

**TRANSITION(S)
2050**
CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT

**Mars
2022**


HORIZONS

Les enjeux de l'adaptation au changement climatique du secteur immobilier dans les scénarios Transition(s) 2050

**OI.D**
CEUVREUR POUR L'IMMOBILIER DURABLE

Rapport technique

REMERCIEMENTS

Jean-Claude MIGETTE (CODA Stratégies)
Julien PARC (Pouget Consultants)
Vincent THOMAS (Agence Qualité Construction)

CITATION DE CE RAPPORT

PEN POINT Sakina, MOULLIE Morgane, ANDRIEUX Marie, OID, ADEME. 2022. Les enjeux de l'adaptation au changement climatique du secteur immobilier dans les scénarios Transition(s) 2050. Rapport technique. 72 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

Voir également : **PEN POINT Sakina, MOULLIE Morgane, ANDRIEUX Marie, OID, ADEME. 2022.** Les enjeux de l'adaptation au changement climatique du secteur immobilier dans les scénarios Transition(s) 2050. Rapport de synthèse. 20P.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique - ADEME : GASPARD Albane

Direction/Service : Direction Villes et Territoires Durables / Service Bâtiment

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	8
1.1.	Contexte	8
1.2.	Objectif de l'étude	9
1.3.	Méthodologie	9
1.4.	Contenu de ce rapport	9
2.	LE PARC IMMOBILIER A 2050	10
2.1.	Définition du parc existant en 2020	10
2.1.1.	Typologie	10
2.1.2.	Emprises au sol et localisation du parc existant en 2020	10
2.1.2.1.	Le logement	10
2.1.2.2.	Le petit tertiaire	10
2.1.2.3.	Le grand tertiaire	11
2.2.	Projection du parc bâti en 2030, 2040, 2050	12
2.2.1.	Le logement	12
2.2.2.	Le tertiaire	12
2.2.3.	La répartition urbain / rural	13
3.	EXPOSITION DU PARC IMMOBILIER AUX ALEAS CLIMATIQUES	15
3.1.	Méthodologie	15
3.1.1.	Vagues de chaleur	15
3.1.2.	Inondations	22
3.1.3.	Sécheresses et Retraits-Gonflements des Argiles (RGA)	27
3.1.4.	Submersions marines	31
3.1.4.1.	Projection climatique de l'élévation du niveau marin	33
3.2.	Résultats	35
3.2.1.	Les surfaces de bâtiments exposées à l'aléa vagues de chaleur	35
3.2.2.	Les surfaces de bâtiments exposées à l'aléa inondations	36
3.2.3.	Les surfaces de bâtiments exposées à l'aléa Sécheresses & RGA	37
3.2.4.	Les surfaces de bâtiments exposées à l'aléa submersion marine	38
4.	SENSIBILITE DU PARC IMMOBILIER AUX ALEAS CLIMATIQUES	40
4.1.	Méthodologie	40
4.2.	Résultats	40
5.	LIMITER LA VULNERABILITE : ACTIONS ADAPTATIVES ET IMPACT CARBONE ASSOCIE	44
5.1.	Quelles actions adaptatives pour quel scénario ?	44
5.1.1.	Philosophie générale	44
5.1.2.	Détail	46
5.2.	Les actions adaptatives en fonction des niveaux de risque	52
5.2.1.	Vagues de chaleur	52
5.2.2.	Inondations	54
5.3.	Sécheresses & Retraits-Gonflements des Argiles	58
5.3.1.	Submersions marines	60
5.4.	L'évaluation des émissions carbone des actions adaptatives	63

5.5. Evaluation des émissions carbone associée en fonction des différents scénarios et horizons... Erreur !
Signet non défini.

6. LIMITES ET PERSPECTIVES	65
INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES	67
SIGLES ET ACRONYMES	69

Résumé

Le secteur de l'immobilier est déjà très exposé aux aléas climatiques. Comment cette exposition évoluera-t-elle à 2050 ? Quelles pourraient être les solutions d'adaptation mises en œuvre selon et quel serait leur empreinte carbone ?

Cette étude explore **l'exposition à quatre aléas climatiques (vague de chaleur/îlot de chaleur urbain, sécheresse/retrait-gonflement des argiles, inondation et submersion marine) du parc immobilier en France métropolitaine dans les scénarios Transition(s) 2050 de l'ADEME, et ce, dans deux configurations climatiques différentes : les scénarios RCP 4.5 et 8.5 du GIEC.**

Transition(s) 2050 dessine quatre voies d'atteinte de la neutralité carbone pour la France à 2050, avec des philosophies (plus ou moins de sobriété, plus ou moins de recours à des technologies nouvelles...) et des choix pour le parc immobilier (localisation, volume, rénovation, modes constructifs...) différents. Quelles conséquences en termes d'exposition au risque climatique ?

- **L'exposition aux vagues de chaleur augmente d'ici à 2050 quel que soit le scénario climatique.** Dans le scénario RCP 8.5, l'augmentation de la proportion surfaces exposées est bien plus importante, et ce, quel que soit le scénario Transition(s) 2050 considéré. L'exposition dépend également des choix sur le volume et la localisation de la construction neuve. La quantité de surfaces exposées à un « risque très important » progresse de façon croissante du S1 au S4. De 61% à 65% du parc est exposé à un risque très important en 2050 dans un scénario RCP 8.5, contre 26% à 27% dans un scénario de respect des engagements climatiques (RCP4.5) (et 0% en 2020).
- **La proportion du parc concerné par le « risque très important » de sécheresses & retrait-gonflement des argiles varie beaucoup selon le scénario climatique choisi.** Estimée à 11% en 2030, elle se situe à 16% dans les scénarios ADEME en 2050 pour le scénario RCP 4.5, et monte à 47% dans le scénario RCP 8.5. Entre les scénarios Transition(s) 2050, la différence dans les niveaux de risque est imputable à des coefficients d'artificialisation différents.
- Les risques de submersions marines sont similaires dans les scénarios RCP 4.5 et 8.5. Cette absence de différenciation provient du fait de l'inertie du phénomène de montée du niveau de la mer à 2050. **Dans ces deux scénarios, l'ensemble des surfaces des bâtiments à « risque passable » en 2020 devient à « risque très important » en 2050** (sans inclure les nouvelles zones à risques).

Ainsi, les risques climatiques sont déjà tangibles, et ils s'accroîtront d'ici à 2050, en **surface de bâtiments** impactés, mais aussi en **intensité**.

Les mesures d'adaptation qui peuvent être mises en place sont variables selon les scénarios, en fonction de leur propension à privilégier la sobriété ou la généralisation de l'utilisation de la technologie. De la même façon, l'impact carbone des actions d'adaptation peut varier grandement entre scénarios, et notamment en fonction d'un recours plus ou moins marqué à des solutions fondées sur la nature. Dans S1 et S2, où ces solutions sont fortement développées, l'adaptation des bâtiments au changement climatique est neutre en carbone. En revanche, les stratégies d'adaptation dans S3 et S4, qui s'appuient sur le développement technologique et les capacités de la technologie à préserver les systèmes écologiques, sont fortement carbonés (digues...). **Les seules stratégies d'adaptation des bâtiments au changement climatique neutres en carbone sont donc celles qui s'appuient sur les solutions d'adaptation fondées sur la nature. Ces solutions restent ainsi incontournables pour atteindre la neutralité carbone à 2050.**

Ces résultats appellent à **anticiper dès maintenant** l'impact du changement climatique sur le parc immobilier, et à adopter, autant que possible, des **solutions d'adaptation du bâti qui contribuent à la neutralité carbone**.

Ce document présente la méthodologie détaillée de l'étude.

Abstract

The real estate sector is already very exposed to changes in the weather. How will this exposure evolve by 2050? What adaptation solutions could be implemented to deal with climate change and what would be their carbon footprint?

This study explores the **exposure to four climatic hazards (heat wave/urban heat island, drought/shrinkage-swelling of clays, flooding and marine submersion) of the housing stock in metropolitan France in ADEME's Transition(s) 2050 scenarios, and this, in two different climatic configurations: IPCC RCP 4.5 and 8.5 scenarios.**

Transition(s) 2050 outlines four ways to achieve carbon neutrality for France by 2050, with different philosophies (more or less sufficiency, more or less use of new technologies, etc.) and choices for the building stock (different location, volume, renovation, construction methods, etc). What are the consequences in terms of exposure to climate risk?

- **Exposure to heat waves increases by 2050 regardless of the climate scenario.** In the RCP 8.5 scenario, the increase in the proportion of exposed surfaces is much greater, regardless of the Transition(s) 2050 scenario considered. The exposure also depends on the choices on the volume and location of the new buildings. The quantity of surfaces exposed to a "very significant risk" progresses in an increasing way from S1 to S4. From 61% to 65% of the building stock is exposed to a very significant risk in 2050 in a RCP 8.5 scenario, compared to 26% to 27% in a scenario of compliance with climate commitments (RCP4.5) (and 0% in 2020).
- **The proportion of the portfolio affected by the "very high risk" of droughts & clay shrinkage-swelling varies greatly depending on the chosen climate scenario.** Estimated at 11% in 2030, it stands at 16% in ADEME' scenarios in 2050 for the RCP 4.5 scenario, and rises to 47% in RCP 8.5. Between the Transition(s) 2050 scenarios, the difference in risk levels is attributable to different artificialization coefficients.
- The risks of marine flooding are similar in the RCP 4.5 and 8.5 scenarios. This lack of differentiation is due to the inertia of the phenomenon of sea level rise in 2050. In these two scenarios, **all the surface areas of buildings at "fair risk" in 2020 become at "very high risk" in 2050 (not including new risk areas).**

Thus, climate risks are already tangible, and they will increase by 2050, in terms of the surface area of buildings impacted, but also in intensity.

The adaptation measures that can be put in place vary according to the scenarios, depending on their propensity to choose sufficiency or the generalization of the use of technology. Similarly, the carbon impact of adaptation actions can vary greatly between scenarios, and in particular depending on the greater or lesser use of nature-based solutions. In S1 and S2, where these solutions are highly developed, the adaptation of buildings to climate change is carbon neutral. On the other hand, the adaptation strategies in S3 and S4, which are based on technological development and the capacity of technology to preserve ecological systems, are highly carbon-based (dykes, etc.). **The only carbon-neutral climate change adaptation strategies for buildings are therefore those that rely on nature-based adaptation solutions.** These solutions therefore remain essential to achieve carbon neutrality by 2050.

These results call for **anticipating the impact of climate change** on the building stock now, and adopting, as much as possible, **building adaptation solutions that contribute to carbon neutrality.**

1. Introduction

1.1. Contexte

Cette étude s'inscrit dans le travail de prospective énergie ressources « Transition(s) 2050 de l'ADEME. Choisir maintenant. Agir pour le climat » présenté le 30 novembre 2021 qui comprend les travaux initiaux et 14 feuillets. L'ensemble des documents publiés est disponible sur www.transitions2050.ademe.fr.

Pour rappel, « Transition(s) 2050 » est un travail prospectif qui dessine quatre chemins « types » cohérents et contrastés pour conduire la France vers la neutralité carbone tout en intégrant une large palette d'enjeux environnementaux, tels que les différents usages de la biomasse, l'eau d'irrigation, la qualité de l'air, la gestion des déchets, la quantité de matériaux pour la rénovation ou construction, souvent peu représentés dans les travaux prospectifs. Ces scénarios ont pour ambition d'éclairer les débats pour accélérer les prises de décisions, en particulier celles sur la prochaine Stratégie Française Energie – Climat.

