



Cahier thématique sur le traitement du risque inondation

ANTICIPER LE RISQUE INONDATION ET VIVRE AVEC



Vue aérienne de Bordeaux ©Atelier Caumes

bordeaux
EURatlantique
Un nouveau patrimoine commun

SOMMAIRE

- 3 ----- Introduction
- 4 ----- Le risque inondation
- 6 ----- Inondations de la Garonne : les retours d'expérience
- 7 ----- Une approche nationale et locale
- 8 ----- Aménager les territoires
- 11 ----- Les acteurs de la gestion du risque
- 12 ----- Chiffres-clés

INTRODUCTION

Au sud de Bordeaux, d'une rive à l'autre de la Garonne, l'Établissement Public d'Aménagement (EPA) Bordeaux Euratlantique aménage plus de 730 hectares hérités des activités industrielles et ferroviaires du 20^e siècle. L'Opération d'Intérêt National (OIN) Bordeaux Euratlantique puise dans l'histoire de Bordeaux et du fleuve pour faire de 21 quartiers les démonstrateurs de la ville bas carbone.

L'EPA coordonne les acteurs de la Ville et les opérateurs immobiliers, pilote la transformation des espaces publics et définit la programmation immobilière.

Une partie de son territoire d'innovation est située dans le lit majeur¹ de la Garonne. En cas d'événements météorologiques exceptionnels, les activités humaines et les constructions existantes peuvent être exposées aux crues. Dans la deuxième moitié du 20^e siècle, le risque inondation a pu être négligé. Il est aujourd'hui au centre de la mutation urbaine. Tout en renouant avec le fleuve, sa biodiversité et le cycle naturel de l'eau, les aménagements visent à assurer une protection maximale des habitants et des biens. Pour cela, l'EPA met en place un ensemble de mesures spécifiques, cohérentes avec la réglementation en vigueur.

Ce cahier éclaire la question du risque inondation dans le périmètre de l'OIN et au-delà. Aléas, retours d'expérience, modélisation du risque, aménagements et prévention... Tour d'horizon de la prise en compte du risque d'inondation sur l'OIN.



Carte de topographie de la rive droite

¹ Le lit majeur d'un cours d'eau correspond à la zone d'expansion maximale des crues. En dehors de ce périmètre, il n'y a pas de risque d'inondation.

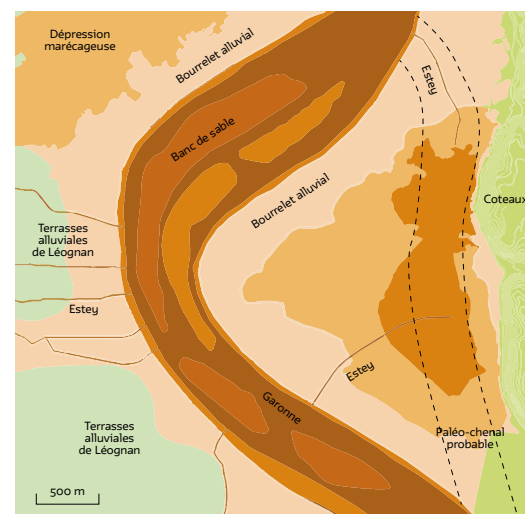
LE RISQUE inondation

UN PHÉNOMÈNE NATUREL aggravé par l'activité humaine

Une inondation est la submersion plus ou moins rapide d'une zone habituellement hors d'eau. Le **risque** inondation est le résultat de deux phénomènes :

- la survenue d'un **aléa** tel que débordement de cours d'eau, submersion marine, ruissellement ou remontée de nappe phréatique,
- la présence d'habitations, équipements ou activités économiques dans la zone inondable, qui constituent des **enjeux**.

Pour se défendre d'un risque d'inondation on peut réduire l'aléa ou les enjeux, voire les deux.



