «Les agglomérations les plus peuplées à risques» Données élaborées par l'auteur d'après TARQUINI et al. 2023, ISTAT 2023

2.4 Croisement de données

À présent voyons quel serait l'ampleur de l'impact d'une montée des eaux de 1 mètre sur cette zone côtière. Nous croisons les données d'altimétrie avec le calque des agglomérations (source : corine land cover) et des infrastructures (sources : geoportali veneto, emilia romagna, friuli venezia giulia). Nous filtrons ces agglomérations selon des critères de densité et de population. Nous retenons les agglomérations qui aujourd'hui se situent soit à 3 mètres soit en dessous de ce palier. Nous écartons les agglomérations présentant une densité inférieure à 100 habitants par kilomètre carré, ainsi que celles qui sont habitées par moins de 5000 habitants. Ceci nous permet d'avoir une vision à grande échelle des plus grandes agglomérations qui se retrouveraient presque totalement sous l'eau ou qui seraient en partie submergées et atteintes par les eaux en périodes de très fortes précipitations.

Nom	Habitants	Densité	Niveau	Aire
1 Ravenna	155836	238	3	653,81
2 Mestre	87377	24,2	3	500
3 Rovigo	50190	461	3	108,8
4 Venezia - centro storico	49997	62,5	1	800
5 Chioggia	47903	255	1	187,91
6 San Donà di Piave	41664	528	3	78,88
7 Cervia	28758	350	1	82,27
8 Marghera	28000	816	3	35,1
9 Jesolo	26556	275	1	96,4
10 Cesenatico	25958	575	1	45,16
11 Portogruaro	24488	239	3	102,31
12 Piove di Sacco	20138	564	3	35,73
13 Bellaria-Igea Marina	19495	1073	1	18,17
14 Adria	18781	166	1	113,39
15 Lido di Venezia	16843	277	1	4
16 Copparo	15753	100	2	157
17 Porto Viro	13782	103	0	133,31
18 Cervignano del Friuli	13546	464	2	29,17
19 Cavallino-Treporti	13384	299	2	44,71
20 Eraclea	12006	126	1	95,45
21 Musile di Piave	11326	252	2	44,87
22 Campolongo Maggiore	10725	454	3	23,61
23 Concordia Sagittaria	10224	153	3	66,83
24 Quarto d'Altino	8000	282	3	28,33
25 Taglio di Po	7970	101	1	78,68
26 Lignano Sabbiadoro	6833	435	1	15,71
27 Meolo	6229	234	3	26,61
28 Ceggia	6146	278	3	22,1
29 Correzzola	5055	119	2	42,33
30 Murano	5000	1,17	1	284

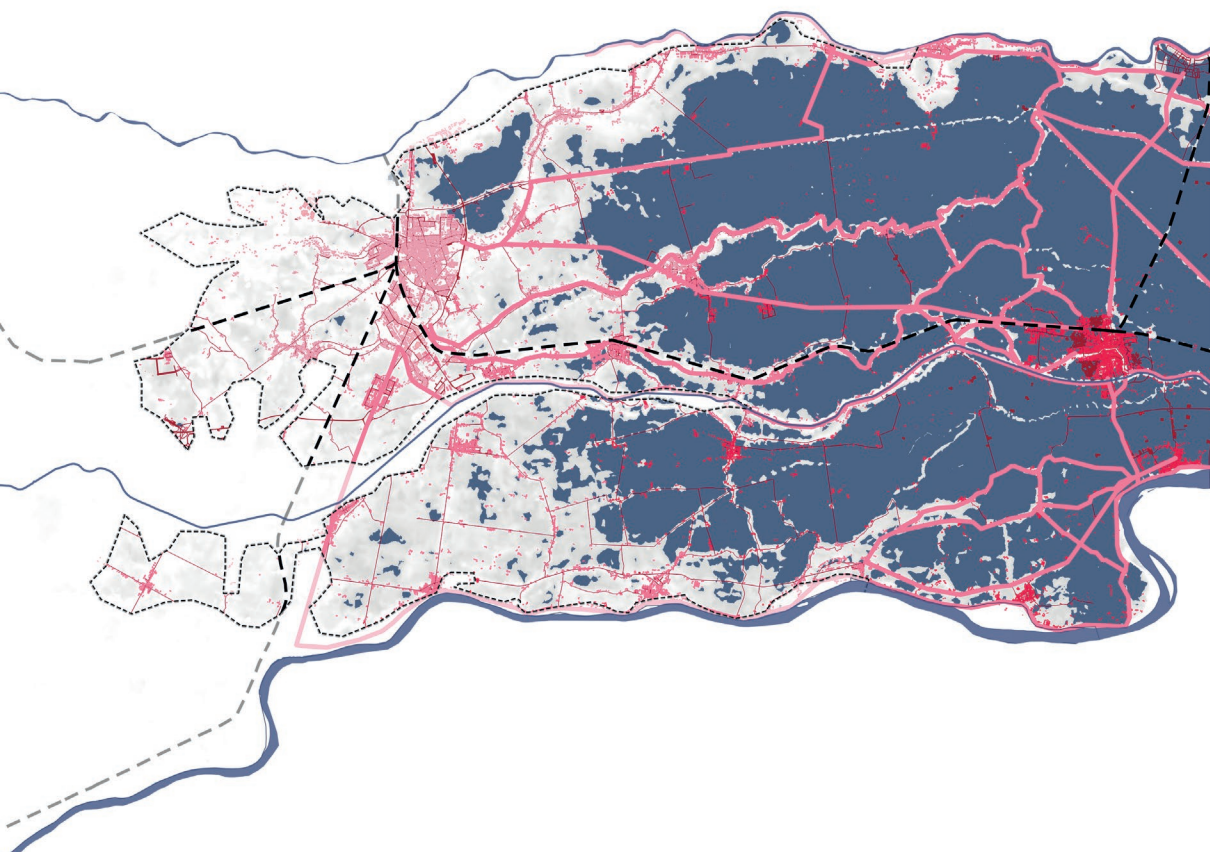
Fig. 49 «Classement des agglomérations les plus peuplées à risque» Données élaborées par l'auteur d'après TARQUINI et al. 2023 et ISTAT 2023

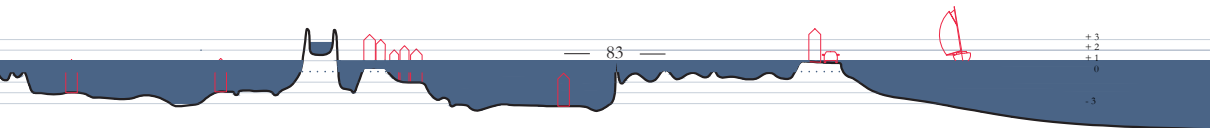


La liste sert à chiffrer cet espèce d' « archipel » des agglomérations les plus peuplées de ce cadrage. Cet archipel serait composé d'une trentaines d'îles et de presqu'îles qui pourraient faire opposition à la montée des eaux prévue pour le futur. Nous apercevons également qu'une majorité de ces agglomérations sont déjà reliées entre elles par la voie ferrée et surtout par les routes, ceci permettrait de les atteindre depuis la terre ferme, si ce n'est avec des ferry ou des bateaux.

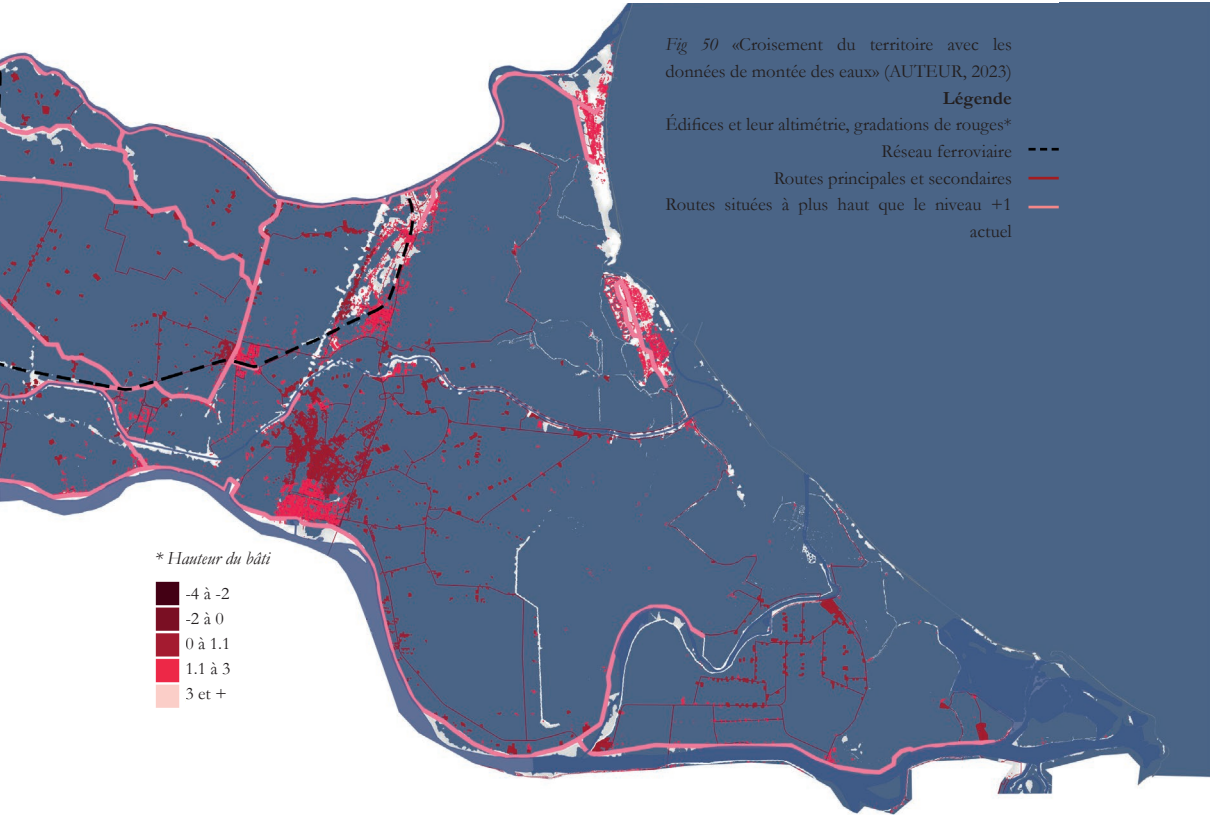
A une échelle, les principes se répètent, les agglomérations plus denses ressortent de la carte comme des îles reliées par les filaments des routes et du chemin de fer. En effet, nous pouvons voir tout d'abord que la grande majorité du territoire sera inondée. La carte prend en compte le relief, les couleurs des bâtiments indique leur hauteur. Lorsque nous lisons cette carte et croisons les données de montée des eaux avec le territoire du Polesine, nous pouvons donc voir qu'à long terme et sans action de la part de l'homme, des changements radicaux auront lieu dans le territoire.

L'eau montera et s'arrêtera de manière constante jusqu'à hauteur de la ville de Rovigo, les seules bâti qui resteront hors de l'eau seront ceux situés plus en hauteur au niveau des berges.





Un interrogatif se posera au niveau de l'extrémité est de cette portion du territoire qui ne sera plus ou presque plus protégée par les cordons de terre littoraux. Il ne s'agit que d'une supposition, mais si l'on lit le territoire historiquement, on pourrait imaginer cette partie ne serait plus une lagune, dû au manque de protection vis-à-vis de l'eau salée et à la profondeur générale de plus de 3 mètres.



3 UN NOUVEL ÉQUILIBRE

Et si l'on laissait l'eau retrouver son territoire? Que feraient les 2 millions d'habitants¹ présents aujourd'hui sur ce territoire? Que deviendraient les stations de pompes, que deviendraient les champs agricoles ? Après une connaissance plus fine du territoire concerné par les changements, nous pouvons commencer à imaginer des scénarios du devenir de celui-ci. Les rapports du IPCC présentent différentes postures à avoir face à la montée des eaux en zones plates et côtières, dont les postures de résistance vis-à-vis changement, « resist », ceci est réalisable en mettant en œuvre tous les moyens techniques pour que le territoire reste tel qu'il est, même faces aux variations climatiques. Le « retreat », à l'opposé, consiste à se retirer des lieux qui sont jugés trop difficilement habitables. Un scénario de compromis est celui où l'on opère plusieurs postures en même temps.

1 Estimation réalisée à partir des données ISTAT et du croisement des habitants avec la position altimétriques des communes.