Les quatre scénarios aboutissent tous à la neutralité carbone mais avec des voies différentes. Avant tout, ils ont pour objectifs de faire prendre conscience à tout un chacun, quel que soit son niveau de responsabilité et d'implication dans la construction de ce cheminement, de la nature des transformations et des choix à faire.

Ils sont le résultat de plus de 2 ans de travaux mobilisant plus d'une centaine d'experts de l'ADEME ainsi que des partenaires extérieurs de différents milieux professionnels et académiques, mais également un comité scientifique, constitué de membres du conseil scientifique de l'Agence et complété de personnalités qualifiées.

Pour chaque scénario, l'ADEME a construit un récit cohérent, décliné dans chaque secteur technique, économique et social, au travers de variables structurantes. La description des scénarios couvre les secteurs du bâtiment, de la mobilité des voyageurs et du transport de marchandises, de l'alimentation, de l'agriculture, des forêts, de l'industrie, des déchets et des services énergétiques (fossiles, biocarburants, gaz, hydrogène, chaleur/froid et électricité). Les 4 scénarios et les mots clefs qui les caractérisent sont les suivants :

			
<ul style="list-style-type: none">• Frugalité contrainte• Villes moyennes et zones rurales• Low-Tech• Rénovation massive• Nouveaux indicateurs de prospérité• Localisme• Moins de viande	<ul style="list-style-type: none">• Modes de vie soutenables• Economie du partage• Gouvernance ouverte• Mobilité maîtrisée• Fiscalité environnementale• Coopérations entre territoires• Réindustrialisation ciblée	<ul style="list-style-type: none">• Technologies de décarbonation• Biomasse exploitée• Hydrogène• Consumérisme vert• Régulation minimale• Métropoles• Déconstruction / Reconstruction	<ul style="list-style-type: none">• Consommation de masse• Etalement urbain• Technologies incertaines• Economie mondialisée• Intelligence artificielle• Captage du CO₂ dans l'air• Agriculture intensive

Par ailleurs, au-delà de neuf enseignements clés, ce travail a fait émerger cinq problématiques à mettre en débat :

- La sobriété : jusqu'où ?
- Peut-on s'appuyer uniquement sur les puits naturels de carbone pour atteindre la neutralité ?
- Qu'est-ce qu'un régime alimentaire durable ?
- Artificialisation, précarité, rénovation : une autre économie du bâtiment est-elle possible ?
- Vers un nouveau modèle industriel : la sobriété est-elle dommageable pour l'industrie française ?

1.2. Objectif de l'étude

Cette étude analyse, pour les bâtiments, les conséquences associées au changement climatique dans les scénarios Transition(s) 2050. Son objectif est donc de décliner en termes d'adaptation, pour le secteur de l'immobilier, les quatre scénarios Transition(s) 2050 et le scénario Tendancier.

Elle s'organise autour des questions clés suivantes :

- **Comment l'exposition aux aléas climatiques du parc bâti de la France métropolitaine évoluera-t-elle à 2050 dans le scénario Tendancier et dans les scénarios Transition(s) 2050 ?** Quel serait l'impact d'une non-atteinte des objectifs de limitation de changement climatique par la communauté internationale, i.e. comment cette exposition varie-t-elle selon le scénario climatique considéré (RCP 4.5 ou 8.5) ?
- **Quelle est la sensibilité du parc immobilier aux aléas climatiques ?**
- **Quelles pourraient être les solutions d'adaptation mises en œuvre selon les scénarios ?** Quel serait leur empreinte carbone ?

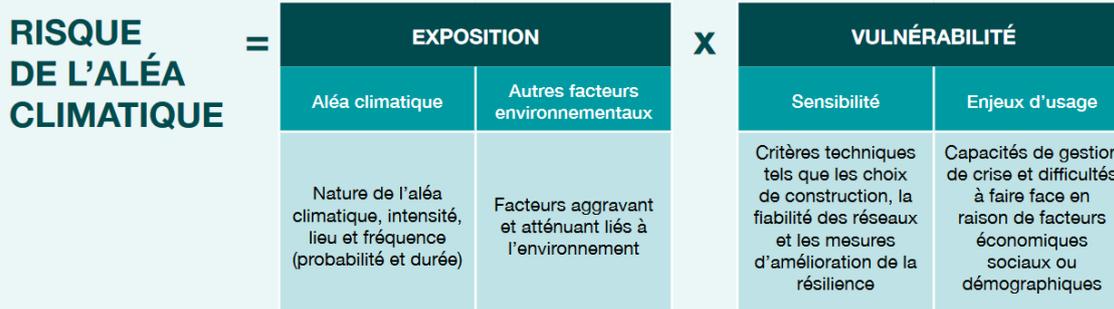
1.3. Méthodologie

L'étude s'est organisée en 5 phases :

- **Phase 1 :** Projeter le parc immobilier français à 2050 selon les différents scénarios de neutralité ;
- **Phase 2 :** Analyser l'exposition aux aléas climatiques du parc immobilier dans chacune des configurations possibles (les 4 scénarios de l'ADEME au RCP 4.5 et RCP 8.5 et le scénario tendancier au RCP 8.5) à 3 horizons temporels (2030, 2040, 2050) avec l'aide des projections climatiques du GIEC sur 4 aléas (les vagues de chaleur, les inondations, les submersions marines et les sécheresses) ;
- **Phase 3 :** Imaginer les actions adaptatives pour chacun des scénarios ;
- **Phase 4 :** Etablir le bilan GES des émissions associées aux différentes configurations.

LE CALCUL DU RISQUE CLIMATIQUE

Le risque climatique auquel est soumis un bâtiment dépend de l'exposition aux différents aléas climatiques qui vont l'affecter et de la vulnérabilité du bâtiment face à cet aléa. Pour un aléa climatique défini, l'exposition climatique se mesure par la nature, l'intensité et la fréquence de l'aléa ainsi que par des facteurs environnementaux qui vont l'aggraver ou l'atténuer. La vulnérabilité du bâtiment est, elle, dépendante de la sensibilité du bâtiment (composantes techniques tels que les choix de construction) et de ses enjeux d'usage, qui incluent les mesures d'adaptation, les processus de gestion de crise et les paramètres économiques et sociaux qui impactent les processus de gestion post-crise. Le risque de l'aléa climatique peut dès lors être évalué à partir d'une analyse croisée de l'exposition et de la vulnérabilité.



1.4. Contenu de ce rapport

Ce rapport présente la méthodologie et les résultats détaillés utilisée pour analyser les enjeux de l'adaptation du secteur immobilier dans Transition(s) 2050.

- Une première section détaille la méthode utilisée pour **projeter le parc immobilier** à 2050 dans les scénarios Transition(s) 2050
- Les sections suivantes document ensuite le risque climatique :

- Une deuxième section présente la méthodologie suivie pour analyser l'**exposition aux aléas climatique** ainsi que les principaux résultats
- Une troisième section présente la **sensibilité** du parc immobilier aux aléas climatiques
- Une quatrième section présente les **actions adaptatives** choisies pour diminuer le risque climatique pour chaque scénario et l'évaluation des **émissions carbone associées**
- Enfin, une cinquième section présente les limites et perspectives du travail.

2. Le parc immobilier à 2050

Cette section présente la méthodologie utilisée pour :

- Définir le parc bâti en 2020 (nombre de bâtiments, emprise au sol, localisation urbain / rural)
- Le projeter à l'horizon 2050

2.1. Définition du parc existant en 2020

2.1.1. Typologie

Le parc immobilier est caractérisé par sa diversité d'usage (résidentiel / tertiaire), de modes constructifs, d'emprise au sol... Afin de pouvoir caractériser cette diversité, les bases de données du programme PROFEEL (pour les logements et le petit tertiaire, de moins de 1 000m²) et de CODA Stratégies ont été utilisées. Elles permettent de définir une centaine de types de bâtiments dans les parcs résidentiel et tertiaire.

2.1.2. Emprises au sol et localisation du parc existant en 2020

La seconde étape de caractérisation du parc a consisté à établir, pour chaque typologie, son emprise au sol et sa localisation (par zone climatique et par type d'espace (urbain/ rural)).

Pour ce faire, les bases de données du programme PROFEEL (pour le logement et le petit tertiaire) celle de Coda Stratégies (pour le grand tertiaire) ont également été utilisées. Les bases de données ne contenant pas toutes les informations nécessaires, il a été nécessaire de poser certaines hypothèses qui seront explicitées dans les paragraphes ci-après.

2.1.2.1. Le logement

Dans certaines fiches PROFEEL de logement, l'emprise au sol n'était pas précisée : la surface de plancher bas a été utilisée pour convertir le nombre de logement obtenu via la base de données en emprise au sol.

Pour la répartition en zones rurales/urbaines, les fiches précisaient la localisation :

Appellation fiche PROFEEL	Hypothèse retenue pour le calcul de risque
Zones rurales	Zones rurales
Zones urbaines	Zones urbaines
Centre Bourg des zones rurales	Zones urbaines
Zones périurbaines	Zones urbaines
Villes de la petite couronne	Zones urbaines

Figure 1 : Correspondance fiches PROFEEL et hypothèses en termes de zones urbaines/rurales

Les centres bourg des zones rurales, les zones périurbaines et les villes de la petite couronne ont été considérés comme des zones urbaines car il s'agit de zones artificialisées. Or, c'est le paramètre qui est impactant dans cette étude vis-à-vis des risques de vagues de chaleur, submersion marine et inondations.

2.1.2.2. Le petit tertiaire

Comme pour le logement, la donnée sur le plancher bas a été retenue pour opérer une conversion du nombre de bâtiments en emprise au sol.

Pour ces bâtiments, la répartition était disponible par région et non par zones climatiques. Pour revenir à une répartition par zones climatiques, une base de données de l'Observatoire des territoires répertoriant la part d'emploi tertiaire par

département et une base de données sur le nombre d'emploi par département ont été utilisées. A l'aide de ces données, le nombre d'emploi tertiaire par département a été déterminé. Ensuite, il a été nécessaire de calculer le poids de la zone climatique (par agrégation des données sur les départements) dans la région en termes d'emploi tertiaire et ainsi effectuer une pondération pour transformer les données régionales en données par zones climatiques.

2.1.2.3. Le grand tertiaire

Dans le cas du grand tertiaire, la seule donnée disponible était la surface d'activité, celle-ci ne permet d'obtenir l'information concernant l'emprise au sol qu'en y ajoutant avec une hypothèse relative au nombre d'étages. Il était également nécessaire d'émettre des hypothèses concernant la répartition en zones rurales/urbaines. Tant que cela était possible, les données (nombre d'étages moyen et répartition rural/urbain par typologie) utilisées ont été celles relatives aux typologies des fiches PROFEEL se rapprochant des typologies du grand tertiaire. Lorsque ces informations n'étaient pas disponibles, une méthodologie de sondage a été utilisée, en suivant le principe statistique de « sagesse des foules »¹. Les hypothèses ont donc été posées en réalisant un sondage sur le nombre d'étages et sur la répartition en zones urbaines/rurales.

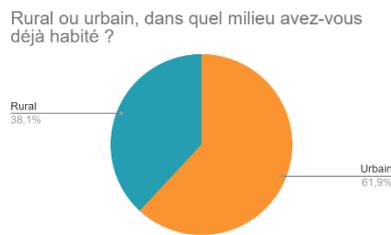


Figure 2 : Répartition de l'échantillon de répondants.