Carte de déplacement du fleuve (paléochenal) - source : TVK

ICI OU AILLEURS... les risques ne sont jamais les mêmes

Tsunami, précipitations, ruptures d'ouvrages... les causes d'une inondation sont très différentes. Les conséquences sont déterminées en grande partie par la géographie et le relief. Les risques ne sont donc jamais les mêmes, y compris dans un même pays ou une même région. La position de Bordeaux au début d'un estuaire est une particularité en soi : la ville est en effet placée sous l'influence conjointe de la mer et d'un fleuve.

De la mer à la terre...

L'amplitude des inondations dépend de l'intensité de la **marée**, dont le coefficient est compris entre 20 et 120. Le nombre 20 indique une très faible marée (morte-eau) et 120 indique une marée exceptionnelle (vive-eau).

Bordeaux, Bègles et Floirac étant soumises aux interactions de l'océan Atlantique et de la Garonne, le comportement du fleuve ne suffit pas à caractériser le risque inondation. En cas de **tempête maritime**, la houle, le vent et la baisse de la pression atmosphérique à la surface de l'océan contribuent la surélévation du niveau marin. Les marées s'étendent alors à l'estuaire et à la Garonne, qui peut déborder. Les causes des inondations sont donc le plus souvent marines et météorologiques (régime fluvio-maritime).

Une partie du lit majeur de la Garonne, habituellement hors d'eau, est parsemée de cuvettes - ou « casiers hydrauliques » - délimités par les talus des routes et des voies ferrées. L'aléa inondation n'ayant jamais disparu, elles peuvent se remplir à l'occasion d'événements extrêmes. Les constructions et activités qui s'y sont installées au fil des ans sont exposées au risque inondation.



Vue aérienne de Bordeaux ©Atelier Caumes

Bien évaluer le danger

La seule présence d'un individu en zone inondable suffit à le rendre vulnérable. On peut parler de mise en danger lorsque les délais d'alerte et d'évacuation sont trop courts, voire inexistantes, et lorsque la crue intervient brusquement.

- En ville, où l'eau circule rapidement, les personnes peuvent être emportées. Sous l'effet du remplissage, les habitations sont tout aussi dangereuses.
- À partir de 30 cm d'eau, il devient dangereux pour les voitures de circuler.
- À partir de 1 m d'eau, il est impossible pour un adulte de se déplacer debout. La force du courant peut aggraver très rapidement la situation.

Les dégâts matériels

En France, le montant des destructions liées aux inondations s'élève à plus de 500 millions d'euros par an. Ce chiffre peut atteindre plusieurs milliards par an. Ce chiffre peut atteindre plusieurs milliards par an. Ce chiffre peut atteindre plusieurs milliards par an. Les maisons, les réseaux électriques, les équipements publics, les voitures, mais aussi les routes, les récoltes ou les arbres sont particulièrement vulnérables.