3.1 Tout défendre, «resist»

Il était une très puissante station de pompage, la plus grande sur le territoire. Une vingtaine d'années auparavant, celle-ci comptait huit pompes, activées manuellement. Durant les fortes pluies d'automne, toutes ensemble, elles peinaient à maintenir en sécurité le niveau de l'eau du fleuve collecteur. Des changements dans conditions du sol (la subsidence) qui furent induits par l'homme causèrent l'augmentation de la différence de niveau entre le collecteur et le fleuve dans lequel débouche l'eau via la station. À partir de ce moment là, la station n'arrivait plus, à sa capacité maximale de pompage, à maintenir le niveau correct pour éviter l'inondation des terrains du bassin. Pour cela, après quelques années, des études et une envie de protéger et atteindre la sécuriser le territoire, furent ajoutée cinq autres pompes en 1991, d'une puissance équivalente au double de celles existantes. Grâce à cela, le territoire atteint la sécurité hydraulique et continua à être affecté par les fonctions préexistantes.

Il s'agit de l'histoire de la station de pompage de Cavanella Po. Celle-ci nous montre ce qui serait la manière d'aborder un territoire dans une posture de résistante, en mettant tous les moyens nécessaires en oeuvre pour que tout reste «inchangé», à la surface.



Fig 51 «La station de pompage Cavanella Po» (MEDIENVIRONNEMENT 2023)

Dans l'objectif de conserver un territoire agricole de terres fertiles, ainsi que la totalité des villages, maisons et édifices présents, la gestion de l'eau est améliorée davantage pour résister à la montée des eaux. Les berges autour des fleuves et des canaux sont rehaussées, les stations de pompage sont rendues plus performantes. Pour combattre l'érosion côtière, on installe de nouvelles digues sur la côte ou en renforçant celles qui sont présentes. Pour contraster les remontées d'eau salée par les fleuves, des barrages spéciaux sont installés au niveau des embouchures de ceux-ci. Enfin, les cultures de plantes halophytes permettraient de perséverer l'agriculture, même dans les terrains dont les salines.

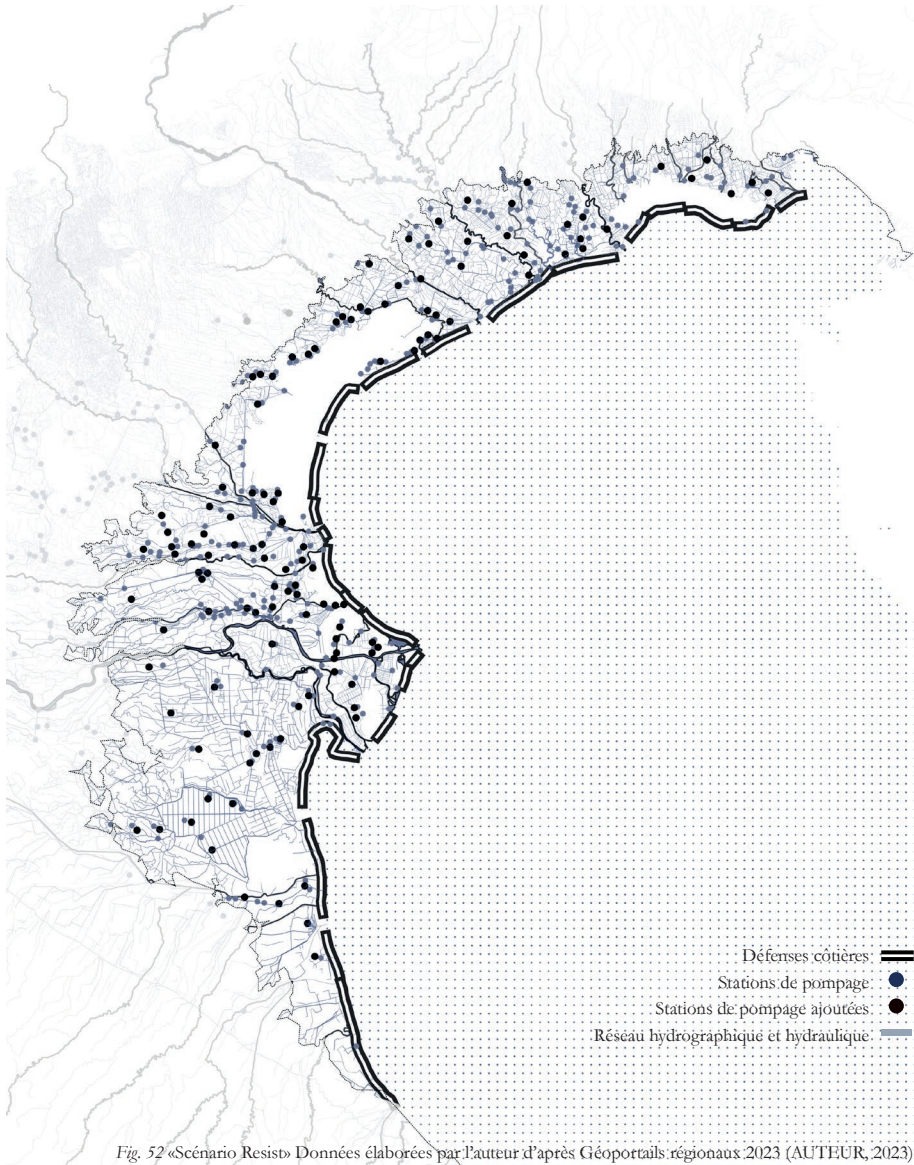


Fig. 52 «Scénario Resist» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

3.2 Tout laisser, «retreat»

Autrefois, jusqu'à l'après-guerre, il était une île bordée d'une rivière d'un côté et la mer de l'autre. Il y avait là une ferme riche et florissante, spécialisée dans la culture du riz.

Un jour, une forte tempête changea totalement l'avenir de ce lieu. Celle-ci amena le fleuve à sorti de son lit. L'île, ses maisons et ses champs firent complètement submergés. Cependant, avec le temps, cet endroit devint un territoire naturel magnifique, et il fit inscrit parmi les lieux protégés du parc régional du delta du fleuve. Ainsi, «l'île» présente actuellement une dynamique entièrement spontanée, en l'absence d'intervention humaine. Seules quatre ruines et l'ancienne station de pompage qui desservait le bassin y correspondant sont encore visible, le reste est fait d'équilibres naturels, de végétation spontanée, de faune et flore diverses adaptées au lieu.

Ceci est l'histoire de l'île «della Batteria», submergée dans les années 70. Cette île fantôme se situe entre les deux bras finaux du Pô de Pila. Elle représente les conséquences d'une posture d'acceptation totale du changement de la nature du paysage, et le passage d'un territoire contrôlé, à un territoire laissé en main uniquement à la nature.



Fig. 53 «L'île de la Batteria (REGIONE VENETO 2023)

Si l'on arrêta d'intervenir sur ce territoire, il est clair que les conséquences seraient importantes. Au fil du temps, toutes les infrastructures et le tissu urbain de ce territoire seraient inondées et donc probablement endommagées. Tous les habitants et propriétaires des terrains de ce territoire inondé ou inondable en cas d'événements météorologiques extrêmes, seront contraints de se déplacer en lieu sûr. Cette aire délimitée compte à peu près 2 millions d'habitants qui devront changer d'habitat. La transition pourrait se faire lentement, en commençant par les personnes occupants les terrains situés dans les bassins hydrauliques les plus bas. La ligne de côte et avec elle, la mer, avancerait et très lentement, la nature retrouverait un équilibre.

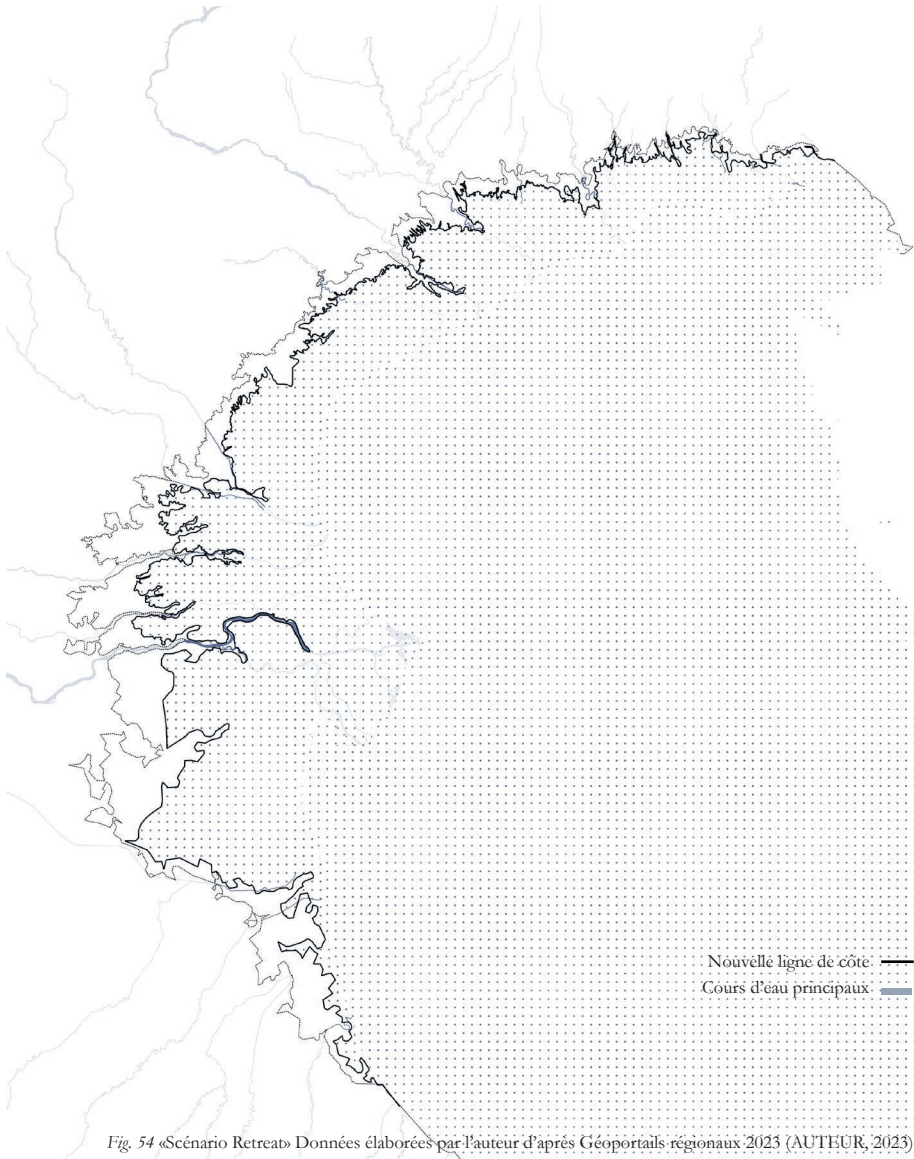


Fig. 54 «Scénario Retreat» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

3.3 Un compromis

Il y a une posture à avoir qui se situe entre ces deux scénarios, il s'agirait d'un compromis entre défendre et laisser.

Nous allons imaginer ce scénario en prenant en compte les prévisions de montée des eaux pour 2100. Ce scénario à cette temporalité est selon moi, celui qui est le plus intéressant à développer en notre moment historique. En effet, si d'un côté, nous pourrions continuer à défendre ce territoire avec les mêmes types de moyens en œuvre aujourd'hui, cela va impliquer une dépense énergétique importante, de plus, nous ne pouvons pas nous assurer à ce qu'il s'agissent d'une stratégie durable pour préserver ce territoire. D'un autre côté, imaginer le pire scénario, et le faire pour un très long terme, en 2150 par exemple, efface toute possibilité d'imaginer un futur habitable pour ce territoire dans le siècle qui nous sépare de cette date. De plus, les prévisions plus lointaines sont également moins intéressantes à avoir à cause de l'incertitude plus grande de la fourchette de valeurs.

Nous allons développer le scénario de montée des eaux le plus pessimiste pour cette date, car même si mon souhait pour ce territoire et le monde de façon générale est celui qu'on atteigne les objectifs climatiques les plus ambitieux, il convient néanmoins de déjà s'adapter au pire scénario possible pour anticiper une planification qui soit bien développée pour le long terme, et de s'imaginer ce que serait le territoire d'un futur combinant les différents effets du changement cités au chapitre 0 (montée des eaux, sécheresse, remontée de sel et inondations extrêmes).

La prise en compte d'un scénario à un terme assez lointain, celui de 2100 nous permet d'énoncer les stratégies qu'on pourrait doucement mettre en place, mais aussi de nuancer cette « palette » de stratégies. Dans un même territoire, une augmentation du montée des eaux de 1, 2, 3 mètres aura des effets différents selon qu'on se situe à des hauteurs différentes. Ceci fait qu'en réalité, les stratégies des plus douces (solutions naturelles) aux plus rigides (abandon du territoire) vont être présentes sur un même et seul scénario. Ceci va nous permettre de spatialiser également la transition de ce territoire.