Pour ce sondage, ont été mobilisées 13 personnes ayant vécu dans toutes les régions de France.

Des biais sont cependant à noter, le petit échantillon ne permet pas d'atteindre un nombre critique qui détermine une foule, et il s'agit majoritairement de personnes ayant habité en ville et peu de personnes n'ayant vécu qu'en milieu rural. Ceci peut exercer une influence sur les répartitions en zones rurales/urbaines retenues ainsi que sur les nombres d'étages.

Hypothèses sur le nombre d'étages

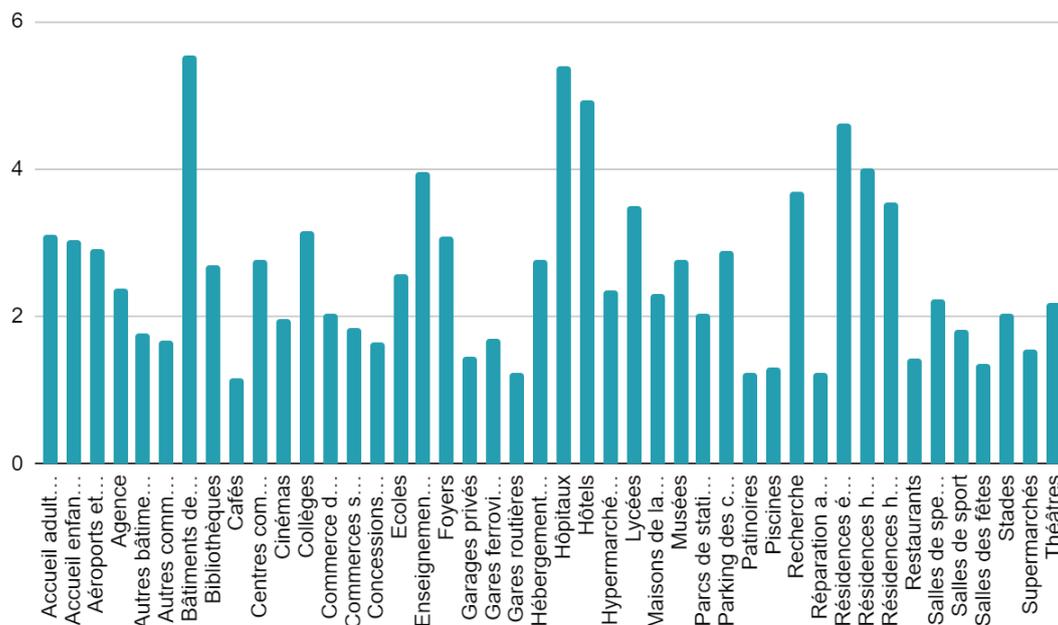


Figure 3 : Hypothèses sur le nombre d'étage issues du sondage

¹ La sagesse des foules estime que l'avis d'une foule interrogée sur une problématique est statistiquement plus juste que l'avis d'une seule personne ; les erreurs indépendantes, de chacun, tendent à se compenser. Roussin, Juliette. "Sagesse des foules." *La Vie des idées* 21 (2012).

Hypothèses sur la répartition en zones rurales et urbaines

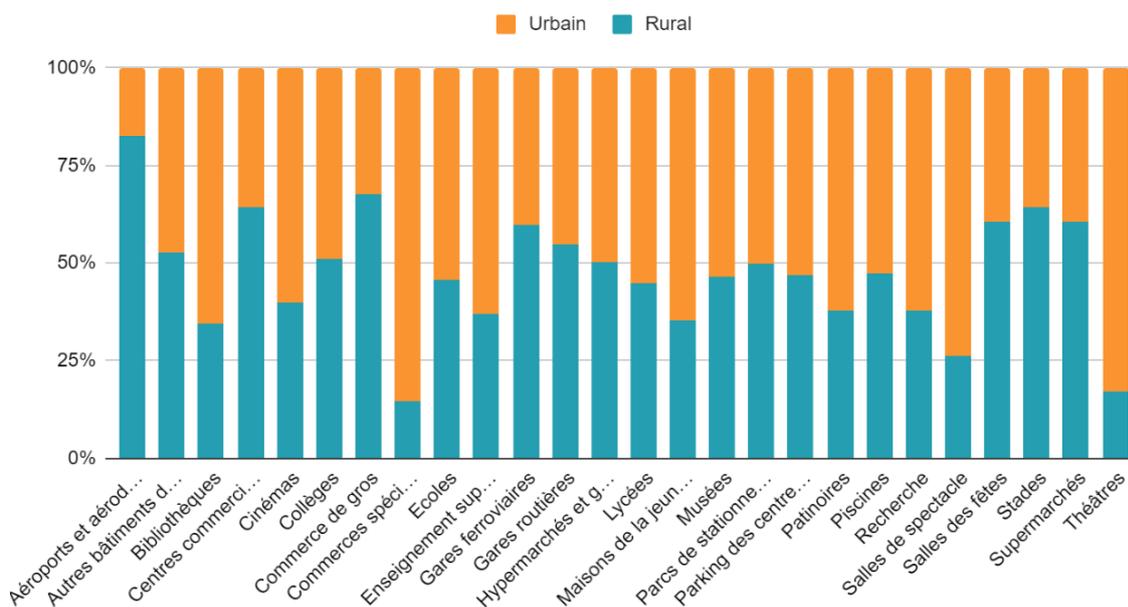


Figure 4 : Hypothèses sur la répartition en zones rurales et urbaines issues du sondage

Le livrable final pour la définition du parc existant en 2020 se présente sous la forme suivante avec, dans le tableau, les surfaces d'emprise au sol en m² :

	LC-01	LC-03	LC-04	LC-21	LC-22	LC-23	LC-24	MI-01	MI-02	MI-03	MI-04	MI-05
H1A_Rural	-	-	-	9 223 773	-	27 105 412	84 694 385	10 157 747	23 687 295	60 923 112	-	-
H1A_Urban	5 184 209	113 165 458	40 483 493	27 671 318	175 391 304	81 316 237	254 083 156	-	-	-	352 046	14 065 878
H1B_Rural	-	-	-	3 824 288	-	-	6 632 501	20 627 423	2 660 339	12 614 120	29 389 291	-
H1B_Urban	5 316 611	6 045 851	571 619	11 472 865	29 946 728	19 897 504	61 882 270	-	-	-	455 851	3 586 171
H1C_Rural	-	-	-	5 000 115	-	12 927 729	43 933 259	4 997 370	21 633 001	39 862 877	-	-
H1C_Urban	7 831 614	25 812 432	3 596 288	15 000 346	83 092 259	38 783 186	131 799 778	-	-	-	799 680	4 329 259
H2A_Rural	-	-	-	2 256 070	-	3 578 715	13 156 774	2 855 556	9 932 375	16 695 553	-	-
H2A_Urban	1 305 560	2 025 039	222 564	6 768 210	19 292 916	10 736 145	39 470 321	-	-	-	148 783	2 947 445
H2B_Rural	-	-	-	2 941 976	-	5 228 176	20 333 270	4 149 819	21 844 982	45 402 667	-	-
H2B_Urban	1 854 814	5 039 894	523 710	8 825 928	35 536 613	15 684 527	60 999 809	-	-	-	1 003 560	2 664 030
H2C_Rural	-	-	-	2 908 713	-	8 576 775	36 512 377	3 226 199	17 501 389	31 852 502	-	-
H2C_Urban	2 267 993	6 458 513	782 140	8 726 139	42 920 711	25 730 326	109 537 131	-	-	-	1 443 549	3 113 593
H2D_Rural	-	-	-	1 009 053	-	1 743 688	5 168 973	977 712	3 139 268	9 662 120	-	-
H2D_Urban	962 174	1 811 609	183 898	3 027 138	6 007 412	5 231 064	15 506 920	-	-	-	119 934	616 958
H3_Rural	-	-	-	4 732 381	-	13 114 344	49 903 483	2 252 799	5 255 960	23 305 407	-	-
H3_Urban	3 856 591	18 390 093	3 581 690	14 196 542	73 457 693	39 342 731	149 707 449	-	-	-	251 049	2 843 723
TOTAL	28 579 565	178 748 890	49 947 400	127 584 675	465 645 636	315 628 960	1 097 315 779	31 277 541	115 608 389	257 093 528	4 574 452	34 167 056

Figure 5 : Extrait du livrable parc bâti en 2020

2.2. Projection du parc bâti en 2030, 2040, 2050

Pour projeter le parc bâti à partir de la situation 2020, il est nécessaire de disposer :

- Du volume construit et détruit ;
- De sa localisation par zone climatique et par type d'espace (urbain / rural).

La dernière partie de l'analyse du parc bâti consiste en une projection du parc bâti 2020 aux horizons 2030, 2040 et 2050.

Pour cela, les données fournies par l'ADEME différenciées en fonction des 5 scénarios (les 4 scénarios neutralité carbone et le scénario tendanciel) sur les surfaces construites et détruites ont été utilisées. Des hypothèses ont été posées pour pouvoir obtenir l'emprise au sol du parc bâti aux différents horizons temporels.

2.2.1. Le logement

Les données sur le volume de logements construits et détruits sont issues de Transition(s) 2050 pour les trois horizons temporels et les 5 scénarios. Pour pouvoir remonter aux emprises au sol, il a été effectué une moyenne pondérée par les surfaces des emprises au sol ou surface de plancher bas disponibles dans les fiches PROFEEL des logements.

2.2.2. Le tertiaire

Pour le tertiaire, les données produites par Transition(s) 2050 étaient le volume de mètres carrés de bâtiments tertiaires construits et le flux tertiaire pour chaque horizon temporel et chaque scénario. Une des limitations du projet réside dans l'obtention de coefficients d'artificialisation. En effet, le flux tertiaire, fourni par le modèle VIVALDI de l'ADEME, inclut, en

plus des nouvelles constructions résultant en une artificialisation, les changements d'usage du bâtiment, dont l'évolution est difficile à quantifier et qui, eux, n'impliquent pas d'artificialisation. Une hypothèse est donc nécessaire pour quantifier les changements d'usage.

L'hypothèse retenue est celle utilisée pour les travaux sur [les scénarios de rénovation énergétique des bâtiments tertiaires](#) du ministère de la transition écologique. Pour produire une expertise sur les coûts à 2050, des estimations sont nécessaires sur la volumétrie du parc tertiaire à différents horizons temporels. Pour ce faire, les taux annuels de destructions sont maintenus constants de 2015 à 2050. Le calcul du taux est effectué grâce aux données historiques du CEREN (Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie) pour l'année 2015 avec des destructions annuelles estimées à 2.5 millions de m²/an.

2.2.3. La répartition urbain / rural

Afin d'obtenir la répartition des bâtiments en zones urbaines et rurales aux différents horizons temporels, il a été nécessaire de s'appuyer sur les taux de renouvellement en milieu urbain. Pour cela, les données de l'ADEME dans le tableau ci-après ont été utilisées :

	Scénarios 1, 2 et 3	Scénarios 4 et tendanciel
Type 1 – Densification	58 %	43%
Type 2 – Artificialisation de masse	0 %	8%
Type 3 – En continuité de bâti	42 %	26%
Type 4 - Mitage	0 %	24%

Figure 6 : Coefficients de renouvellement urbain de Transition(s) 2050

Seules les constructions de type 4 (Mitage) ont été considérées comme une artificialisation des milieux ruraux, le reste de la typologie correspond donc à un renouvellement urbain car il s'agit de construction en milieu déjà artificialisé. Ne disposant pas d'une distinction de ces coefficients par zones climatiques, ils ont été considérés comme homogènes sur tout le territoire français.