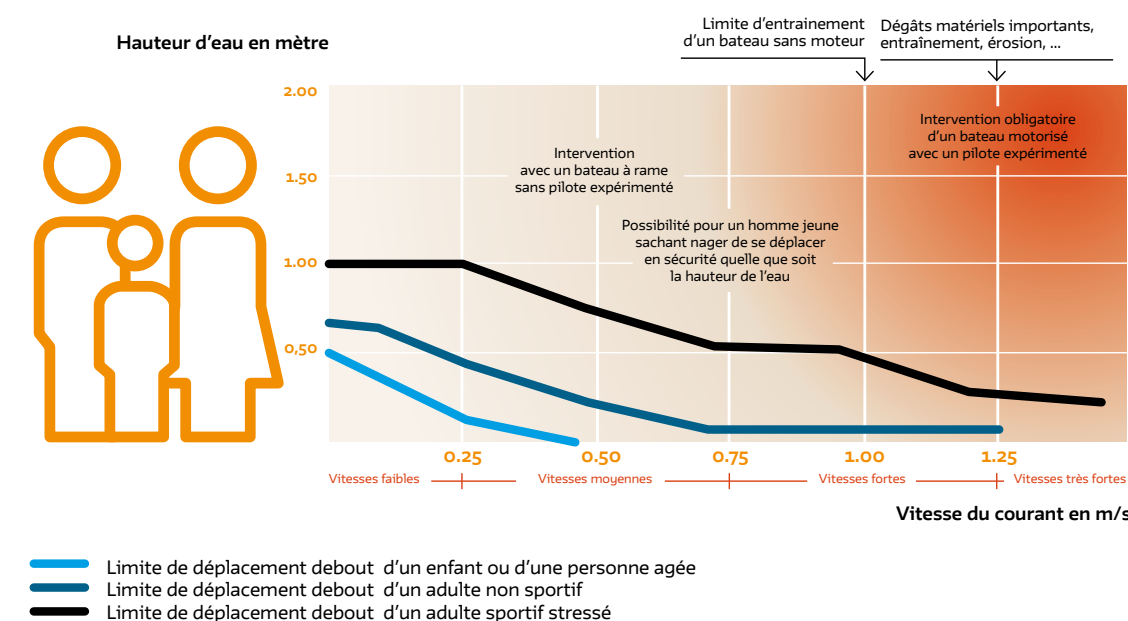


Schéma des limites de déplacement pendant une inondation



Schéma d'un risque inondation



Inondation de la Garonne - Mars 2014 ©EPA

INONDATIONS DE LA GARONNE : les retours d'expérience

En temps normal, la Garonne ne dépasse pas 4,2 m NGF. Son débit moyen est de 650 m³ par seconde. Les marées atteignent rarement des coefficients supérieurs à 100, ce qui correspond à une marée de vive-eau d'équinoxe.

Les événements destructeurs survenus depuis une vingtaine d'années ont renforcé la mise en place d'une politique de protection du territoire. Trois paramètres entrent en considération :

- la hauteur d'eau de la Garonne,
- la marée,
- la vitesse des vents.

► TEMPÊTE MARTIN (1999) : l'événement de référence

La tempête Martin demeure la référence pour toutes les études de risque du territoire bordelais. Les 27 et 28 décembre 1999, les vents ont atteint 144 km/h à Bordeaux et plus de 198 km/h sur l'île d'Oléron, causant d'importants dégâts. En Gironde, deux personnes ont perdu la vie. Environ 250 000 foyers ont été privés d'électricité et la centrale nucléaire du Blayais a dû être arrêtée. Les forêts ont été détruites à hauteur de 28 millions de m³, plus que la production sylvicole annuelle. À l'échelle nationale, les destructions se sont élevées à plus de 8 milliards d'euros.

L'élévation des eaux du littoral s'est répercutée jusqu'à Bordeaux. Malgré un débit et un coefficient de marée peu élevés, la Garonne a atteint un niveau d'eau record de 5,24 m NGF au pont de Pierre. Les quartiers du bas Floirac sont situés 2,5 m en dessous de cette cote. Ils ont été heureusement protégés par la digue, qui a pleinement joué son rôle. Cette inondation est plus que centennale, ce qui signifie que, chaque année, il n'y a qu'une chance sur 100 qu'elle se produise.

NGF : toute une histoire

Le Nivellement général de la France (NGF) est un réseau de plus de 450 000 repères altimétriques répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Le niveau zéro définit les altitudes de ces repères par rapport au niveau moyen de la mer. Il est déterminé par le marégraphe de Marseille, installé en 1883.

► XYNTHIA (2010) : une nouvelle approche du risque

Le 28 février 2010, la combinaison de très fortes rafales de vent et d'une marée élevée (coefficient 113) augmenta le niveau de la Garonne à 5,10 m NGF. Dans l'estuaire, en amont de Bordeaux, des digues se sont rompues. Rive droite, à la hauteur de La Bastide notamment, les quais ont été inondés. La tempête s'est révélée particulièrement meurtrière en Vendée et Charente-Maritime. En Gironde, les dégâts matériels furent évalués à plus d'1,5 milliard d'euros, dont 700 millions liés aux inondations.