Nombreuses sont les façons dont le territoires pourrait évoluer sur base de mêmes stratégies. En effet, celles-ci peuvent être mises en place différemment à plusieurs endroits. Cependant, il y a des bases qui permettent de différencier quel stratégies adopter par rapport à quelle catégorie de lieu selon son affectation du sol actuelle, ainsi que sa hauteur par rapport au niveau de la mer. Celles-ci seront expliquées par la suite.

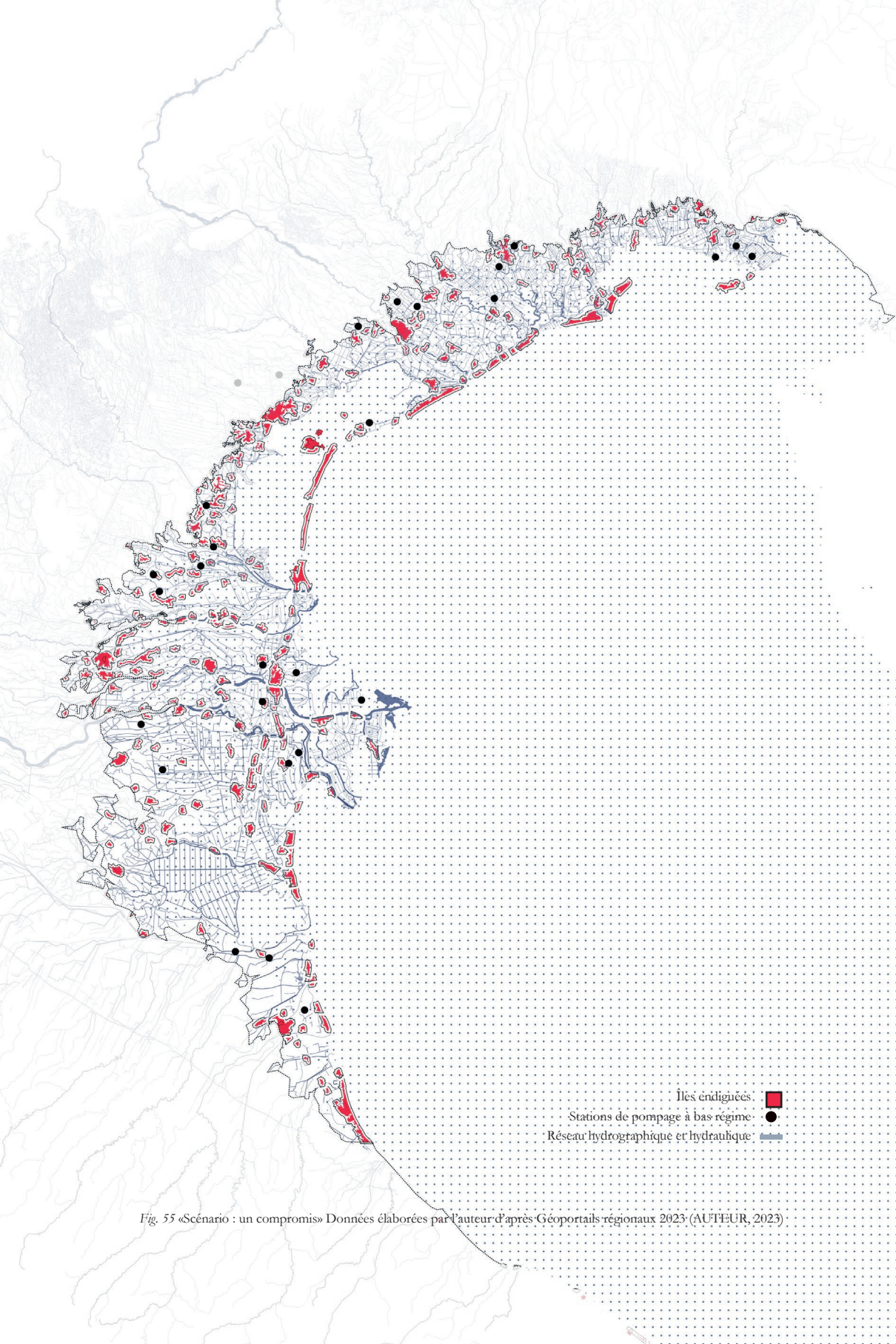


Fig. 55 «Scénario : un compromis» Données élaborées par l'auteur d'après «Géoportails régionaux 2023» (AUTEUR, 2023)

3.3.1 Le territoire entre terre et mer, «amphibien»

Le design, la conception d'un territoire amphibien, donc d'une zone humide entre terre et mer, est exploré et défendu dans le texte de Fabian et al. notamment en vue de l'importance de la préservation de zones humides dans l'atténuation des effets du changement climatique, malgré leur petite surface. En effet, ces aires contribuent davantage que les forêts à l'absorption mondiale de CO₂ et jouent un rôle crucial dans l'absorption des émissions de gaz à effet de serre. Elles sont également des réserves importantes de biodiversité, essentielles pour la purification et l'oxygénation des eaux de surface, pour la régulation des équilibres hydrodynamiques des marées, pour le contrôle de l'érosion des sols et pour la protection de la côte contre les tempêtes. Les lagunes sont des aires de croissance naturelles pour les poissons et les mollusques et peuvent contribuer à l'alimentation humaine à l'échelle mondiale (FABIAN et al. 2022). D'autant plus important d'imaginer un territoire amphibien pour augmenter la surface de ces endroits qui sont de plus en plus menacés par une série de causes, et nous l'avons vu auparavant, ont diminué drastiquement au cours de ces dernières décennies.

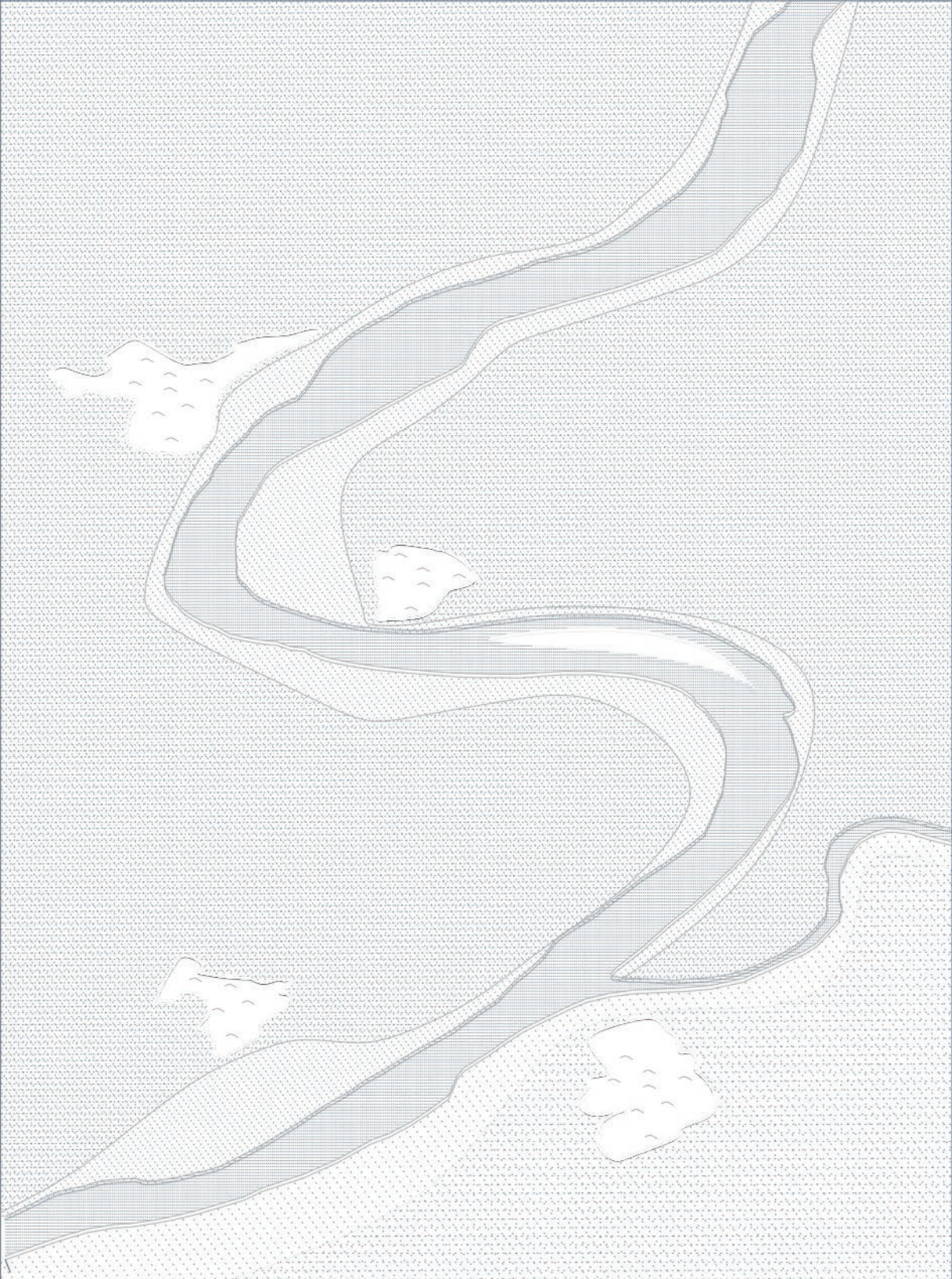
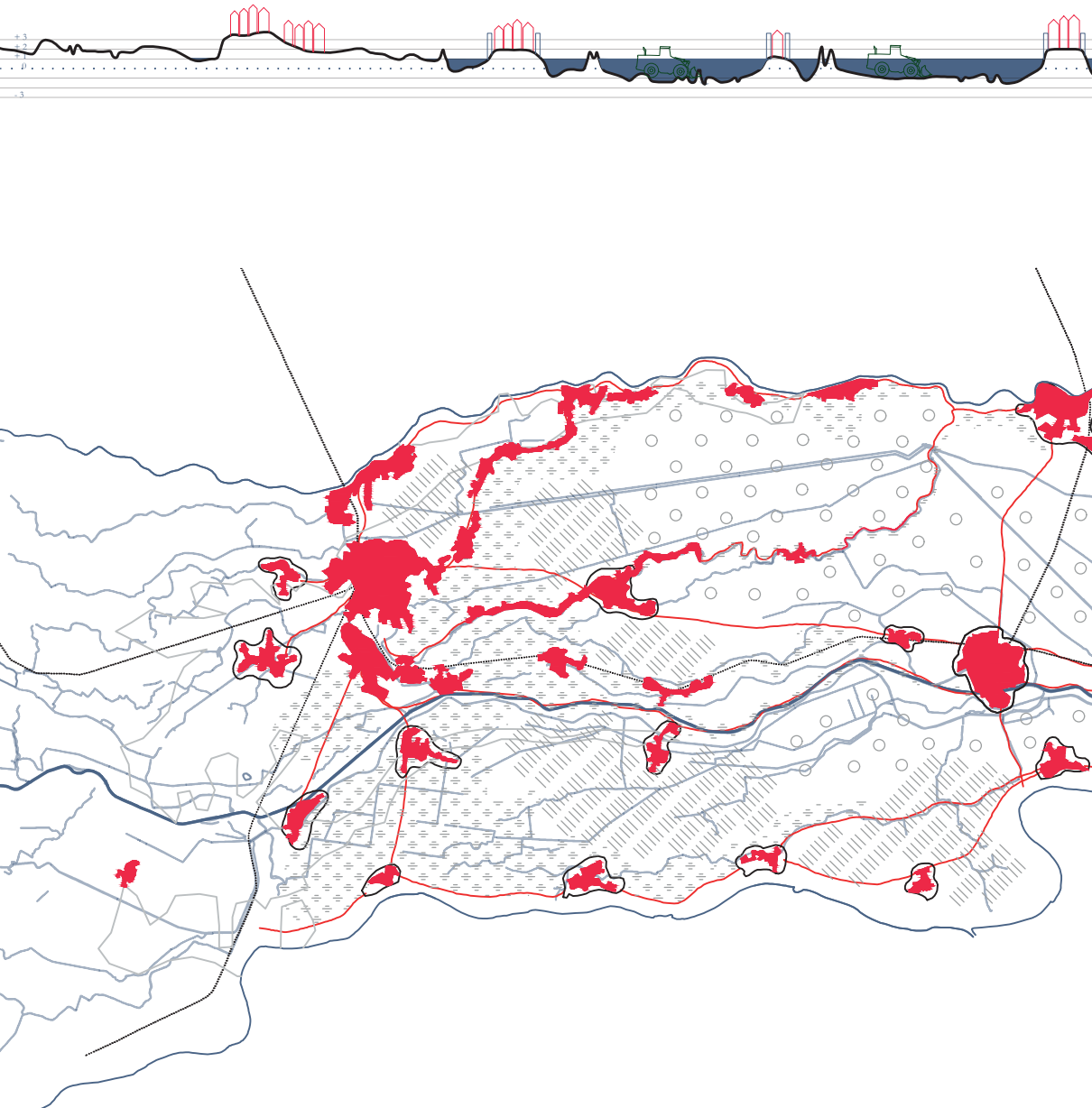