Finalement, grâce à ces coefficients d'artificialisation le parc bâti existant a été projeté pour les 3 horizons temporels et les 5 scénarios.

	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3		
	2020-2030	2030-2040	2040-2050	2020-2030	2030-2040	2040-2050	2020-2030	2030-2040	2040-2050
H1 -a_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H1 -a_urbain	2,72%	-0,07%	0,16%	1,13%	0,30%	0,4%	1,70%	0,64%	0,51%
H1 -b_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H1 -b_urbain	0,95%	-0,01%	0,07%	0,40%	0,12%	0,1%	0,57%	0,22%	0,17%
H1 -c_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H1 -c_urbain	1,28%	-0,01%	0,09%	0,55%	0,16%	0,2%	0,84%	0,34%	0,29%
H2 -a_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H2 -a_urbain	0,52%	0,01%	0,05%	0,22%	0,07%	0,1%	0,34%	0,14%	0,12%
H2 -b_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H2 -b_urbain	0,94%	0,00%	0,08%	0,40%	0,12%	0,2%	0,61%	0,25%	0,21%
H2 -c_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H2 -c_urbain	0,83%	-0,01%	0,06%	0,34%	0,10%	0,1%	0,55%	0,22%	0,19%
H2 -d_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H2 -d_urbain	0,22%	0,00%	0,02%	0,09%	0,03%	0,0%	0,14%	0,06%	0,05%
H3_rural	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
H3_urbain	0,94%	-0,01%	0,07%	0,40%	0,12%	0,1%	0,60%	0,24%	0,20%

Figure 7 : Extrait du livrable des coefficients d'artificialisation à court, moyen et long terme pour les bâtiments tertiaires et les scénarios 1, 2 et 3.

	LC-01	LC-03	LC-04	LC-21	LC-22	LC-23	LC-24	MI-01
H1A_rural	-	-	-	9 223 773	-	27 105 412	84 694 385	10 157 747
H1A_Urbain	5 236 551	114 308 028	40 892 232	27 950 701	177 162 135	82 137 243	256 648 496	-
H1B_Rural	-	-	-	3 824 288	-	6 632 501	20 627 423	2 660 339
H1B_Urbain	5 392 164	6 131 767	579 743	11 635 903	30 372 293	20 180 263	62 761 662	-
H1C_Rural	-	-	-	5 000 115	-	12 927 729	43 933 259	4 997 370
H1C_Urbain	7 914 615	26 085 999	3 636 423	15 159 324	83 972 892	39 194 220	133 196 626	-
H2A_Rural	-	-	-	2 256 070	-	3 578 715	13 156 774	2 855 556
H2A_Urbain	1 326 712	2 057 848	226 169	6 877 865	19 605 490	10 910 087	40 109 801	-
H2B_Rural	-	-	-	2 941 976	-	5 228 176	20 333 270	4 149 819
H2B_Urbain	1 887 008	5 127 373	532 800	8 979 120	36 153 427	15 956 765	62 058 591	-
H2C_Rural	-	-	-	2 908 713	-	8 576 775	36 512 377	3 226 199
H2C_Urbain	2 299 028	6 546 891	792 843	8 845 548	43 508 041	26 082 422	111 036 043	-
H2D_Rural	-	-	-	1 009 053	-	1 743 688	5 168 973	977 712
H2D_Urbain	976 554	1 838 685	186 646	3 072 402	6 097 198	5 309 247	15 738 685	-
H3_Rural	-	-	-	4 732 181	-	13 114 244	49 902 483	2 252 799
H3_Urbain	3 889 489	18 546 966	3 612 243	14 317 643	74 084 308	39 678 335	150 984 497	-
TOTAL	28 922 122	180 643 558	50 459 099	128 734 674	470 955 785	318 355 832	1 106 863 346	31 277 541

Figure 8 : Extrait du livrable projection du bâti à 2030 selon le Scénario 1

	LC-01	LC-03	LC-04	LC-21	LC-22	LC-23	LC-24	MI-01
H1A_rural	-	-	-	9 223 773	-	27 105 412	84 694 385	10 157 747
H1A_Urbain	5 195 613	113 414 387	40 572 544	27 732 187	175 777 111	81 495 108	254 642 060	-
H1B_Rural	-	-	-	3 824 288	-	6 632 501	20 627 423	2 660 339
H1B_Urbain	5 332 342	6 063 740	573 311	11 506 811	30 035 336	19 956 378	62 065 370	-
H1C_Rural	-	-	-	5 000 115	-	12 927 729	43 933 259	4 997 370
H1C_Urbain	7 849 271	25 870 629	3 606 400	15 034 166	83 279 599	38 870 626	132 096 933	-
H2A_Rural	-	-	-	2 256 070	-	3 578 715	13 156 774	2 855 556
H2A_Urbain	1 309 840	2 031 678	223 293	6 790 397	19 356 160	10 771 339	39 599 710	-
H2B_Rural	-	-	-	2 941 976	-	5 228 176	20 333 270	4 149 819
H2B_Urbain	1 861 448	5 057 921	525 583	8 857 495	35 663 716	15 740 625	61 217 985	-
H2C_Rural	-	-	-	2 908 713	-	8 576 775	36 512 377	3 226 199
H2C_Urbain	2 274 531	6 477 131	784 394	8 751 295	43 044 442	25 804 501	109 852 903	-
H2D_Rural	-	-	-	1 009 053	-	1 743 688	5 168 973	977 712
H2D_Urbain	965 109	1 817 136	184 459	3 036 393	6 025 739	5 247 023	15 554 223	-
H3_Rural	-	-	-	4 732 181	-	13 114 244	49 902 483	2 252 799
H3_Urbain	3 863 512	18 423 095	3 588 118	14 222 019	73 589 516	39 413 333	149 976 107	-
TOTAL	28 651 665	179 155 716	50 058 102	127 826 931	466 771 620	316 206 174	1 099 334 242	31 277 541

Figure 9 : Extrait du livrable projection du bâti à 2040 selon le Scénario 1

	LC-01	LC-03	LC-04	LC-21	LC-22	LC-23	LC-24	MI-01
H1A_rural	-	-	-	9 223 773	-	27 105 412	84 694 385	10 157 747
H1A_Urbain	5 054 081	110 324 911	39 467 323	26 976 745	170 988 837	79 275 132	247 705 458	-
H1B_Rural	-	-	-	3 824 288	-	6 632 501	20 627 423	2 660 339
H1B_Urbain	5 124 373	5 827 245	550 951	11 058 029	28 863 913	19 178 050	59 644 728	-
H1C_Rural	-	-	-	5 000 115	-	12 927 729	43 933 259	4 997 370
H1C_Urbain	7 622 689	25 123 833	3 502 296	14 600 181	80 875 603	37 748 565	128 283 750	-
H2A_Rural	-	-	-	2 256 070	-	3 578 715	13 156 774	2 855 556
H2A_Urbain	1 250 989	1 940 396	213 261	6 485 309	18 486 500	10 287 390	37 820 520	-
H2B_Rural	-	-	-	2 941 976	-	5 228 176	20 333 270	4 149 819
H2B_Urbain	1 772 481	4 816 179	500 463	8 434 153	33 959 178	14 988 306	58 292 088	-
H2C_Rural	-	-	-	2 908 713	-	8 576 775	36 512 377	3 226 199
H2C_Urbain	2 189 486	6 234 951	755 066	8 424 083	41 435 009	24 839 670	105 745 499	-
H2D_Rural	-	-	-	1 009 053	-	1 743 688	5 168 973	977 712
H2D_Urbain	925 229	1 742 048	176 836	2 910 923	5 776 742	5 030 205	14 911 493	-
H3_Rural	-	-	-	4 732 181	-	13 114 244	49 902 483	2 252 799
H3_Urbain	3 773 315	17 992 992	3 504 350	13 889 993	71 871 504	38 493 194	146 474 783	-
TOTAL	27 712 643	174 002 554	48 670 546	124 675 585	452 257 288	308 747 751	1 073 207 264	31 277 541

Figure 10 : Extrait du livrable projection du bâti à 2050 selon le Scénario 1

3. Exposition du parc immobilier aux aléas climatiques

Cette section présente la méthodologie utilisée pour analyser l'exposition du parc immobilier aux aléas climatiques, ainsi que les résultats.

3.1. Méthodologie

Cette section présente la méthodologie utilisée pour analyser l'exposition du parc immobilier en France métropolitaine aux 4 aléas suivants : vagues de chaleur, inondations, submersions marines et sécheresses et retraits et gonflements des argiles.

L'exposition au risque du parc est liée à sa localisation. **L'objectif est donc de déterminer si la zone d'implantation d'un bâtiment sera plus ou moins soumise à un aléa climatique** en fonction des différents horizons temporels (2030, 2040 et 2050) et scénarios climatiques (RCP 4.5 et 8.5).

L'analyse de risque climatique nécessite de traiter en carte différentes données correspondant aux aléas climatiques. Ainsi, toutes les manipulations cartographiques ont été réalisées à l'aide du logiciel QGIS, version 3.20. Les analyses d'exposition aux quatre aléas climatiques sont basées sur des croisements entre données prospectives (projection du risque climatique à des horizons temporels divers) et des données actuelles (existence connue du risque à l'heure actuelle) en fonction de la localisation.

Les données sont traitées et les analyses réalisées en utilisant les périmètres des régions climatiques françaises au sens de la Réglementation Thermique 2012. Le téléchargement d'une couche des limites départementales, produites par l'IGN, a permis d'obtenir le découpage suivant après agrégation des départements en fonction des régions climatiques françaises :

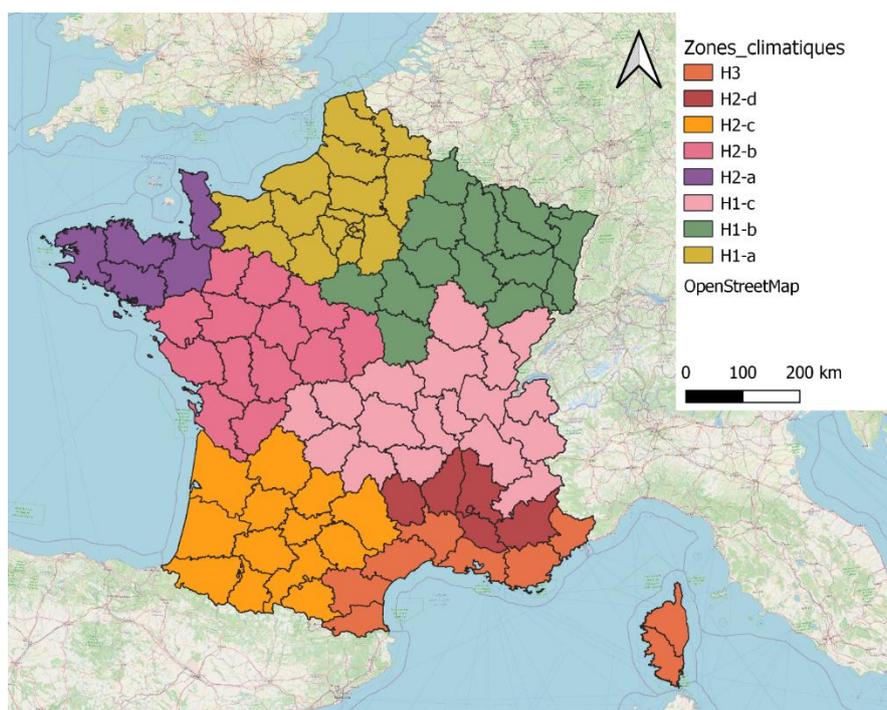


Figure 11 : Les différentes régions climatiques au sens de la RT 2012. Source : IGN.