À l'heure du bilan, le besoin d'une amélioration de la gestion des digues s'est imposé. Des digues mal dimensionnées ou en mauvais état exposent un territoire au risque inondation. Plus encore, elles peuvent donner l'illusion d'une sécurité absolue. Leur rupture peut jouer un rôle d'accélérateur de submersion. Les secteurs concernés doivent donc faire l'objet d'une attention particulière dans le cadre d'un projet d'aménagement urbain.

Pour toutes ces raisons, la stratégie de prévention du risque s'est renforcée. La mémoire des événements passés ne suffisant pas à évaluer totalement les risques futurs, le **dérèglement climatique** entre aussi dans l'équation : la législation se fonde à la fois sur les enseignements des épisodes les plus intenses et l'anticipation de l'élévation du niveau des mers.

UNE APPROCHE nationale et locale

Les moyens de surveillance, de prévention et de protection sont développés par l'État et les collectivités. L'objectif est double :

- **protéger** le territoire et les enjeux (les personnes et les biens),
- **suivre** au plus près l'évolution de l'aléa.

► UNE STRATÉGIE renforcée...

À l'échelle nationale :

La Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation (SNGRI) définit les grands objectifs de réduction des conséquences des inondations. Elle porte à la fois sur la sécurité des personnes, la diminution des dommages et les modalités de retour à la normale.

Dans les régions :

Dans le prolongement de la SNGRI, le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) permet à la collectivité d'organiser l'alerte, la protection et le soutien des populations (secours, sécurisation, accueil, hébergement...). Le PCS est élaboré sous la responsabilité du maire et approuvé par arrêté municipal. Il est piloté depuis la préfecture par une cellule de crise.

► ...UNE VIGILANCE accrue

Des plans de protection au plus près du terrain

Conformément à la loi du 7 août 2015 sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe), la métropole bordelaise a pris la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) dès le 1^{er} janvier 2016. Cette initiative lui permet d'assurer le bon entretien des cours d'eau ainsi que la surveillance, l'entretien et la réhabilitation des digues. Ce suivi du risque à l'échelle de la métropole permet de définir des mesures répondant précisément au PCS.

Un suivi en temps réel

- Le portail Vigicrues informe sur les dangers susceptibles de survenir dans un délai de 24h en métropole et en Outre-mer. La page d'accueil propose un accès direct aux bassins hydrographiques. De jaune à rouge, trois niveaux de vigilance sont repérables sur la carte.
- Complémentaire de Vigicrues, Météo France relaye l'activité météorologique et informe sur l'ensemble des phénomènes météorologiques, comme les tempêtes océaniques, qui pourraient interférer avec une inondation.
- En cas de nécessité, les autorités civiles peuvent diffuser un message d'alerte. Elles utilisent pour cela le Système d'Alerte et d'Informations aux Populations (SAIP), dédié aux événements imminents ou en cours. À l'échelon local, cette compétence est détenue par le maire et le préfet de département.

Quartier Paludate - Corto Maltese ©Atelier Caumes



AMÉNAGER les territoires

► LES MESURES de protection

En matière de maîtrise des crues, les digues sont une technique éprouvée. Ces ouvrages élevés dans le lit majeur des cours d'eau ou sur le littoral sont formés de remblais en terre, d'enrochements ou de structures de béton.

La tempête Xynthia a montré les faiblesses du territoire français et de la Gironde en particulier : les études ont révélé la dégradation de certains ouvrages. Si l'absence totale de brèches ne peut être garantie, un entretien régulier réduit fortement le risque de ruptures. Au titre de la compétence GEMAPI, Bordeaux Métropole répertorie les digues, évalue leur état et réalise les travaux de confortement. C'est dans ce cadre que la digue bordant la rive droite a été confortée. Les travaux se sont achevés en 2019.

► ÉTUDES, modélisations et planifications

Les espaces situés à l'arrière des digues sont classés selon leur degré de vulnérabilité. Les communes utilisent pour cela le Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI). Approuvés par le préfet, les PPRI sont élaborés par les collectivités territoriales et les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI). Ce travail a été conduit par Bordeaux Métropole.