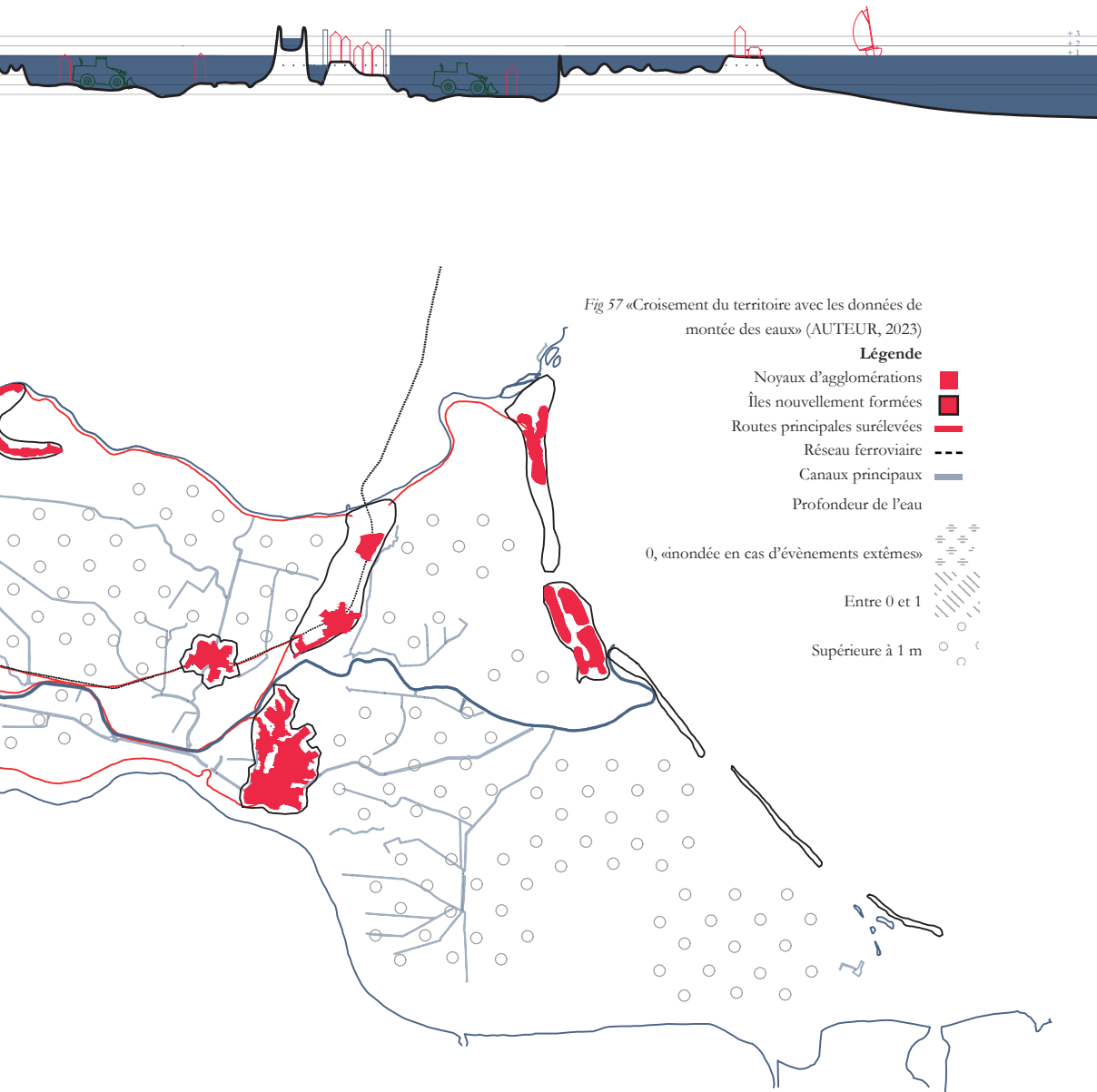
Fig. 56 Les îles et le Pô (AUTEUR, 2023)

3.3.2 Le nouvel archipel du Polesine

Lorsque les stations de pompage sont arrêtées, l'eau recouvre déjà la majorité du territoire. Grâce à la lecture du tissu urbanisé, nous mettons en évidence les agglomérations les plus denses et compactes qui sont les villages qui deviendront des nouvelles îles entourées d'eau. Celles-ci seront entourées de digues assez hautes que pour les protéger d'une montée des eaux de +1m à +3m sur le niveau actuel, +0m et +2m sur le niveau en 2100. Par la lecture topographique, nous arrivons à faire une sélection des infrastructures routières et ferroviaires. Après avoir considéré lesquelles seront situées plus en hauteur



(généralement, elles se situent à +1m par rapport au niveau 0 actuel, à fleur de l'eau en 2100). Nous retenons lesquelles parmi elles sont principales, elle relieront les agglomérations, en plus du vaste réseau de canaux. Ces routes, qui sont déjà plus hautes, seront surélevées pour atteindre un niveau supérieur au niveau +2 de 2100 pour continuer à fonctionner en cas d'évènement extrêmes. Nous mettons ensuite en évidence, toujours via l'analyse topographique, trois catégories de paysages formés. Nous distinguons les terres recouvertes par plus d'un mètre de celles couvertes d'un mètre d'eau au plus, et enfin, des terres qui seront inondées en cas d'évènements extrêmes, situées au dessus du niveau +1 actuel et en dessous du niveau +3 actuel. Cette cartographie nous permet de situer quelles terrains sont propices à quels types d'usages.

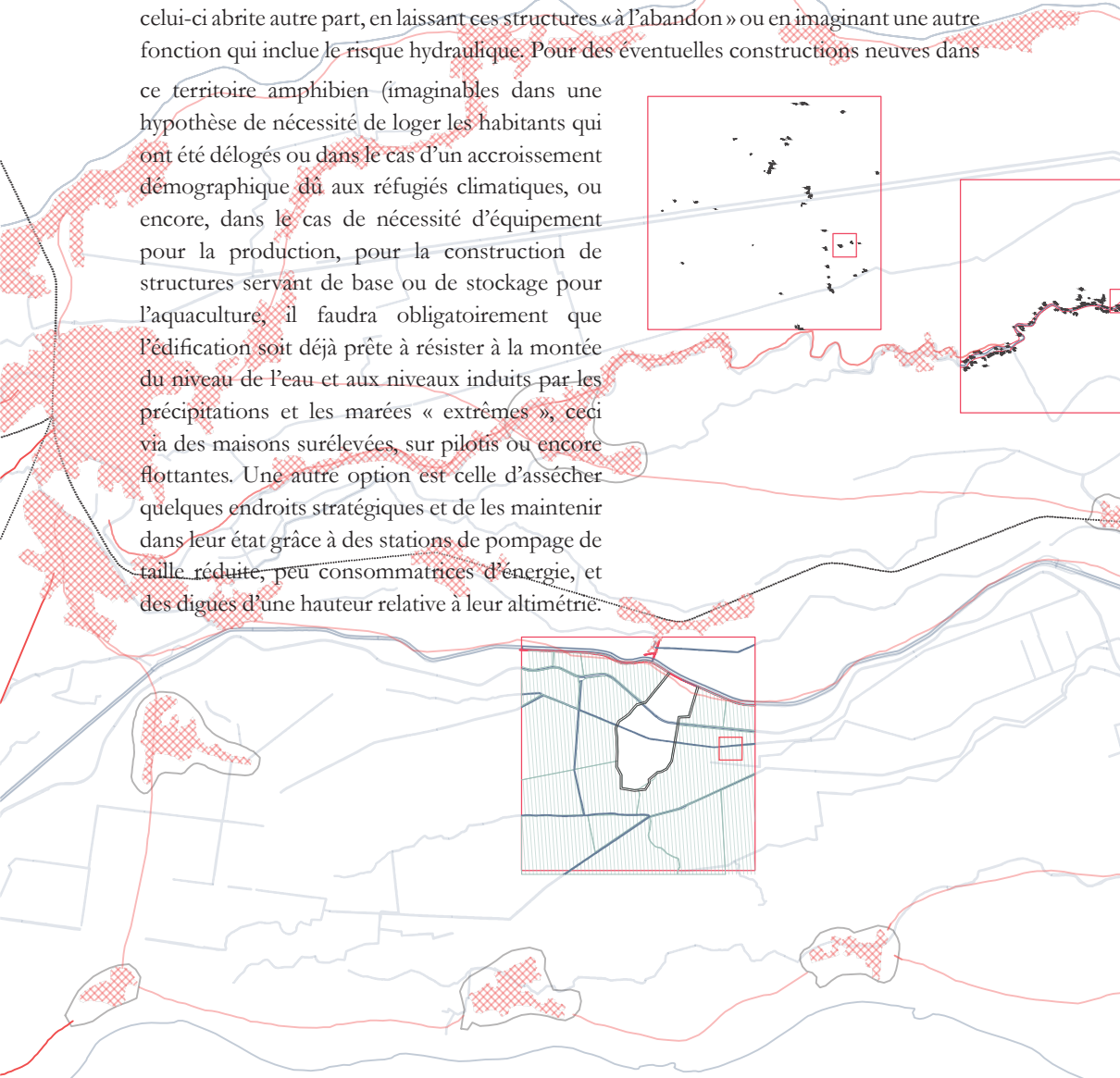


L'adaptation du tissu urbain

LES BATIMENTS

Si l'on veut conserver le bâti, il ne pourra pas demeurer dans son état actuel. Les différents choix sont de soit le protéger, via des digues, soit de l'adapter, de plusieurs façons, en fonction de l'intérêt patrimonial, de la position par rapport aux infrastructures, etc. Quelques solutions existent en ce qui concerne l'adaptation du bâti, comme le fait de l'élever soit via des pilotis ou en y ajoutant un étage, en rendant par exemple les rez-de-chaussée inondables. Enfi, l'autre option est de déplacer les occupants ou les fonctions que celui-ci abrite autre part, en laissant ces structures « à l'abandon » ou en imaginant une autre fonction qui inclue le risque hydraulique. Pour des éventuelles constructions neuves dans

ce territoire amphibien (imaginables dans une hypothèse de nécessité de loger les habitants qui ont été délogés ou dans le cas d'un accroissement démographique dû aux réfugiés climatiques, ou encore, dans le cas de nécessité d'équipement pour la production, pour la construction de structures servant de base ou de stockage pour l'aquaculture, il faudra obligatoirement que l'édification soit déjà prête à résister à la montée du niveau de l'eau et aux niveaux induits par les précipitations et les marées « extrêmes », ceci via des maisons surélevées, sur pilotis ou encore flottantes. Une autre option est celle d'assécher quelques endroits stratégiques et de les maintenir dans leur état grâce à des stations de pompage de taille réduite, peu consommatrices d'énergie, et des digues d'une hauteur relative à leur altimétrie.



LES INFRASTRUCTURES

Il faudra se préparer à un changement radical également en ce qui concerne les infrastructures de transport. La majorité de celles-ci se trouveront facilement inondées, il faudra donc soit adapter ces infrastructures en les surélevant et/ou en changeant le type de mobilité privilégié, et également faciliter le passage de la voiture au bateau. Nous nous appuyons sur deux opportunités présentes dans ce territoire, d'un côté, pour les voitures et un train/tram, sur les rues et les rails parmi qui parmi tous, sont déjà situés en hauteur, au niveau des berges, d'un autre côté, du vaste réseau de canaux d'une assez grande profondeur que pour qu'ils deviennent navigables et qui permettront un déplacement majeur au sein du niveau territoire amphibien.

LE PATRIMOINE HYDRAULIQUE

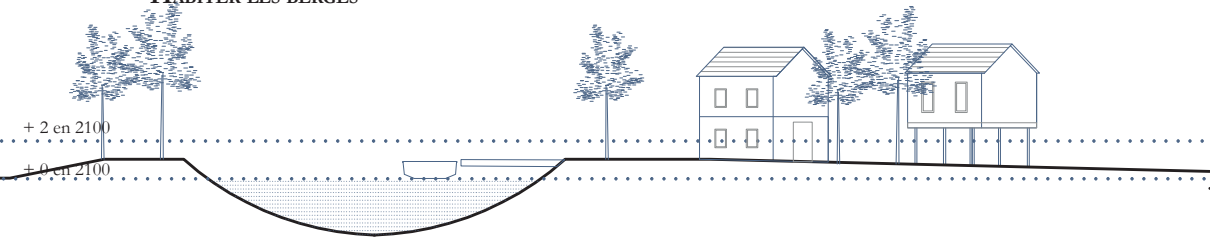
Ce lieu se définit également par la présence de ces canaux et ces stations de pompage, certaines datent du 19ème siècle et font partie d'un patrimoine qui pourrait être préservé.