3.1.1. Vagues de chaleur

Pour analyser l'exposition à l'aléa vagues de chaleur, il faut considérer :

- d'une part l'augmentation des températures ainsi que l'augmentation des vagues de chaleur (intensité et durée)
- d'autre part, la sensibilité de la zone au phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU).

Le phénomène d'îlots de chaleur urbains (ICU)

Le phénomène d'ICU doit être pris en compte dans l'analyse de risque climatique lié au stress thermique et aux vagues de chaleur car l'exposition à ces aléas se voit augmentée en milieu urbain par rapport au milieu rural. Les bâtiments en milieu urbain seront donc plus exposés, et potentiellement plus sensibles, aux risques climatiques liés à la chaleur.

En effet, « combiné à l'augmentation de la population et à la densification urbaine, le changement climatique va rendre plus prégnant le phénomène des îlots de chaleur urbains (ICU), c'est-à-dire une élévation des températures de l'air et de surface des centres-villes par rapport aux périphéries. » « Ce phénomène a des impacts variés : conséquences sur la santé, sur le bien-être [et] sur la résilience des infrastructures et les réseaux urbains » (Cerema, 2019).

Ce phénomène du aux caractéristiques du milieu urbain est lié à différents facteurs, et notamment les « propriétés thermo-physiques des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, des voiries et autres infrastructures, [ainsi que] l'occupation du sol (sols minéralisés, absence de végétation) » (Cerema, 2019).²

Le modèle ICU

Pour représenter les îlots de chaleur urbains (ICU), les cartographies produites dans le cadre du projet MaPuce coordonné par le CNRM³, qui fournissent des informations sur les îlots de chaleur urbains sur 43 villes françaises, ont été utilisées.

Le modèle fournit des cartes qui montrent, sur les 43 agglomérations françaises étudiées, les amplitudes de variation de température. Deux variantes différentes du modèle sont à notre disposition :

- Hot summer 1
- Hot summer 2

Il s'agit de deux modèles atmosphériques différents qui ont permis d'estimer « l'îlot de chaleur urbain, le niveau de stress thermique et les conditions aérauliques pour différentes conditions météorologiques » et dans les différentes villes françaises choisies. Dans le cadre du projet MaPuce, le modèle atmosphérique découpe l'atmosphère de la zone étudiée en mailles cubiques où sont calculés et analysés différents éléments : le vent, la température, l'humidité, la pression, les nuages. Ces deux jeux de données sont disponibles au format shapefile (couche vecteur) et ont donc été traités sur QGIS.

Les deux cartes ci-dessous sont un exemple représentatif des deux configurations d'ICU issues du projet MaPuce, donnant des répartitions de températures différentes.

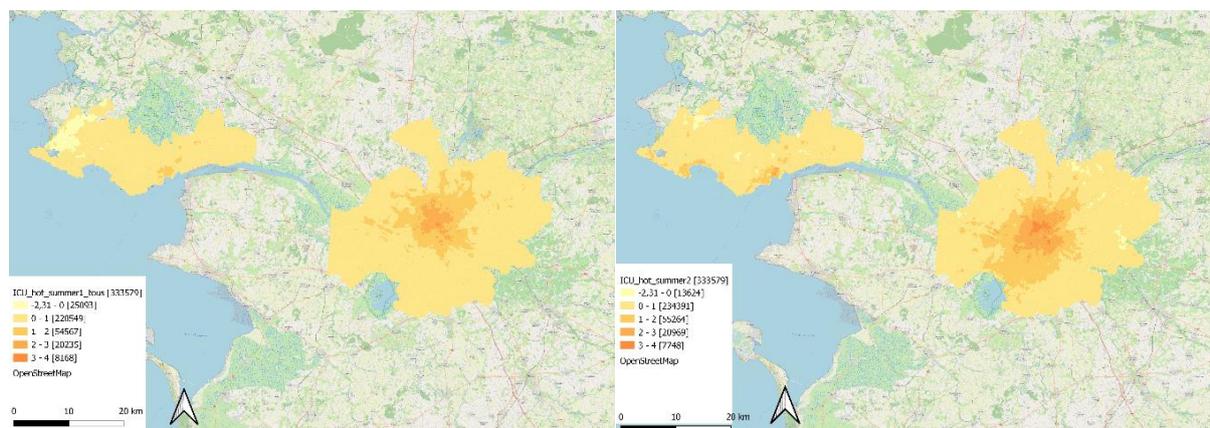


Figure 12 : Le modèle ICU autour de Nantes (« Hot summer 1 » à gauche et « Hot summer 2 » à droite). Source : projet MaPuce CNRM

La première étape a été de réaliser la synthèse des deux modèles à disposition (hot summer 1 et hot summer 2), afin de pouvoir traiter l'information sur la température. Afin de rendre compte au mieux d'une exposition accrue au stress thermique ainsi qu'aux vagues de chaleur en ville, il est nécessaire de conserver la température maximale entre les deux modèles en chaque point. Cela permet de prendre en compte l'exposition maximale au risque de chaleur en ville et ainsi d'anticiper au mieux la sensibilité du bâti et les actions à mettre en place.

Après sélection des températures maximales en chaque point, cette nouvelle carte est obtenue :

² Source des informations présentées sur les ICU : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/ilots-chaleur-agir-territoires-adapter-villes-au-changement>

³ Les informations complètes concernant ce modèle sont disponibles dans le document suivant : http://www.umr-cnrm.fr/ville.climat/IMG/pdf/rapport_scientifique_mapuce_v1.2.pdf

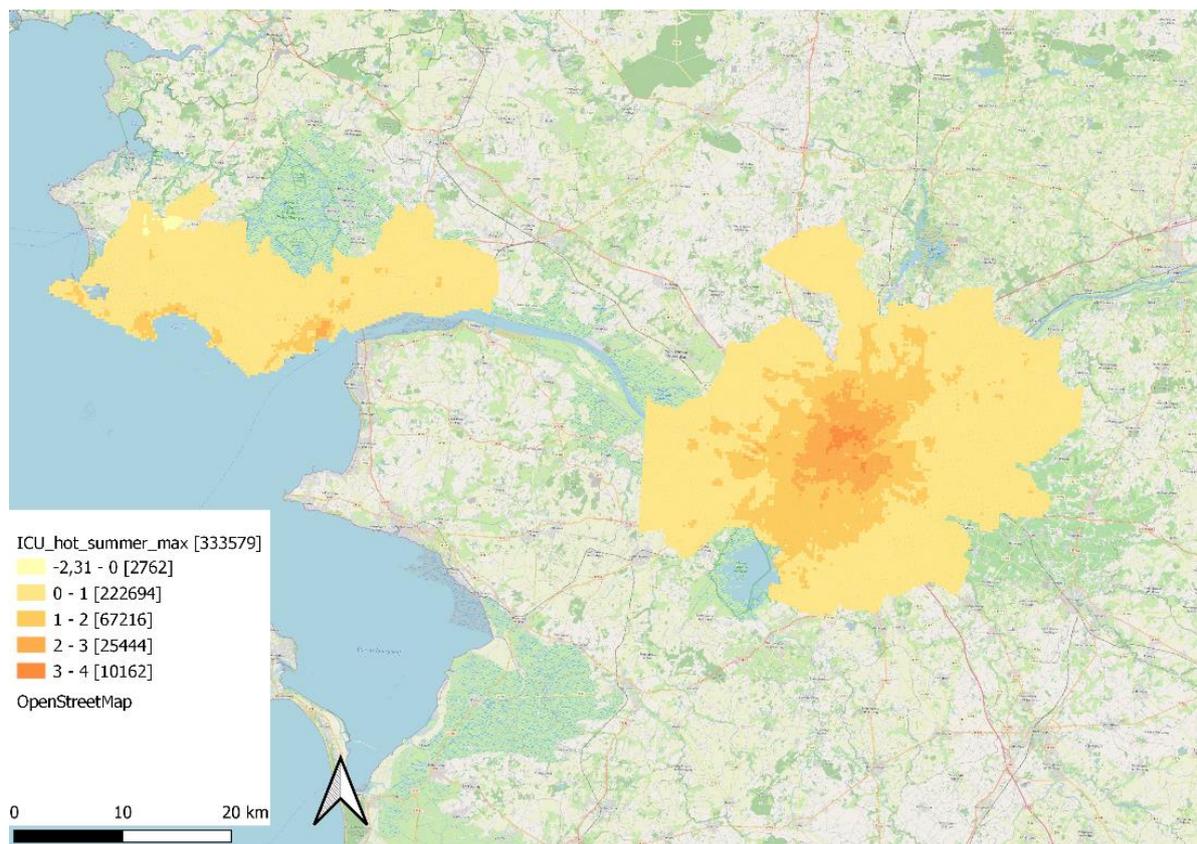


Figure 13 : Le maximum entre les 2 modèles ICU autour de Nantes. Source : projet MaPuce CNRM.

Le découpage en fonction des régions climatiques

En croisant les informations cartographiques disponibles dans la couche correspondant au Hot summer MAX et dans les différentes couches correspondant aux régions climatiques, des couches shapefiles regroupant uniquement les informations sur les ICU de chaque région climatique sont obtenues. C'est-à-dire que les ICU sont regroupés selon l'étendue spatiale de la région climatique dans lesquels ils se trouvent afin de produire une couche shapefile unique pour les ICU au sein d'une même région climatique.

Les cartes obtenues sont les suivantes (par exemple ci-dessous, les ICU de la région climatique H1-a) :

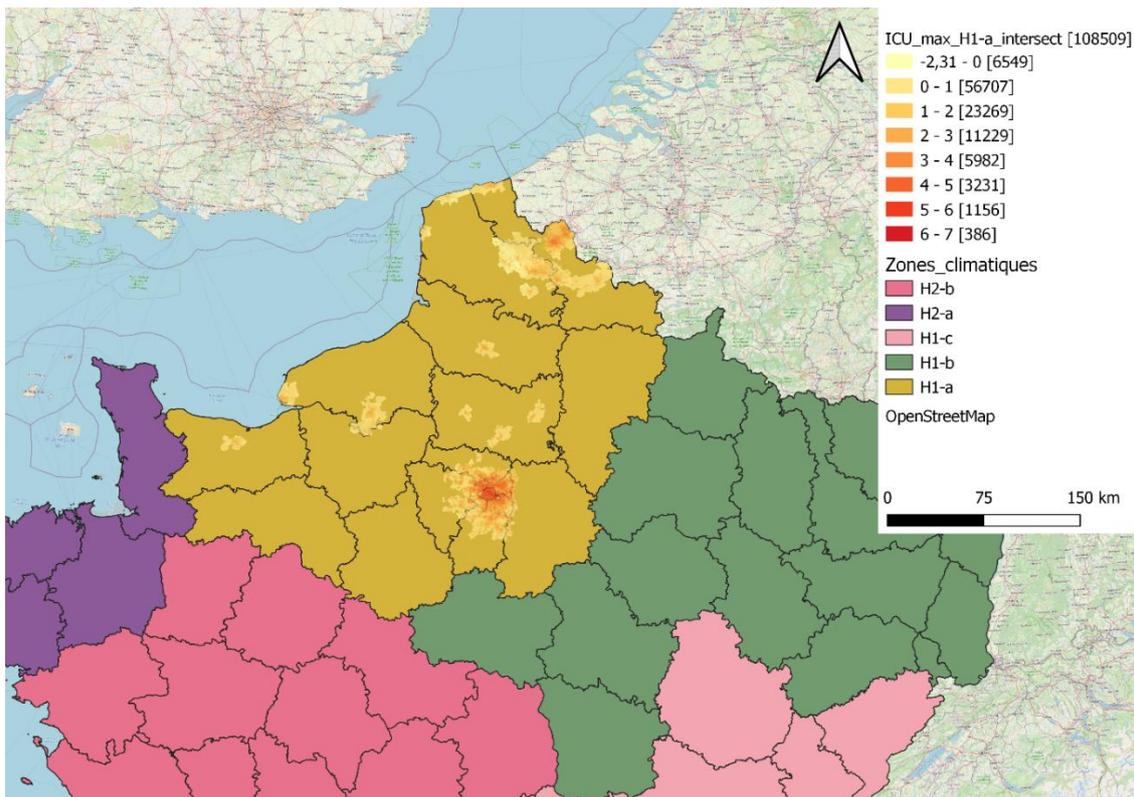


Figure 14 : Le modèle ICU-Max au sein de la région climatique H1-a. Source : projet MaPuce CNRM et IGN.