Les prescriptions réglementaires des PPRI visent à maîtriser le développement urbain en zone inondable. Dans le secteur de la Souys, par exemple, la plaine est réservée à la création de parcs et jardins.

La modélisation

Les modélisations consistent à évaluer le degré d'exposition d'un site. Elles prennent en compte :

- La **topographie** et la nature du site étudié, dans son état initial et dans son état projeté (nouveaux bâtiments, nouvelles voiries, parcs, places, etc.) ;
- L'**événement de référence**, qui correspond à la plus forte crue historique connue. Dans le cas de Bordeaux et de ses environs, les enseignements de la tempête Martin (1999) sont renforcés par ceux de la tempête Xynthia, moins dévastatrice mais aux effets différents ;
- Les **ouvrages de protection** et leur état. Les digues peuvent être pérennes, présenter des brèches ou s'effacer totalement sous l'effet de la crue.



Carte des digues des deux rives de la Garonne

Pour définir les cotes de construction des nouveaux bâtiments en anticipant le changement climatique, la modélisation simule un événement extrême « rehaussé » : on retient le niveau de l'océan lors de la tempête Martin, auquel on ajoute 60 cm. Ce scénario est appelé « 1999+60cm ». Il permet d'envisager les effets du réchauffement climatique à horizon 2100.

Pour les constructions existantes, la modélisation prend également en compte le changement climatique et la montée du niveau des océans. La constructibilité est déterminée en relevant de 20 cm le niveau de l'océan au Verdon. Par ailleurs, même si la digue est pérenne, la modélisation intègre l'hypothèse de son effacement ou de sa rupture.

► DES RÈGLES strictes

À l'issue des modélisations, des mesures globales et/ou spécifiques alimentent les opérations d'aménagement. À l'échelle d'une ZAC, l'objectif est de parvenir à un impact nul voire positif sur le tissu urbain existant ainsi qu'une sécurité optimale pour les constructions nouvelles.

- Une bande de précaution limite les risques en cas de rupture d'une digue.
- Végétalisés et perméables, les espaces publics assurent un rôle important dans la gestion des eaux. Avant ou après l'inondation, des noues et fossés jouent un rôle de canalisation.
- La topographie est mise au service des projets urbains : les zones construites se situent au-dessus du niveau des espaces publics.
- Des cotes de mise en sécurité sont affectées à chaque parcelle.
- Le positionnement et la structure des bâtiments sont étudiés pour ne pas faire obstacle à l'écoulement des eaux.



Quartier Deschamps - Belvédère ©Atelier Caumes

► CAS PRATIQUE : la ZAC Garonne Eiffel

Une vision d'ensemble

L'EPA Bordeaux Euratlantique a conçu l'aménagement du secteur Garonne Eiffel à partir des prescriptions du PPRI. La ligne suivie est issue de la Loi sur l'eau (1992). Elle consiste à ne pas augmenter le risque pour les constructions existantes, qu'elles soient situées dans le périmètre du projet ou à proximité. Les travaux de terrassement pouvant potentiellement modifier les écoulements au sein d'un quartier, ils sont l'objet de toutes les attentions.

Dans le cadre de l'aménagement de la ZAC, la vulnérabilité des constructions existantes, à l'intérieur ou à l'extérieur de la ZAC, a été étudiée. Les modélisations démontrent que les niveaux d'eau subis par ces tiers lors d'une inondation semblable à celle de 1999 - auxquels on a ajouté 20 cm - seraient inférieurs ou égaux à ceux d'un scénario sans projet urbain, et ce au centimètre près.

Ainsi, l'opération d'aménagement n'impacte pas les tiers au projet ; c'est-à-dire qu'elle n'augmente pas le risque pour les constructions existantes non modifiées par le projet.