3.3.3 L'adaptation du paysage

DU PAYSAGE AGRICOLE ASSÉCHÉ AUX ZONES HUMIDES ET LAGUNAIRES

Lorsque nous laisseront rentrer l'eau dans le territoire, celui-ci se transformera doucement. La transition pourra se faire de l'agriculture à l'aquaculture. Les nombreux champs agricoles qui présentent déjà une structure régulière et rythmée se transformeront, dans le cas où ceux-ci se situent à une faible profondeur, en des zones de cultures 'basses' donc parmi les possibilité, la culture d'algues ou de mollusques. Les zones plus profondes deviendront des lagunes où l'on pourra pratiquer la pisciculture, via des structures telles les cages à poissons, ou des simples filets.

HABITER LES BERGES



Profondeur de l'eau

0 et +, «inondée en cas d'évènements extrêmes»

Fig. 59 Habiter le long des berges (AUTEUR, 2023)

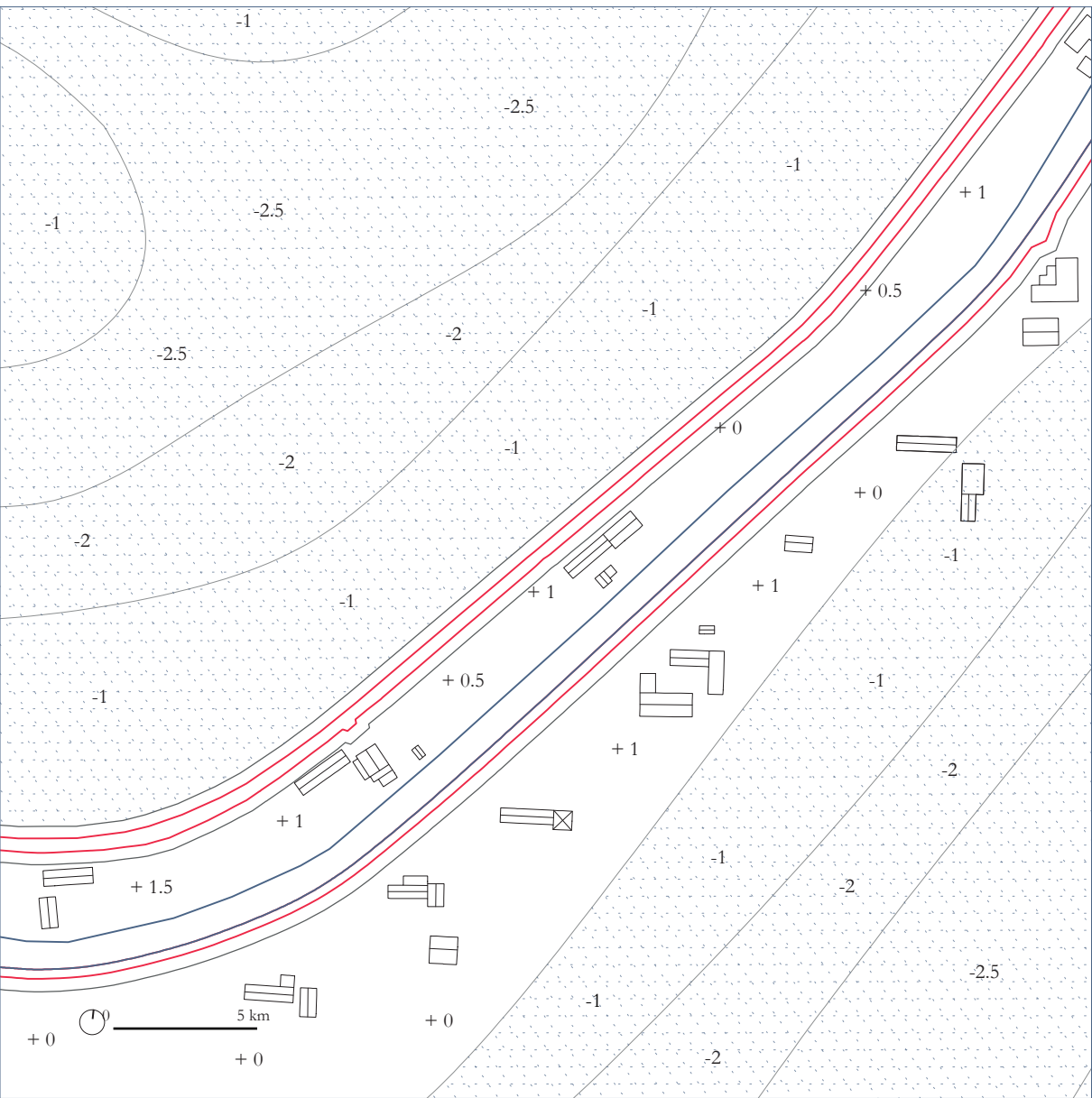




Fig. 60 Maisons le long d'une berge



Fig. 61 Cultures d'algues à Nusa Penida, Bali (THE CONVERSATION, 2020)

PRATIQUER L'AQUACULTURE

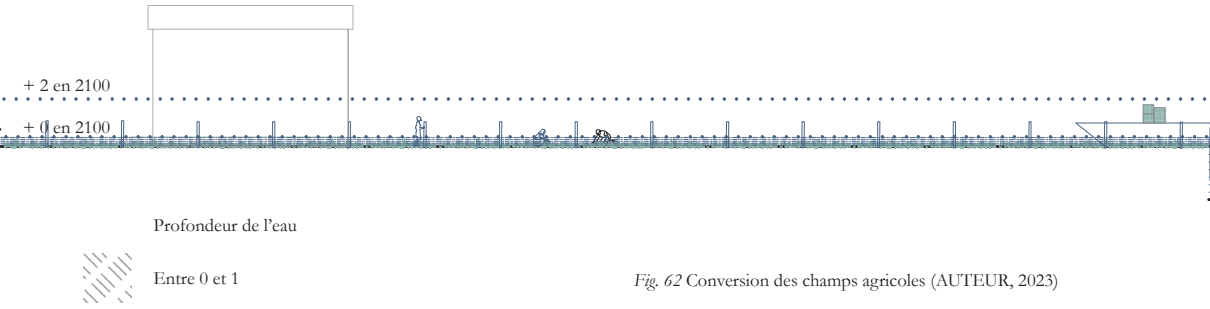
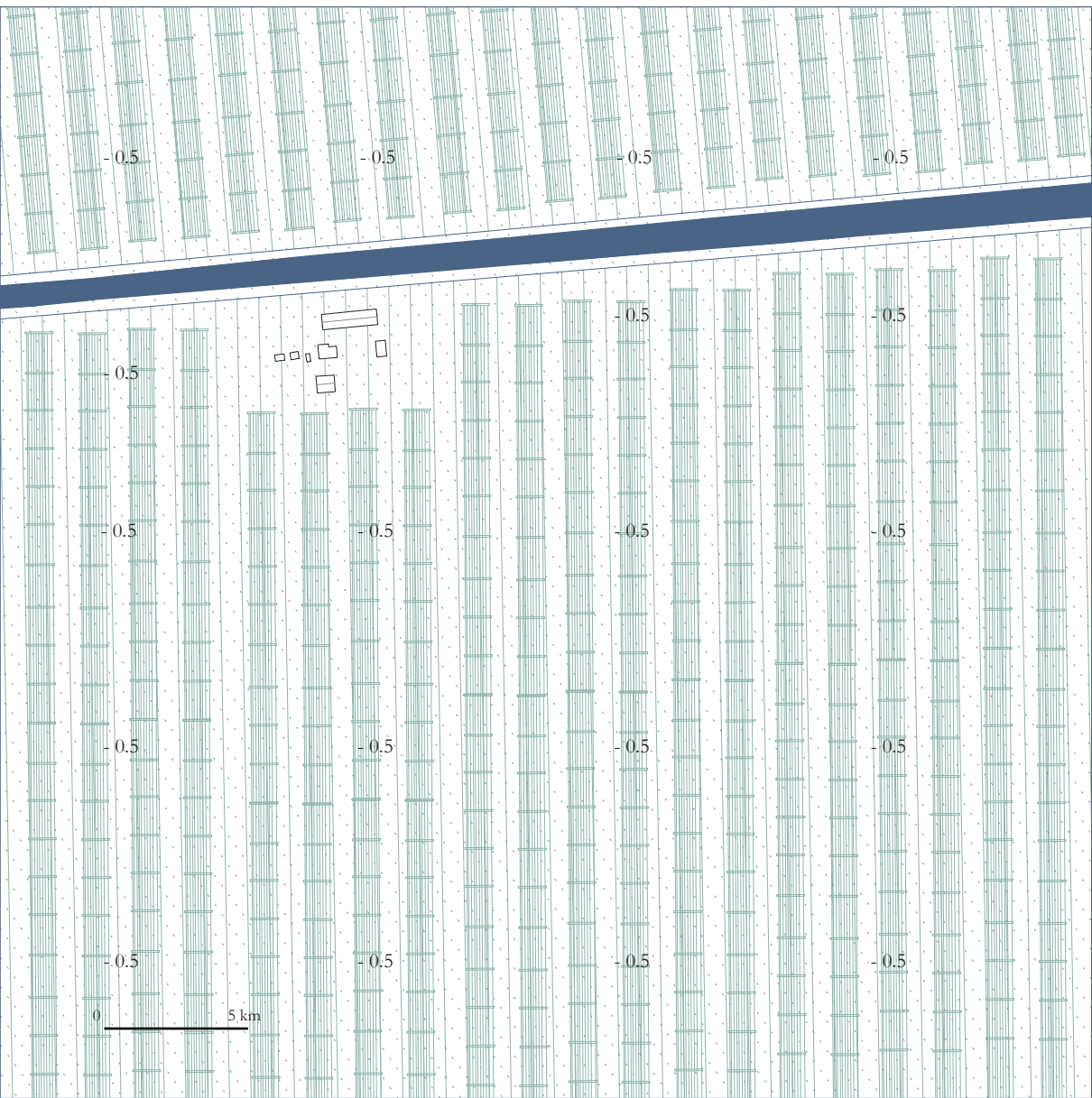
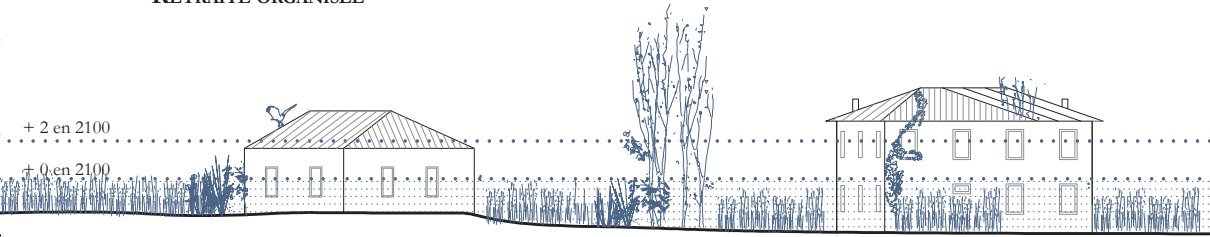


Fig. 62 Conversion des champs agricoles (AUTEUR, 2023)



RETRAITE ORGANISÉE



Profondeur de l'eau

- Variable, surtout applicable où les
- (eaux sont plus profondes
-

Fig. 63 Inondation réfléchie de certains édifices (AUTEUR, 2023)