Les analyses statistiques en fonction des régions climatiques

Le modèle de cartographie d'îlot de chaleur urbain est utilisé pour déterminer l'exposition à l'aléa vague de chaleur en milieu urbain, car il rend compte d'une exposition spécifique des zones urbaines à la chaleur et au stress thermique. Il sera croisé avec des informations climatiques régionales qui permettent d'évaluer l'évolution de l'aléa stress thermique dans le temps et selon les différentes régions climatiques, à la fois en zone rurale et en zone urbaine.

Pour cela, des analyses statistiques ont été faites sur chaque région climatique afin d'obtenir des informations quantitatives concernant les températures représentées dans le modèle d'îlot de chaleur urbain.

Ainsi, sur chaque région climatique, les informations suivantes ont notamment été extraites :

- Décompte du nombre de points avec une information de température dans la région climatique
- Valeur minimale de température de la région climatique
- Valeur maximale de température de la région climatique
- Valeur moyenne de température de la région climatique
- Valeur médiane de température de la région climatique
- L'écart-type et le coefficient de variation des données de la région climatique
- La valeur la plus rare ainsi que la valeur la plus fréquente
- Les différentes valeurs de premier quartile, troisième quartile, et écart interquartile

La valeur maximale de température sur chaque région climatique est retenue. D'une part, cela permet de rendre compte des disparités entre les régions climatiques. D'autre part, cela permet de nouveau de prendre en compte l'exposition maximale au risque de chaleur urbaine et donc d'anticiper la sensibilité du bâti et les actions à mettre en place.

Régions climatiques	Min	Max	Moyenne	Médiane	Ecart-type
H1-a	-0,256807	6,9126018	1,4123397	1,0436712	1,1577988
H1-b	-0,165925	4,7609167	0,9852906	0,6856554	0,7927365
H1-c	-0,470474	5,1105553	1,0568798	0,8440997	0,8191829
H2-a	-0,087388	2,6407516	0,6049292	0,4825431	0,5165555

H2-b	-0,056759	3,8281109	0,6699636	0,4715696	0,5812529
H2-c	-0,162235	4,1203153	0,7251764	0,4683986	0,7069879
H2-d	-0,726151	2,6228487	0,2831682	0,2102667	0,2817374
H3	-1,270955	3,5175343	0,3252007	0,2081772	0,3832638

Figure 15 : Données statistiques sur le modèle ICU-Max obtenues en fonction des régions climatiques.

La valeur maximale correspond au maximum de température de l'écart de température lié à l'effet d'ICU dans la région climatique. C'est-à-dire qu'il s'agit de la valeur de température au point où la température est la plus élevée sur toute la région climatique.

Cette valeur sera utilisée préférentiellement pour rendre compte du niveau d'exposition à l'aléa vague de chaleur sur l'ensemble de la région climatique. Toutes les agglomérations n'étant pas couvertes dans le modèle ICU du projet MaPuce, cette valeur sera appliquée à l'ensemble des zones urbaines de la région climatique pour représenter l'exposition au phénomène d'ICU dans cette région climatique.

Projection climatique des degré-jours de climatisation

Sélection de l'indicateur degré-jours de climatisation par région climatique

Des données supplémentaires sont nécessaires pour finaliser l'analyse de l'exposition à l'aléa vague de chaleur. En effet, le modèle utilisé dans le cadre des îlots de chaleur urbains apporte une information ne prenant pas en compte une évolution dans le futur dépendante des différentes projections climatiques existantes.

Ainsi, il faut obtenir les données des scénarios climatiques qui permettront de projeter l'évolution des températures aux différents horizons temporels étudiés. Grâce à ces données, il est possible de déterminer le niveau des températures ainsi que les vagues de chaleur à un horizon temporel donné.

Les données utilisées sont issues de la plateforme DRIAS. L'indicateur utilisé est l'**indice CDD**, degrés jours de climatisation. Il s'agit d'un indicateur du « cumul sur la période des dépassements du seuil de 18°C par la température quotidienne moyenne »⁴. On utilise ces données pour connaître l'évolution des événements créant un stress thermique à différents horizons temporels (2020, 2030, 2040 et 2050) et pour deux des scénarios du GIEC (le scénario RCP 4.5 et le scénario RCP 8.5).

Afin de limiter l'impact de la variabilité climatique sur les résultats de calculs de risques, des périodes de 21 ans ont été étudiées. L'indicateur, pour chaque horizon temporel, correspond à la médiane des indices annuels CDD des périodes suivantes :

- Pour l'horizon temporel 2020, la période est 2010 – 2030
- Pour l'horizon temporel 2030, la période est 2020 - 2040
- Pour l'horizon temporel 2040, la période est 2030 - 2050
- Pour l'horizon temporel 2050, la période est 2040 - 2060

Les informations sont géoréférencées sur la grille Safran. La totalité des données a été regroupée en fonction des régions climatiques afin de pouvoir faire des statistiques sur une région climatique à la fois. La carte ci-dessous est représentative des points de données visibles sur une région climatique :

⁴ Plus d'informations sur les indicateurs DRIAS disponibles à ce lien : <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/181>

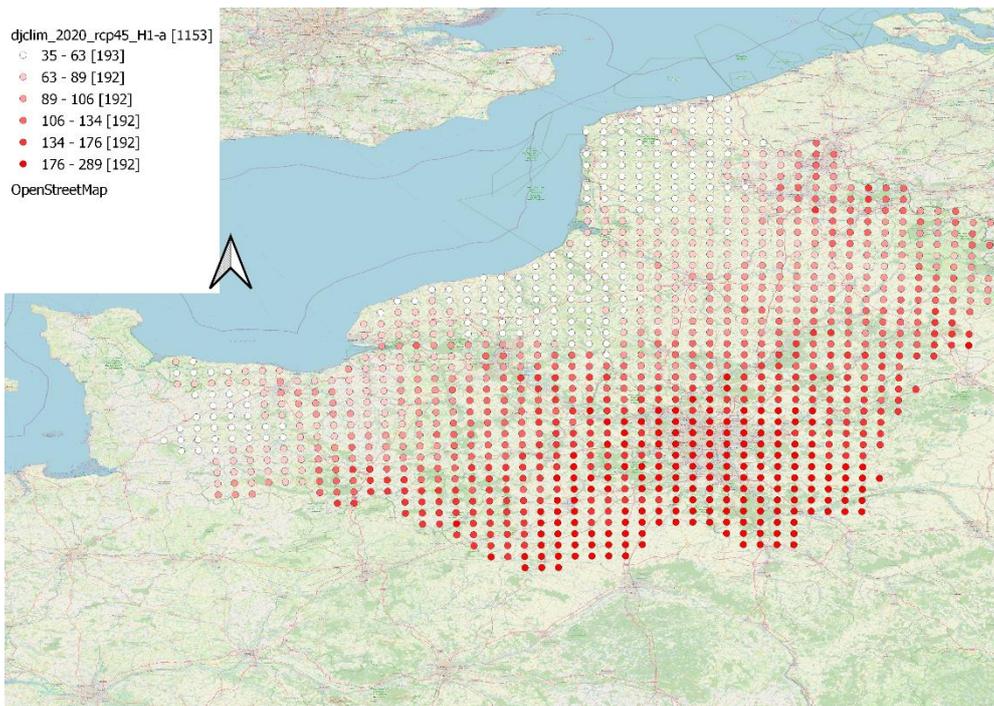


Figure 16 : Données DRIAS sur l'indicateur degrés jour de climatisation, en 2020 selon le scénario RCP 4.5 du GIEC, dans la région climatique H1-a. Source : DRIAS et IGN.

Statistiques sur l'indicateur degré-jours de climatisation par région climatique

A la suite de ces traitements, des statistiques ont été tirées des indices de degrés jours de climatisation, pour l'ensemble des régions climatiques d'une part, et pour chacun des scénarios et des horizons temporels au sein de cette même région climatique d'autre part. Cela permet d'obtenir une valeur unique dans la région climatique, à un horizon donné pour un scénario donné. Cette valeur unique est appliquée à l'ensemble de la région pour projeter à l'analyse de l'exposition des bâtiments de cette région.

Les données statistiques obtenues sont visibles dans le tableau ci-dessous :

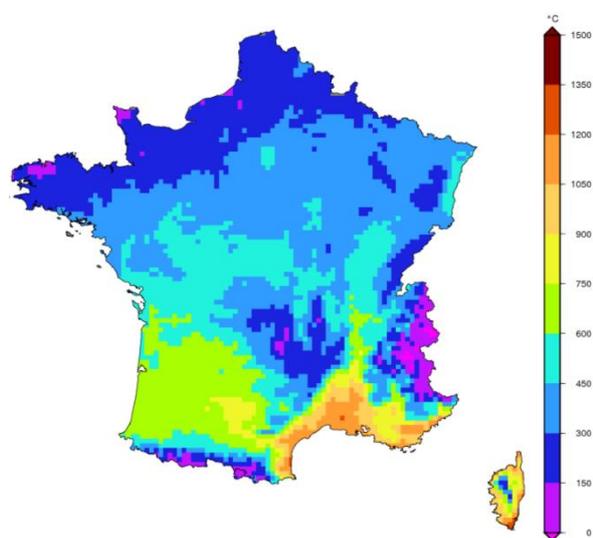
Djclim	2040_rcp45_H1-a	2040_rcp45_H1-b	2040_rcp45_H1-c	2040_rcp45_H2-a
Champ analysé	median_djc	median_djc	median_djc	median_djc
Compte	1153	1316	1703	510
Valeurs Uniques	1111	1246	1570	499
Valeurs NULL	0	0	0	0
Valeur minimale	40,52	45,99	0	10,92
Valeur maximale	324,15	348,34	441,43	199,81
Plage	283,63	302,35	441,43	188,89
Somme	160445,83	268284,56	311577,15	49005,37
Valeur moyenne	139,1550997	203,8636474	182,9578097	96,08896078
Valeur médiane	130,85	201,585	196,3	85,935
Ecart-type	58,09319995	42,36933084	97,57637805	43,72627235
Coefficient de Variation	0,417470866	0,207831712	0,533327209	0,455060311
Minorité	40,52	45,99	0,04	10,92
Mode principal	113,46	151,61	0	42,97
Premier quartile	92,59	176,27	116,135	61,14
Troisième quartile	178,1	229,685	243,805	123,29
Écart interquartile (EI)	85,51	53,415	127,67	62,15

Figure 17 : Extrait de statistiques sur l'indicateur degrés jour de climatisation (données DRIAS), en 2040 selon le scénario RCP 4.5 du GIEC.