► COMPRENDRE le fleuve

Loin d'être un obstacle, la Garonne est la ligne de vie de l'OIN Bordeaux Euratlantique. Le rétablissement de son réseau d'esteys et zones humides est une étape clé du renforcement de la trame bleue. La reconnexion des milieux passe par l'aménagement d'écoulements à ciel ouvert, le confortement des zones humides existantes ou encore l'aménagement d'espaces publics en creux et de **noues** de rétention propices aux captages naturels. Partie intégrante des modélisations, ce réseau hydraulique robuste contribue à la gestion des eaux pluviales comme à la régulation des crues de la Garonne.

Noue

Une noue est un fossé végétalisé peu profond et large. Elle permet le recueil des eaux et leur canalisation.

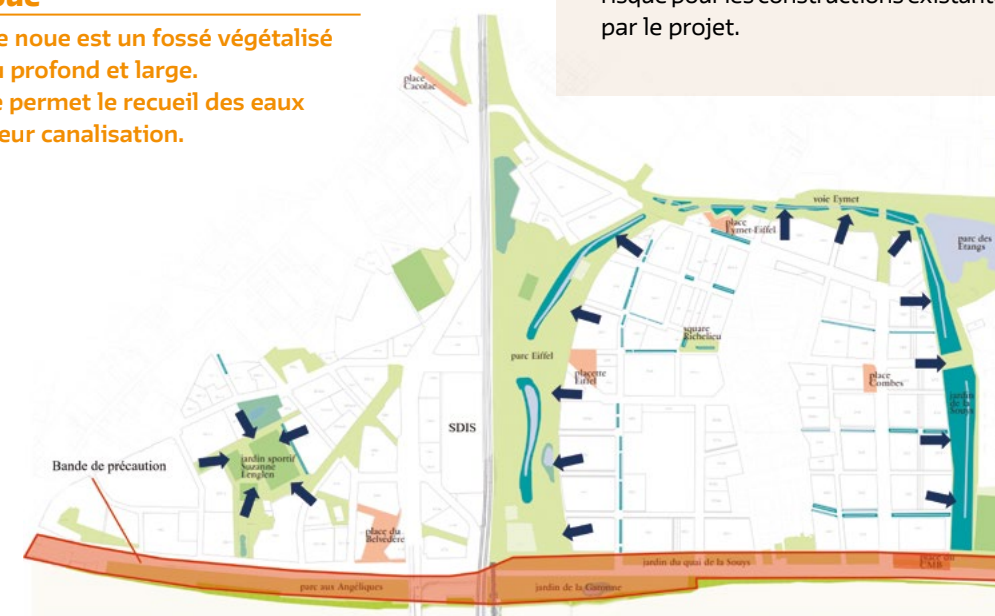


Schéma de la bande de précaution de la rive droite, source TVK



À l'échelle du bâti

Chaque parcelle à aménager sur Garonne Eiffel dispose de cotes de mise en sécurité élaborées par l'aménageur à partir du PPRI. Ces cotes correspondent à la hauteur minimale à respecter pour que les occupants soient hors d'eau en cas d'inondation. Elles s'appliquent au plancher bas des constructions et aux rampes d'accès aux parking souterrains. Lors d'un événement dramatique, l'eau n'entrerait pas dans les habitations ou les parkings.

Pour répondre aux prescriptions, des remblais ont pu être effectués. À ces surélévations - de quelques centimètres à quelques mètres - s'ajoute la configuration particulière du bâtiment. Celle-ci est étudiée pour faciliter l'écoulement (**transparence**) ou stocker l'eau (**opacité**).

Les espaces occupés temporairement échappent aux obligations. Il s'agit des halls d'entrée, des vestiaires, des sanitaires publics, des locaux d'ordures ménagères ou des aires de stationnement qui se vidangent par gravité.

Sur le domaine privé, des noues raccordées aux ouvrages publics garantissent le bon guidage des eaux.

Et la ZAC Saint-Jean Belcier ?

La ZAC Saint-Jean Belcier est la première opération d'aménagement de l'EPA Bordeaux Euratlantique. Si le risque inondation y est faible, l'ambition reste la même que sur l'ensemble de l'OIN : ne pas augmenter le risque pour les constructions existantes, qu'elles soient situées dans le périmètre du projet ou à proximité. Dans ce contexte, les aménagements réalisés sur la rive gauche sont similaires à ceux de la rive droite.