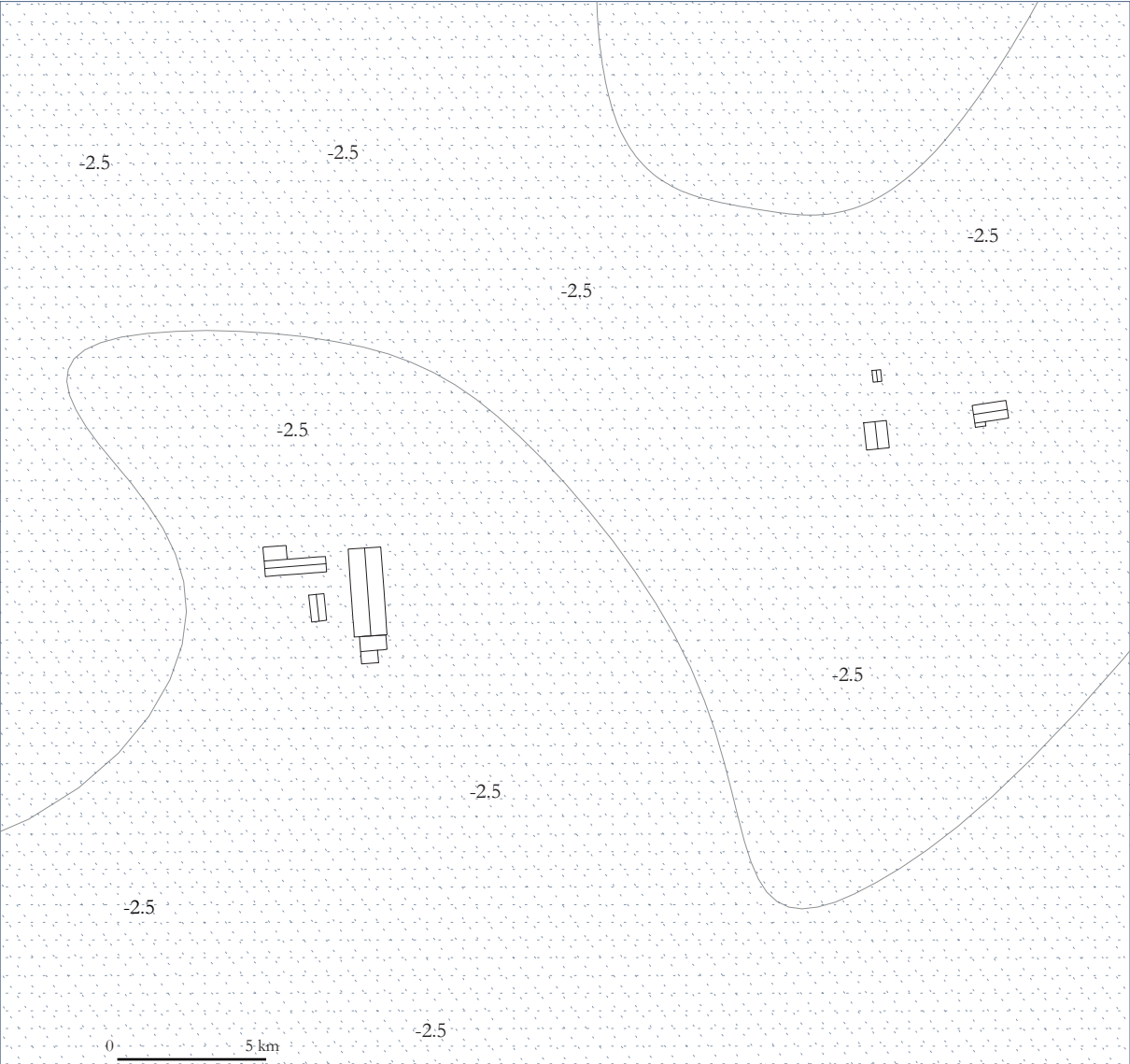
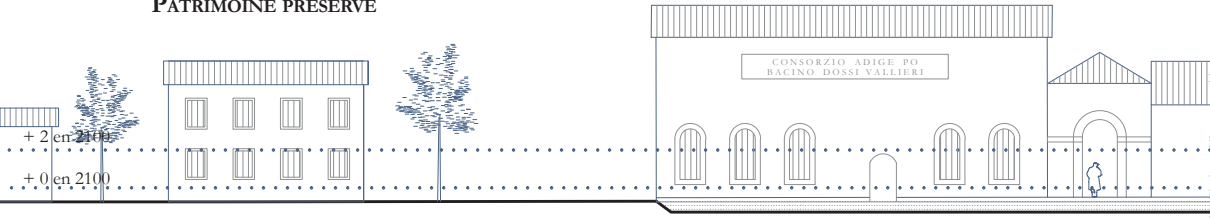




Fig. 64 Édifice inondé de l'île «della Batteria» (REGIONE VENETO 2022)

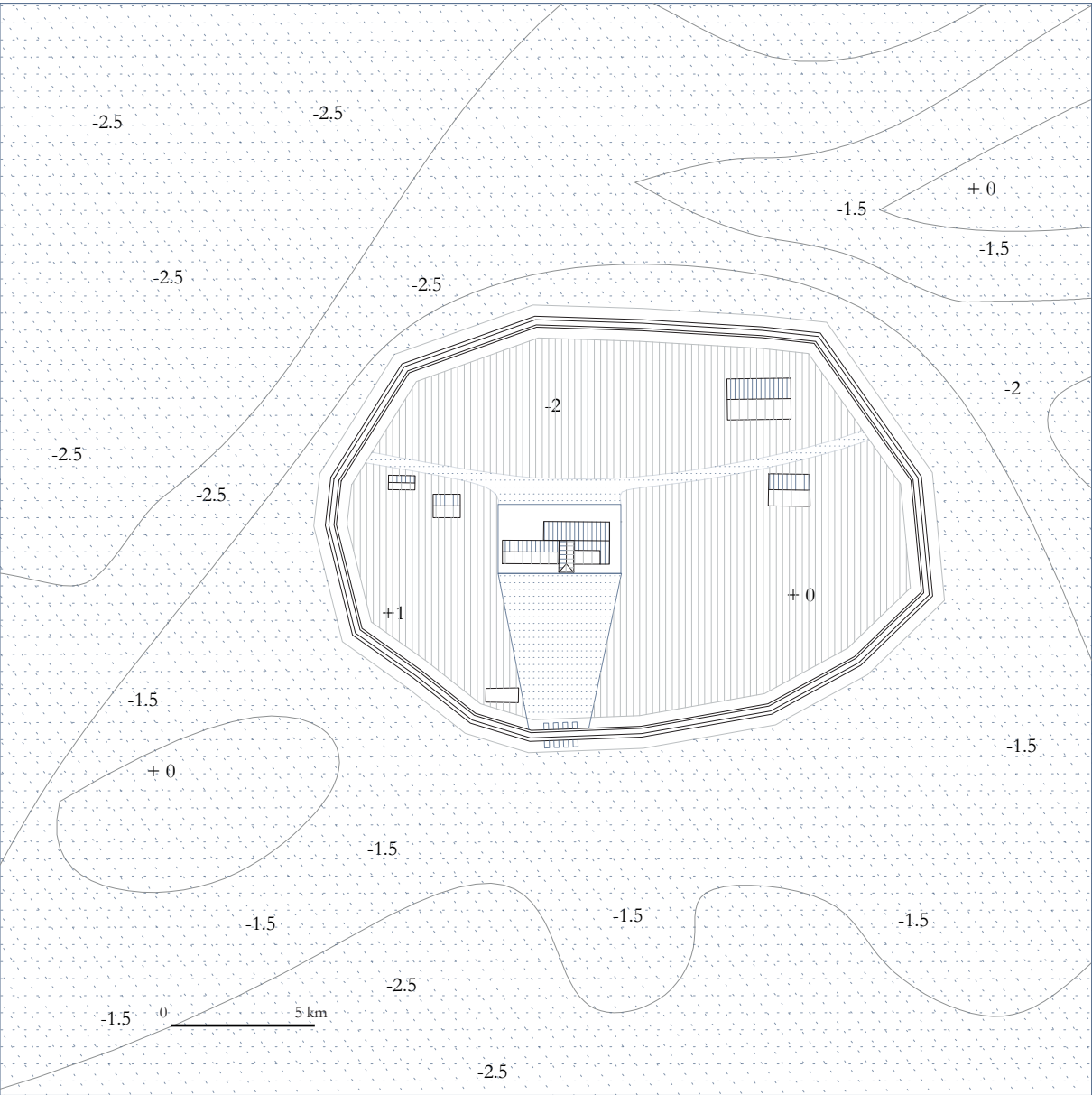
PATRIMOINE PRÉSERVÉ



Profondeur de l'eau

Variable

Fig. 65 Le musée Dossi Vallieri (AUTEUR 2023)



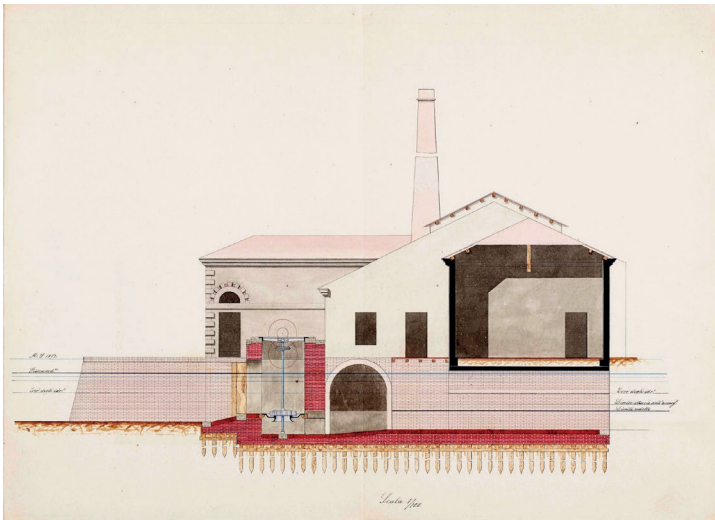
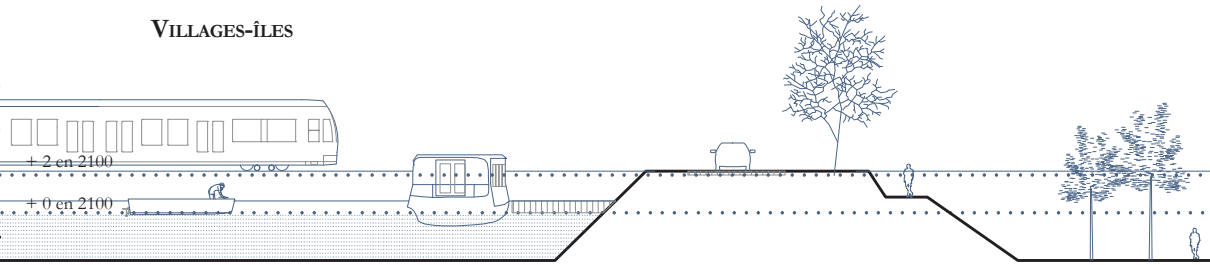


Fig. 66 La station de pompage de Dossi Vallieri (ADIGE PO 2021)

VILLAGES-ÎLES



Profondeur de l'eau



Entre 0 et 1 m



Supérieure à 1 m

Fig. 67 L'île de Loreo (AUTEUR 2023)

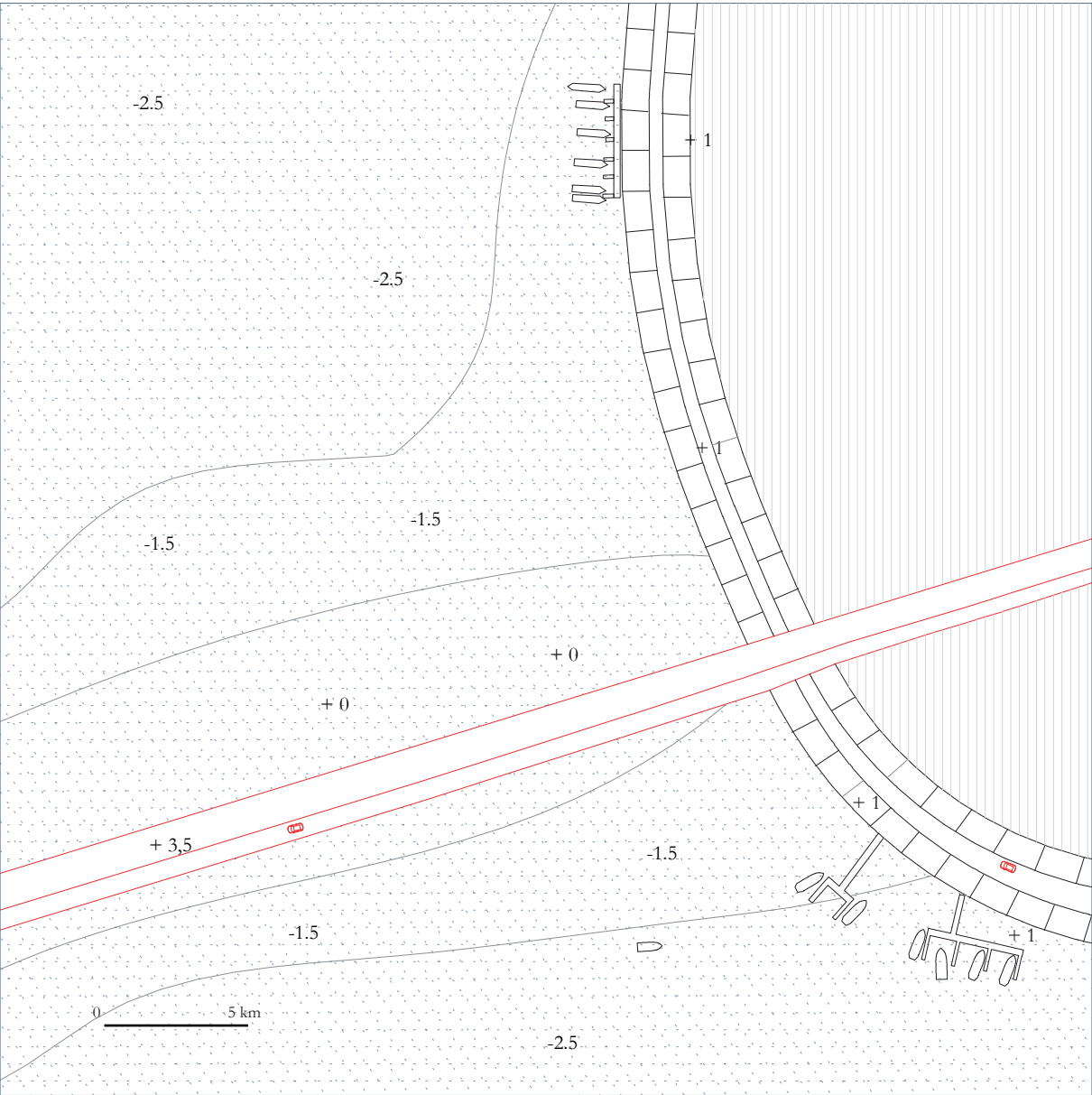
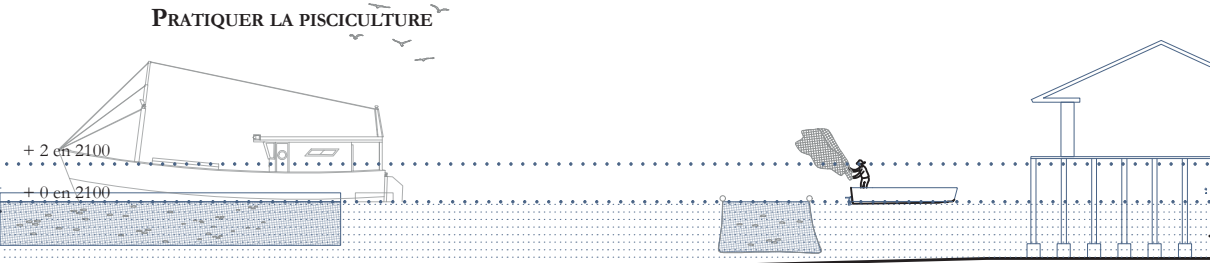