Les indicateurs conservés pour la suite de l'analyse de risque sont les **valeurs maximales de l'indice CDD** sur la région climatique en question, pour le scénario du GIEC considéré. Ce choix a été effectué car il permet d'observer une plus grande variation et il tient compte du risque maximal.

Croisement risque ICU et projection des degrés-jour de climatisation

Afin de classer les régions climatiques par niveaux de risque, la mise en place d'une échelle est primordiale. L'échelle conçue par la DRIAS pour l'affichage des données (dans la partie 'Découverte des données⁵') en cartographies a été adaptée à ce travail.



L'échelle des indices CDD est définie comme suit :

- Les régions climatiques ayant un degré-jour de climatisation maximal inférieur à 450 DJU⁶ ont été considérées à risque faible.
- Les régions climatiques ayant un maximum de degré-jour de climatisation compris entre 450 DJU et 750 DJU ont été considérées comme à risque moyen.
- Les régions ayant un maximum de degré-jour de climatisation supérieur à 750 DJU ont été considérées comme à risque fort.

Une démarche similaire a été adoptée pour qualifier le risque lié à l'îlot de chaleur urbain (ICU). L'échelle des températures d'ICU est définie comme suit :

- En zone rurale, ce phénomène a été considéré comme nul.
- Lorsque l'augmentation maximale de la température due à l'effet de chaleur urbain ne dépassait pas 4.5°C, l'effet d'îlot de chaleur urbain a été considéré comme moyen.
- Au-delà, l'effet de l'ICU a été considéré comme fort.

Enfin, la matrice suivante a été utilisée afin de construire un indice d'exposition au risque qui sera utilisé pour le calcul des résultats sur l'exposition du parc au risque de vague de chaleur (cf III.1).

	ICU-NUL	ICU MOYEN	ICU FORT
CDD - Risque Faible	Risque passable	Risque passable	Risque important
CDD - Risque Moyen	Risque passable	Risque important	Risque très important
CDD - Risque Fort	Risque important	Risque très important	Risque très important

⁵ Découverte des données sur la plateforme DRIAS, les futurs du climat : <http://www.drias-climat.fr/decouverte>

⁶ Le degré jour unifié (DJU) est la différence entre la température extérieure et une température de référence qui permet de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique pour maintenir un bâtiment confortable en proportion de la rigueur de l'hiver ou de la chaleur de l'été. (Source : Wikipédia)

3.1.2. Inondations

Pour analyser l'exposition à l'aléa inondations, il faut considérer

- d'une part les zones sujettes à une inondation par remontée de nappes
- d'autre part l'évolution dans le temps des précipitations intenses.

Par ailleurs, la sensibilité aux précipitations intenses de la zone d'implantation du bâtiment se verra augmentée dans le cas d'une forte artificialisation des sols (dans le cas des milieux urbains par exemple). En effet, le ruissellement augmente sur les sols artificialisés, ce qui augmente le niveau de risque face à l'aléa inondation. Ainsi, le niveau de risque d'inondation actuel doit être différencié dans chacune des régions climatiques en fonction de l'implantation (urbain / rural) du bâtiment.

Inondations par remontées de nappes

Affichage initial des données

Pour les inondations, la carte sur les risques d'inondation par remontée de nappes disponible sur Géorisques⁷ a été utilisée. Elle détaille, à l'échelle de la France, les zones exposées à ce risque sur une échelle de 3 niveaux (risque 0 : pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave, risque 1 : zones potentiellement sujettes aux inondations de cave, risque 2 : zones potentiellement sujettes aux débordements de nappes, soit inondation des rez-de-chaussée).

La figure ci-dessous représente ces risques d'inondations à l'heure actuelle :

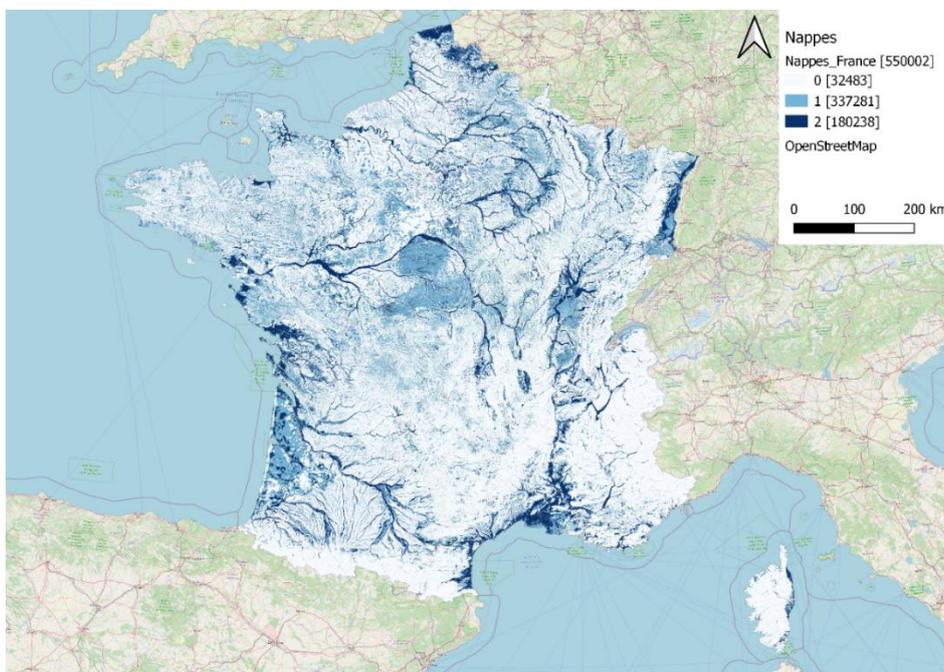


Figure 18 : Cartographie du niveau de risque d'inondation par remontées de nappes en France métropolitaine. Source : Géorisques

Découpage en fonction des régions climatiques

Un découpage par région climatique a été réalisé pour permettre d'analyser le risque de manière distincte pour chacune d'entre elles (cf. Figure ci-dessous).

⁷ <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/inondations-par-remontee-de-nappes>

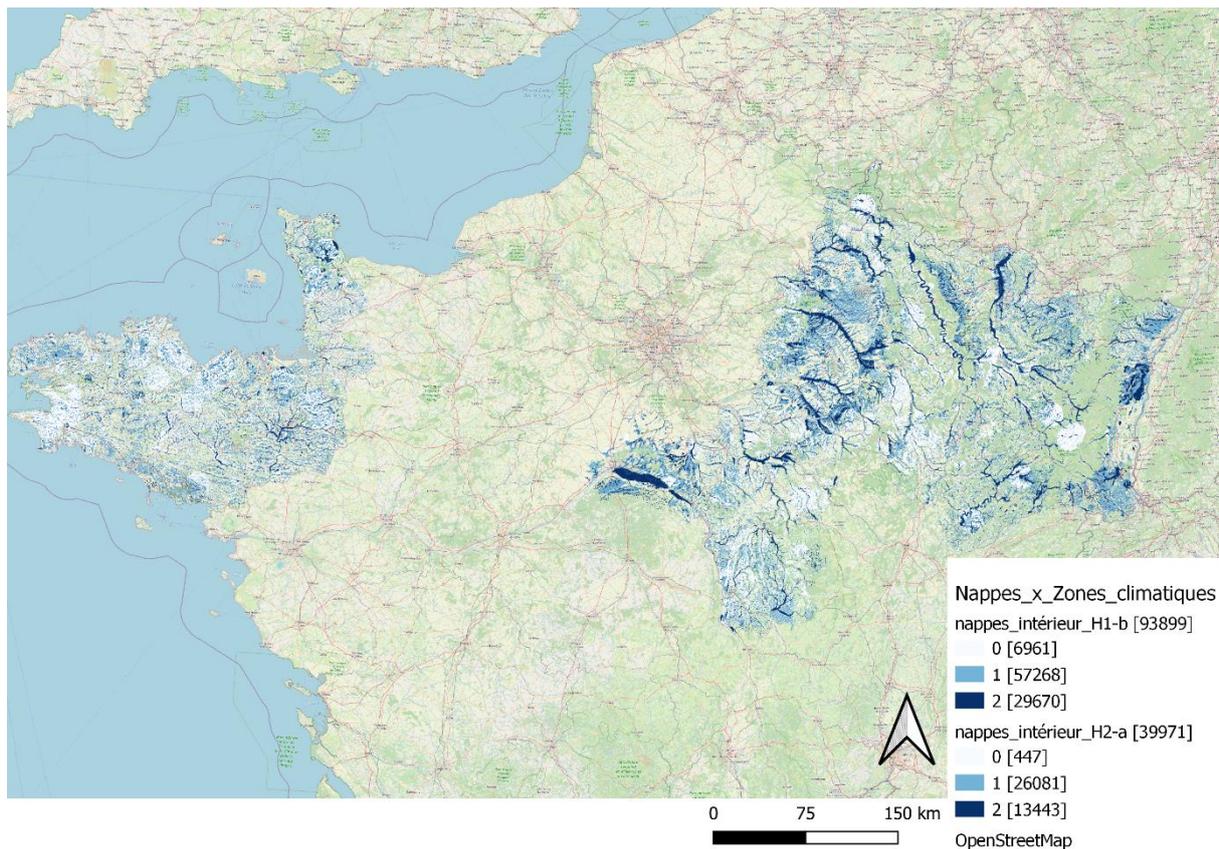


Figure 19 : Cartographie du niveau de risque d'inondation par remontées de nappes sur les régions climatiques H1-b (~Est) et H2-a (~Bretagne). Source : Georisques et IGN.

Décompte des bâtiments en fonction des niveaux de risque

Dans le cas du risque lié aux remontées de nappes, les niveaux de risque donnés étant sur 3 niveaux, des analyses statistiques ne sont pas pertinentes et donnent des valeurs peu différenciées sur les différentes régions climatiques. C'est pourquoi il est plus judicieux de traiter les données en fonction du nombre de bâtiments concernés par un niveau de risque donné.

Dans un premier temps, les cartes de niveaux d'inondation dans les régions climatiques ont été découpées par niveau de risque. Ainsi, pour chaque région climatique, nous avons à disposition 3 cartes pour les 3 niveaux de risque (risque 0 : pas de débordement ; risque 1 : inondations de cave ; risque 2 : débordements de nappes, soit inondations des RDC) définis par Géorisques.

Puis, la BD Topo (base de données fournie par l'IGN, qui cartographie les bâtiments à l'échelle de la France) a été téléchargée. Par recouvrement des informations spatiales, on détermine le nombre d'entités de la BD Topo (= le nombre de bâtiments) se trouvant dans chacune des couches obtenues de niveau de risque pour les régions climatiques. Pour ce projet, les analyses ont été faites sur les couches départementales « Bâtiment », qui contiennent à la fois des bâtiments résidentiels et non-résidentiels (à savoir du tertiaire, de l'industriel et de l'agricole).