La digue dite « du quai de Paludate et du pont Saint-Jean » avait été considérée comme pérenne dans les premiers dossiers réglementaires (dossier Loi sur l'Eau de 2013). Des faiblesses ayant été pointées dans une nouvelle étude de danger (2021), **une actualisation a été intégrée aux modélisations de l'EPA Bordeaux Euratlantique et au dossier Loi sur l'Eau approuvé en 2023**. Cette évolution est intervenue alors que certains projets étaient en cours de réalisation voire livrés. Les constructions concernées sont donc considérées comme des tiers sur lesquels l'impact ne doit pas augmenter.

Une bande de précaution a été définie à l'arrière de la digue. Aucune nouvelle construction n'est prévue dans ce périmètre.

Comme pour la ZAC Garonne Eiffel, le nivellement des espaces publics favorise l'orientation des eaux au large des parcelles bâties. De même, le terrain est rehaussé par endroits afin d'empêcher les écoulements vers les tiers.

Des prescriptions strictes en matière de transparence sont transmises aux constructeurs. Des cotes de mise en sécurité assurent la mise hors d'eau des constructions en cas d'événement extrême de type « 1999+60 ».

Transparence, opacité

La transparence d'un bâtiment signifie que l'eau peut s'écouler à travers la structure sans être gênée. Ce principe permet d'orienter les écoulements vers les ouvrages de drainage. C'est le cas des constructions sur pilotis. À l'inverse, l'opacité concerne les bâtiments empêchant l'eau de continuer son chemin.



Vue aérienne Bordeaux Métropole ©Atelier Caumes

LES ACTEURS de la gestion du risque

La planification réglementaire

- Le PPRI est prescrit et élaboré par l'État en association avec les communes et en concertation avec les populations.
<https://outil2amenagement.cerema.fr/le-plan-de-prevention-des-risques-naturels-d-r1096.html>
- Les collectivités assurent la compétence GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations). À ce titre, Bordeaux Métropole aménage les bassins versants, entretient les cours d'eau, surveille et entretient les ouvrages, protège et restaure les zones humides.
<https://www.ecologie.gouv.fr/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-gemapi>
- Le Plan communal de sauvegarde (PCS) est élaboré par les mairies et piloté par la cellule de crise de la préfecture.



En cas d'inondation imminente

- Les **informations de vigilance** sont données par le portail Vigicrues : www.vigicrues.gouv.fr
- Les **messages d'alerte** et les consignes sont diffusés par le maire et le préfet dans le cadre du Système d'alerte et d'informations aux populations (SAIP).

LES BONS GESTES en cas d'inondation

Si les mesures déployées pour protéger les habitants d'un quartier ne devaient pas suffire, des gestes simples sont à respecter en cas d'inondation. Sont partagées ici les recommandations des autorités compétentes selon 4 grands principes :