Fig. 68 L'île de Santa Maria della Grazia dans la lagune de Venise (MORODER 2017)

PRATIQUER LA PISCICULTURE



Profondeur de l'eau

- Supérieure à 1 m

Fig. 69 La pisciculture (AUTEUR 2023)

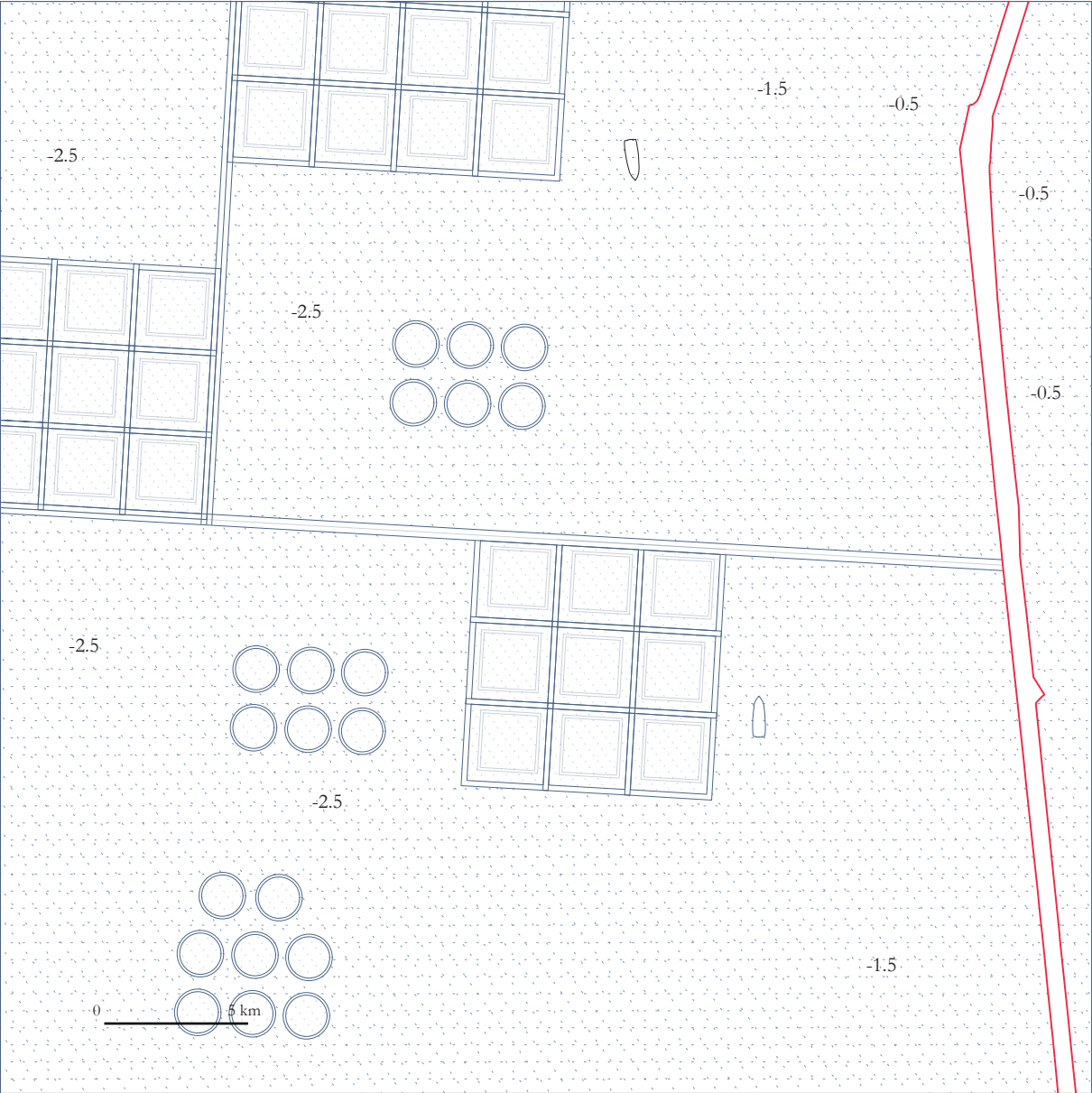




Fig. 70 «Casone da pesca» (APETOURS 2022)

4 CONCLUSION

La lecture multiscale de ce territoire d'eau nous a d'abord montré que nous avons un impact très important sur notre milieu. Cette influence peut s'avérer néfaste et mortelle lorsqu'elle met en danger le bon développement de notre propre habitat et environnement.

Cependant, elle peut aussi être rendue profitable, car rien n'arrête notre volonté lorsque nous aspirons fortement à un objectif, d'autant plus lorsque cela est un souhait collectif.

Ce cas d'étude nous montre parfaitement cela, c'est en travaillant ensemble vers un objectif commun que les hommes ont réussi, au fil des années à rendre cultivables des zones de marais, à détourner les cours d'eau et à remodeler les terres, mais aussi à réguler des écosystèmes pour qu'ils continuent d'exister. Ces objectifs sont d'autant plus atteignables avec une mobilisation collective, en effet, c'est grâce aux associations et aux consortiums encore présents que ce territoire existe tel qu'il est. Un autre aspect que nous apprend ce lieu est que les intérêts des hommes doivent aussi respecter, et ce, également pour son propre bien, les lois de la nature. C'est en étant en phase avec celle-ci que nous pouvons comprendre ses dynamiques et les enjeux de sa préservation.

Ce travail permet aussi de comprendre l'importance de l'urbanisme. En effet, une vision territoriale est nécessaire pour répondre à des problématiques comme celles du changement climatique, qui vont au delà des limites administratives d'un lieu et qui se déclinent géographiquement selon la nature du territoire.

Il est à présent primordial de considérer les différents futurs qui s'offrent à nous, et en première ligne aux personnes habitant des lieux plus fragiles. Ceci d'abord, en considérant les scénarios climatiques offerts par les scientifiques pour comprendre les conséquences d'un ou d'un autre comportement (SSP 1.6 ou 8.5).

Ensuite, croiser ces données avec le terrain nous permet de peser les pous et les contre des postures à adopter en regard de chaque réalité (village, maison, lagune, mer,...) présentes et agir en conséquence et en fonction de chaque lieu.

5 BIBLIOGRAPHIE

Chapitre 0

Centro Previsioni e Segnalazioni Maree (2021) “Le acque alte eccezionali” Comune Di Venezia [consulté le 5 avril 2023] <https://www.comune.venezia.it/it/content/le-acque-alte-eccezionali>.

Climate Data, (2023) « Differences between Representative Concentration Pathways » [consulté le 25 mai 2023] <https://climatedata.ca/resource/understanding-shared-socio-economic-pathways-ssps/#:~:text=What%20are%20the%20differences%20between,Representative%20Concentration%20Pathways%20or%20RCPs>.

European Environment Agency (EEA), (2022) « Global and European sea level rise » In indicators [consulté le 10 avril 2023] <https://www.eea.europa.eu/ims/global-and-european-sea-level-rise>

Fox-Kemper, B., H.T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S.S. Drijfhout, T.L. Edwards, N.R. Golledge, M. Hemer, R.E. Kopp, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I.S. Nurhati, L. Ruiz, J.-B. Sallée, A.B.A. Slangen, and Y. Yu, (2021) « Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ». Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1211–1362, doi:10.1017/9781009157896.011.

Icona Clima (2021) « Le temperature in Italia tra gli anni '80 e '90 [consulté le 8 mars 2023] <https://www.iconacliama.it/storia-del-clima/le-temperature-in-italia-tra-gli-anni-80-e-90/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2023) « Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ». IPCC, Geneva, Switzerland https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

ISPRA “Bolletino Clima 2022” (2022) Istituto Superiore per la Protezione e le Ricerca Ambientale. Sezione di Climatologia Operativa. Rapport scientifique [en ligne] http://www.scia.isprambiente.it/wwwrootscia/Documentazione/BOLLETTINO_CLIMA_2022.pdf

LifeGate (@lifegate). 2023. «L'Emila-Romagna travolta dall'acqua per due volte in 15 giorni» Instagram, 19 mai, 2023. <https://www.instagram.com/p/CsbYfFnqbNK/?igshid=ZWQyN2ExYTkWZQ%3D%3D>

Suman, F. (2022) “Copernicus: gli ultimi 7 sono stati gli anni più caldi mai registrati” Università di Padova [consulté le 8 mars 2023] <https://ilbolive.unipd.it/it/news/copernicus-ultimi-7-sono-stati-anni-piu-caldi-mai#:~:text=A%20livello%20globale%20invece%2C%20la,il%202019%20e%20il%202017.>

Tecnopenta. Il problema del cuneo salino (2022) [consulté le 8 mars 2023] <https://www.tecnopenta.com/index.php/it/info-contatti/news/cuneo-salino>

Zanchettin, D., Bruni, S., Raichich, F., Lionello, P., Adloff, F., Androsoy, A., Antonioli, F., Artale, V., Carminati, E., Ferrarin, C., Fofonova, V., Nicholls, R. J., Rubinetti, S., Rubino, A., Sannino, G., Spada, G., Thiéblemont, R., Tsimplis, M., Umgiesser, G., Vignudelli, S., Wöppelmann, G., and Zerbini, S. (2021) « Sea-level rise in Venice: historic and future trends » (article de synthèse), *Natural Hazards Earth System Sciences*, 21, 2643–2678, <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2643-2021>

Chapitre 1

Amministrativi Veneti (2019) “La tutela delle acque e del suolo tra diritto e calamità naturali. Il quadro delle fonti e delle competenze nel sistema regionale della difesa del suolo, delle acque e del demanio idrico*” [consulté le 25 mai 2023] <https://www.amministrativistiveneti.it/la-tutela-delle-acque-e-del-suolo-tra-diritto-e-calamita-naturali-il-quadro-delle-fonti-e-delle-competenze-nel-sistema-regionale-della-difesa-del-suolo-delle-acque-e-del-demanio-idrico/>

Amministrativi Veneti (2019) “Ruolo e competenze delle autorità di bacino” [consulté le 25 mai 2023] <https://www.amministrativistiveneti.it/ruolo-e-competenze-delle-autorita-di-bacino/>

ANBI (Associazione Nazionale Consorzi Gestione e Tutela del Territorio e Acque Irrigue) Veneto, Consorzio di Bonifica Veneto Orientale (2018) *Seven Sisters Magazine* [en ligne] https://www.anbiveneto.it/wp-content/uploads/2018/07/SAN_STINO_2017_2018_Consorzio-Veneto-Orientale.pdf

Consorzio di bonifica Adige Po (2021) [consulté le 5 février 2023] <https://www.adigepo.it/2021/01/sistema-informativo-territoriale/>

Consorzio di bonifica Adige Po “Schede riassuntive delle misure” [En ligne] <https://www.adigepo.it/wp-content/uploads/2020/11/schede-riassuntive-misure.pdf>

Consorzio di Bonifica Delta Po (2021) Cartografia S.I.T. online Il S.I.T. [consulté le 5 février 2023] <https://www.bonificadeltadelpo.it/02-header-menu/sistema-informativo-territoriale/descrizioane/>

Consorzio di Bonifica pianura di Ferrara “Quali sono i principali compiti statuari del consorzio” [consulté le 25 mai 2023] <https://www.bonificaferrara.it/il-consorzio/10-domande-e-10-risposte/200-3-quali-sono-i-principali-compiti-statutari-del-consorzio>

Consorzio di Bonifica Pianura Ferrara (2019) “Inquadramento geografico e morfologico” (Cadre géographique et morphologique) Sistema informativo territoriale [consulté le 10 mars 2023] <https://www.bonificaferrara.it/servizi/sistema-informativo-territoriale/183-inquadramento-geografico-e-morfologico>

Mirabelli, S. (2021) “Quali sono i compiti del consorzio di bonifica?” La legge per tutti [En ligne] [consulté le 25 mai 2023] https://www.laleggepertutti.it/494609_quali-sono-i-compiti-del-consorzio-di-bonifica

Regione Emilia-Romagna (2019) “Storia delle autorità di bacino” Ambiente. [consulté le 25 mai 2023] <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/chi-siamo/autorita-di-bacino/storia-delle-autorita-di-bacino#:~:text=Alle%20Autorit%C3%A0%20di%20bacino%20competono,strumento%20del%20Piano%20di%20bacino.>

Regione Veneto (2023) “Protezione civile” [consulté le 25 mai 2023] <https://www.regione.veneto.it/web/protezione-civile>

Rosato, P., Stellin, G. (2003) “Water Resource Management (Wrm) In The Veneto Region: A Historical Perspective,” Working Papers 14468, University of Minnesota, Center for International Food and Agricultural Policy. [en ligne] https://www.researchgate.net/publication/23519093_Water_Resource_Management_Wrm_In_The_Veneto_Region_A_Historical_Perspective

Rutledge, K. McDaniel, M. Santani, T. Hall, H. Ramroop, T. Sprout, E. Hunt J. Boudreau, D. Costa, H. (2023) « Coastal plain » [consulté le 25 mai 2023] <https://education.nationalgeographic.org/resource/coastal-plain/>

Treccani (2023) depuis Lorenzi, A. Ghigi, A. Coen Cagli, E. (1933) « Laguna » Enciclopedia Italiana [encyclopédie en ligne] [consulté le 10 mars 2023] https://www.treccani.it/enciclopedia/laguna_%28Enciclopedia-Italiana%29/

Chapitre 2

Coldiretti (2020) “L’agricoltura italiana in numeri” Report final au sein du projet AGRI 2019/0186 avec fonds de la commission européenne [En ligne] https://www.terrainnova.it/wp-content/uploads/sites/3/2020/05/REPORT-FINALE_LAgricultura-italiana-in-numeri-1.pdf

JBB (2022) « Ville diffuse (Città diffusa) » Géoconfluences Glossaire [En ligne] [consulté le 28 mai 2023] <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/ville-diffuse-citta-diffusa#:~:text=Les%20g%C3%A9ographes%20italiens%20ont%20th%C3%A9oris%C3%A9,fran%C3%A7aise%20est%20%C2%AB%20ville%20diffuse%20%C2%BB>

Tuttitalia (2023) “Comuni italiani” da dati ISTAT [mis à jour le 01/01/2023 selon les données nationales ISTAT] <https://www.tuttitalia.it/veneto/provincia-di-venezia/91-comuni/popolazione/>

Chapitre 3

L. Fabian, L. Centis (2022) “The Lake of Venice, A scenario for Venice and its lagoon”. [En ligne] https://issuu.com/antefermaedizioni/docs/lov_fbc_web_estratto

Media environment, architetture di acqua e di bonifica, l’idrovora Cavanella Po (2017), consulté le 22 mai 2022, <https://medienvironment.wordpress.com/case-history/impianto-idrovoro-cavanella-po/>

Baluyut, E. (1989) Aquaculture systems and practices: a selected review, United nations development programme, FAO, Food and agriculture organization of the united nations [En ligne] <https://www.fao.org/3/t8598e/t8598e05.htm#4.%20aquaculture%20methods%20and%20practices:%20a%20selected%20review>

Federal Emergency Management Agency FEMA “Elevating your house” Homeowner’s Guide to Retrofitting [En ligne] https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_elevating-your-house-chapter-5.pdf

Bases de données

Catalogue de données territoriales, « Geoportale Regione Emilia Romagna » [En ligne], <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/>

Catalogue des données territoriales « Consorzio di Bonifica Adige Po » [En ligne], <https://www.adigepo.it/2021/01/sistema-informativo-territoriale/>

Catalogue des données territoriales « Environmental and territorial data catalogue, Regione Friuli Venezia Giulia » [En ligne], <http://irdat.regione.fvg.it/consultatore-dati-ambientali-territoriali/search>

Catalogue des données territoriales « Geoportale Regione Veneto » [En ligne], <https://idt2.regione.veneto.it/>

Digital Elevation Model, Tarquini S., I. Isola, M. Favalli, A. Battistini, G. Dotta (2023). TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 meters cell size (Version 1.1). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/tinitaly/>

European Marine Observation and Data NetworkEMODnet <https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry>

Eurostat. (2020). « Countries » [En ligne] consulté le 18 janvier 2022 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/countries>

Liste des illustrations

Toutes les illustrations non référencées sont des photos prises par l'auteur

Figure 1. « Tendances relatives du niveau de la mer » (AUTEUR, 2023) European Environment Agency (EEA), (2022) « Global and European sea level rise » In indicators [consulté le 10 avril 2023] <https://www.eea.europa.eu/ims/global-and-european-sea-level-rise>

Fig.2 et 3 «Changement observé et projeté du niveau global de la mer» (AUTEUR, 2023) Dessins d'après EEA, 2022 et IPCC, 2021.

Fig.4 «Superposition des zones se situant à moins de 3 mètres au-dessus du niveau de la mer aux délimitations géographiques italiennes» (AUTEUR, 2023)

Fig. 5 «12 novembre 2019 : Niveau de marée enregistré à Venise» (AUTEUR, 2023)

Fig.6 «Acqua Alta» (DE MAYDA 2019) disponible sur <https://phmuseum.com/matteodemayda/story/acqua-alta-9b8c8ea6a0> [consulté le 26 novembre 2022]

Fig.7 «L'Emilia Romagna sous l'eau» (LifeGate, 2023) disponible sur <https://www.instagram.com/p/CsbYfFnqbNK/?igshid=ZWQyN2ExYTkwZQ%3D%3D>

Fig.8 «Les effets du changement sur le territoire du nord Adriatique» (AUTEUR, 2023)

Fig. 9 «Géographie du changement» Données élaborées par l'auteur. D'après Tarquini et al. 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig.10 «La somme des effets du changement sur le territoire du nord Adriatique» (AUTEUR, 2023)

Fig. 11 «Hydrographie» Données élaborées par l'auteur. D'après Geoportails Veneto, Emilia, Friuli (AUTEUR, 2023)

Fig. 12 «Bathymétrie» Données élaborées par l'auteur. D'après EMODnet, 2022 et Tarquini et al. 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 13 «Topographie de la plaine côtière» Données élaborées par l'auteur. D'après EMODnet, 2022, Tarquini et al. 2023, Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 13 Vue sur le delta du Pô depuis Porto Viro

Fig. 15 Berges de l'Adige entre Codevigo et Sant'Angelo

Fig. 16 «Superposition de la zone de risque avec la carte de l'antiquité 'Regio X Venetia et Histria, 1er siècle A.C.N.'» Données élaborées par l'auteur d'après SHEPERD, 1911 Historical Atlas by William R. Shepherd, 1911. University of Texas Libraries, Austin. et TARQUINI et al. 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 17 «Traces encore évidentes de la centuriation» BASSO 2007

Fig. 18 «Terres sous le niveau 0 actuel» Données élaborées par l'auteur d'après TARQUINI et al. 2023 (AUTEUR, 2023)

Figure 18. (CBPF 2023) Les premiers assèchements du consortium de Ferrara. Consorzio di bonifica pianura di Ferrara <https://www.bonificaferrara.it/il-consorzio/cenni-storici> [consulté le 27 avril 2023]

Fig. 20 «Carte de l'histoire de l'assèchement» Données élaborées par l'auteur d'après T. C. I. 1990 (AUTEUR, 2023)

Fig. 21 «Gestion de l'assèchement et de l'irrigation» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux (AUTEUR, 2023)

Fig. 22 «Schéma d'une station de pompage» D'après ANBI Veneto (AUTEUR, 2023)

Fig.23 «Idrovora Santa Margherita» (WATER MUSEUM OF VENICE 2023)

Fig.24 «L'assèchement» (AUTEUR, 2023)

Fig. 25 «Les bassins hydrauliques» (AUTEUR, 2023)

Fig.26 Station de pompage, province de Padoue

Fig.27 Tuyaux de déversement dans un canal, province de Padoue

Fig.28 «Élévations et paysages de l'assèchement» D'après GOOGLE EARTH 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig.29 «Station de pompage Santa Giustina» (RAVENNA TODAY 2018)

Fig.30 Canal en proximité de Padoue

Fig. 31 «Tissu urbanisé» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux (AUTEUR, 2023)

Fig. 32 «Infrastructures routières et ferroviaires» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux (AUTEUR, 2023)

Fig 33 et 34 «Le paysage urbanisé» (AUTEUR, 2023)

Fig.35 Maisons individuelles près de Codevigo

Fig.36 Vue sur le village de Porto Viro depuis la route longeant le delta du Pô

Fig. 37 «Paysage agricole» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 38 «Zones humides» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 39 «Zones humides, paysages agricoles et cours d'eau» Données élaborées par l'auteur, d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 40 «Les types d'environnements naturels» (AUTEUR, 2023)

Fig. 41 Paysage agricole à proximité de Adria

Fig. 42 «Scano Boà» (WATER MUSEUMS OF VENICE 2022)

Fig. 43 Paysage agricole à proximité de Porto Viro

Fig. 44 Lagune du Delta du Po (WATER MUSEUMS OF VENICE 2022)

Fig. 45 «Carte du territoire des paludes du Pô de 1570» (NERI 2007)

Fig. 46 «Polesine de Rovigo, carte de 1635» (THE ANTIQUARIUM 2020) .

Fig. 47 «Le moyen et bas Polesine en 1885, le cours principal des fleuves est celui actuel.» (ADIGE PO 2016)

Fig. 48 «Les agglomérations les plus peuplées à risque» Données élaborées par l'auteur d'après TARQUINI et al. 2023, ISTAT 2023

Fig. 49 «Classement des agglomérations les plus peuplées à risque» Données élaborées par l'auteur d'après TARQUINI et al. 2023 et ISTAT 2023

Fig 50 «Croisement du territoire avec les données de montée des eaux» (AUTEUR, 2023)

Fig 51 «La station de pompage Cavanella Po» (MEDIENVIRONNEMENT 2023)

Fig. 52 «Scénario Resist» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 53 «L'île de la Batteria (REGIONE VENETO 2023)

Fig. 54 «Scénario Retreat» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 55 «Scénario : un compromis» Données élaborées par l'auteur d'après Géoportails régionaux 2023 (AUTEUR, 2023)

Fig. 56 Les îles et le Pô (AUTEUR, 2023)

Fig 57 «Croisement du territoire avec les données de montée des eaux» (AUTEUR, 2023)

Fig. 58 «L'archipel» cadrage des zooms (AUTEUR, 2023)

Fig. 59 Habiter le long des berges (AUTEUR, 2023)

Fig. 60 Maisons le long d'une berge

Fig. 61 Cultures d'algues à Nusa Penuda, Bali (THE CONVERSATION, 2020)

Fig. 62 Conversion des champs agricoles (AUTEUR 2023)

Fig. 63 Inondation réfléchie de certains édifices (AUTEUR 2023)

Fig. 64 édifice inondé de l'île «della Bateria» (REGIONE VENETO 2022)

Fig. 65 Le musée Dossi Vallieri (AUTEUR 2023)

Fig. 66 La station de pompage de Dossi Vallieri (ADIGE PO 2021)

Fig. 67 L'île de Loreo (AUTEUR 2023)

Fig. 68 L'île de Santa Maria della Grazia dans la lagune de Venise (MORODER 2017)

Fig. 69 La pisciculture (AUTEUR 2023)

Fig. 70 «Casone da pesca» (APETOURS 2022)