NE PRENEZ PAS VOTRE VOITURE,
30 cm d'eau suffisent à emporter une voiture



ÉVITEZ DE TÉLÉPHONER
afin de laisser les réseaux disponibles pour les secours



RESTEZ À L'ABRI,
n'évacuez votre domicile que sur ordre des autorités



RESTEZ À L'ÉCOUTE
des consignes de sécurité

CHIFFRES-CLÉS

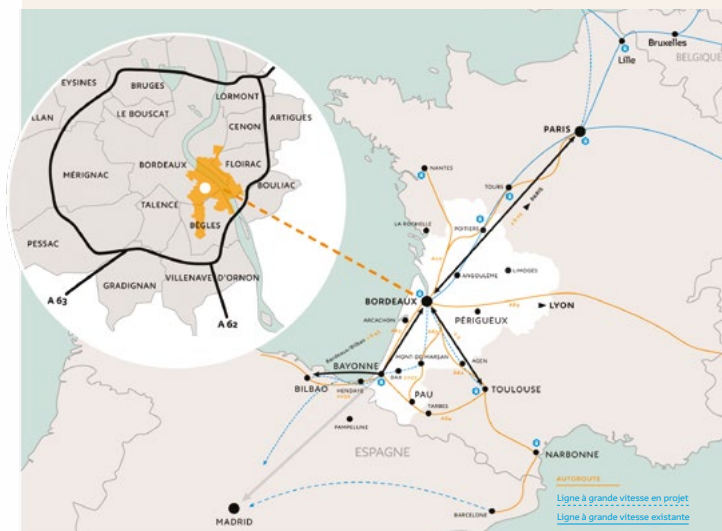
- ▶ Paris à **2 heures** de Bordeaux par le TGV, réseau TER + trains du quotidien
- ▶ **+ de 20 millions** de voyageurs annuels à la gare TGV Bordeaux Saint-Jean

en 2023

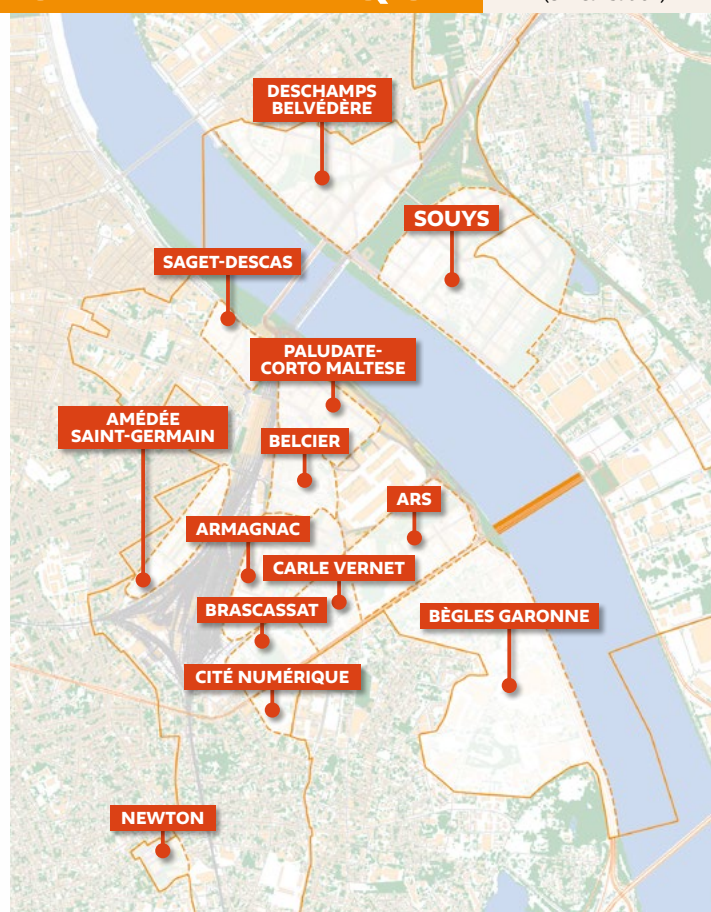
- ▶ **+ de 220 000 m²** de bureaux livrés et occupés par
- ▶ **+ de 200** entreprises
- ▶ **6** polarités de commerces de proximité engagées
- ▶ **1** polarité de commerces d'équilibre lancée (CANOPIA)
- ▶ **2** groupes scolaires livrés
- ▶ **1** collège livré

à terme

- ▶ **50 000** habitants
- ▶ **25 000** logements dont + d'1/3 abordables
- ▶ **+ de 60 ha** d'espaces publics de pleine terre
- ▶ **30 000** emplois sur le territoire de l'OIN
- ▶ **600 000 m²** de bureaux
- ▶ **50 000 m²** d'hébergements hôteliers
- ▶ **50 000 m²** de locaux d'activité
- ▶ **55 000 m²** de commerces



CARTES DE BORDEAUX EURATLANTIQUE



BORDEAUX-EURATLANTIQUE.FR

informations@bordeaux-euratlantique.fr

05 47 500 999

bordeaux
euratlantique
Un nouveau patrimoine commun