Dans un second temps, une différenciation urbain/rural est effectuée. Cette différenciation est basée sur un travail de cartographie de l'occupation des sols en Europe, permettant d'obtenir une carte appelée LCZ (pour Local Climate Zone). Il est nécessaire de faire cette différenciation pour l'aléa inondation car les phénomènes de ruissellement (en opposition à ceux d'infiltration) de l'eau sont conditionnés pour partie par la nature du sol. Un sol urbanisé (donc artificialisé) favorisera le ruissellement, et donc l'inondation, en cas de fortes pluies et/ou de débordement d'un cours d'eau quand un sol non artificialisé sera plus propice à l'infiltration de l'eau et limitera donc l'exposition aux inondations.

Ainsi, la carte des bâtiments concernés par un niveau de risque donné est utilisée. Celle-ci est redécoupée en une carte indépendante pour ceux en milieu urbain. On obtient donc le nombre de bâtiment en milieu urbain pour le niveau de risque qui est traité. Pour les bâtiments en milieu rural, on utilise la différence entre le nombre total de bâtiments et le nombre de bâtiments situés en milieu urbain (pour le même niveau de risque dans les deux cas).

On obtient les informations suivantes, qui peuvent être consignées dans un tableau :

	H1a			H1b		
	Total	Urbain	Rural	Total	Urbain	Rural
<i>Pas de débordement</i>	5065213	2931016	2134197	2386851	1202196	1184655
<i>Débordement de cave</i>	3251814	2282118	969696	2006665	1258765	747900
<i>Débordement de nappes</i>	2664872	2018710	646162	1467546	1037508	430038
Total bâtiments touchés (cave+nappes)	5916686	4300828	1615858	3474211	2296273	1177938
Total bâtiments non touchés	4753436	-	-	2599411	-	-
Total bâtiments région climatique	10670122	-	-	6073622	-	-

Figure 20 : Résultats (en nombre de bâtiments) du croisement entre les cartes des niveaux de risque d'inondation et celles des bâtiments pour les régions climatiques H1a et H1b.

Projection de la fraction des précipitations journalières intenses

Sélection dans l'indicateur de précipitations par région climatique

Des données supplémentaires sont nécessaires pour finaliser l'analyse de l'exposition à l'aléa inondation. Il faut traiter les données des scénarios climatiques qui permettent de projeter l'évolution des précipitations intenses aux différents horizons temporels étudiés et les coupler aux données d'inondations par remontées de nappes, qui sont basées sur données historiques, ne prenant pas en compte une évolution dans le futur dépendante des différentes projections climatiques existantes.

Les données utilisées sont issues de la plateforme DRIAS. L'indicateur utilisé est l'**indice PFL90**, fraction des précipitations journalières intenses⁸. On utilise ces données pour connaître l'évolution des précipitations à différents horizons temporels (2020, 2030, 2040 et 2050) et pour deux des scénarios du GIEC (le scénario RCP 4.5 et le scénario RCP 8.5).

Afin de limiter l'impact de la variabilité climatique sur les résultats de calculs de risques, des périodes de 21 ans ont été étudiées. L'indicateur, pour chaque horizon temporel, correspond à la médiane des indices annuels PFL90 des périodes suivantes :

- Pour l'horizon temporel 2020, la période est 2010 – 2030
- Pour l'horizon temporel 2030, la période est 2020 - 2040
- Pour l'horizon temporel 2040, la période est 2030 - 2050
- Pour l'horizon temporel 2050, la période est 2040 - 2060

Les informations sont géoréférencées sur la grille Safran. La totalité des données a été regroupée en fonction des régions climatiques afin de pouvoir faire des statistiques sur une région climatique à la fois. La carte ci-dessous est représentative des points de données visibles sur une région climatique :

⁸ Informations supplémentaires disponibles à ce lien : <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/181>

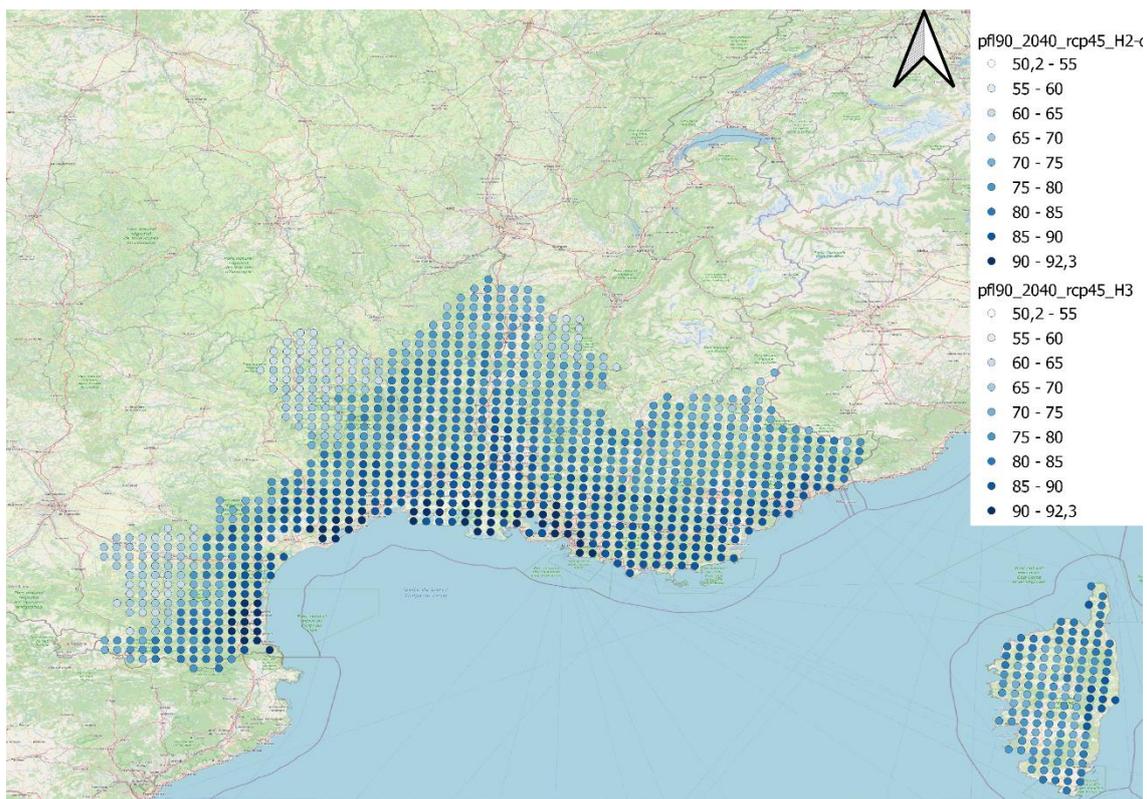


Figure 21 : Données DRIAS sur l'indicateur de précipitation pfl90, en 2040 selon le scénario rcp 4.5 du GIEC, dans les régions climatiques H2-d et H3. Source : DRIAS et IGN.

Statistiques sur l'indicateur de précipitations par région climatique

A la suite de ces traitements, des statistiques ont été tirées des indices de **fractions des précipitations journalières intenses (PFL90)**, pour l'ensemble des régions climatiques d'une part, et pour chacun des scénarios et des horizons temporels au sein de cette même région climatique d'autre part. Cela permet d'obtenir une valeur unique dans la région climatique, à un horizon donné pour un scénario donné. Cette valeur unique est appliquée à l'ensemble de la région pour projeter à l'analyse de l'exposition des bâtiments de cette région.

Les données statistiques obtenues sont visibles dans un tableau tel que celui présenté ci-dessous :

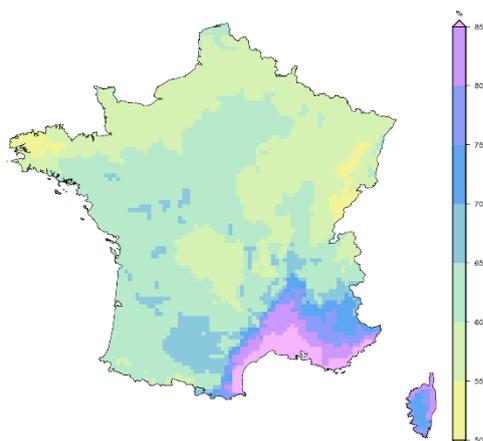
Pfl90	2030_rcp45_H1-a	2030_rcp45_H1-b	2030_rcp45_H1-c	2030_rcp45_H2-a
<i>Champ analysé</i>	median_pfl	median_pfl	median_pfl	median_pfl
<i>Compte</i>	1153	1316	1703	510
<i>Valeurs Uniques</i>	613	652	984	377
<i>Valeurs NULL</i>	0	0	0	0
<i>Valeur minimale</i>	55,04	52,11	52,33	51,85
<i>Valeur maximale</i>	65,03	64,93	76,49	63,32
<i>Plage</i>	9,99	12,82	24,16	11,47
<i>Somme</i>	68291,23	76217,54	104031,59	29571,26
<i>Valeur moyenne</i>	59,22916739	57,91606383	61,08725191	57,98286275
<i>Valeur médiane</i>	58,87	57,55	60,59	58,08
<i>Ecart-type</i>	2,32789219	2,293066663	4,200740375	2,764703445
<i>Coefficient de Variation</i>	0,039303139	0,03959293	0,068766236	0,047681389
<i>Minorité</i>	55,04	52,11	52,33	51,85
<i>Mode principal</i>	57,94	56,3	60,57	58,25
<i>Premier quartile</i>	57,25	56,21	58,145	55,78
<i>Troisième quartile</i>	61,06	59,38	62,93	60,06
<i>Écart interquartile (EI)</i>	3,81	3,17	4,785	4,28

Figure 22 : Extrait de statistiques sur l'indicateur de précipitations pfl90 (données DRIAS), en 2030 selon le scénario rcp 4.5 du GIEC.

Les indicateurs conservés pour la suite de l'analyse de risque sont les **valeurs maximales de l'indice PFL90** sur la région climatique en question, pour le scénario du GIEC considéré. Ce choix a été effectué car il permet d'observer une plus grande variation et il tient compte du risque maximal.

Croisement remontées de nappes et précipitations intenses

Afin de classer les régions climatiques par niveau de risque, la mise en place d'une échelle est primordiale. L'échelle conçue par la DRIAS pour l'affichage des données (dans la partie 'Découverte des données') en cartographies a été adaptée à ce travail.



L'échelle des indices PFL90, fraction de précipitation intense journalière, est définie comme suit :

- Les régions climatiques ayant une fraction de précipitation intense journalière inférieure à 60% ont été considérées à risque faible.
- Les régions climatiques ayant un maximum de fraction de précipitation intense journalière compris entre 60% et 70% ont été considérées comme à risque moyen.
- Les régions climatiques ayant un maximum de fraction de précipitation intense journalière supérieure à 70% ont été considérées comme à risque fort.

Pour rappel, l'échelle de risque des inondations par remontées de nappes est définie comme suit :

- Risque 0 : Pas de débordement
- Risque 1 : Débordement de cave
- Risque 2 : Débordement de RDC

Enfin, la matrice suivante a été utilisée afin de construire un indice d'exposition au risque qui sera utilisé pour le calcul des résultats sur l'exposition du parc au risque inondation (cf III.1).

	Risque 0 : Pas de débordement	Risque 1 : Débordement de cave	Risque 2 : Débordement de RDC
PFL90 - Risque Faible	Risque passable	Risque passable	Risque important
PFL90 - Risque Moyen	Risque passable	Risque important	Risque très important
PFL90 - Risque Fort	Risque important	Risque très important	Risque très important

A la suite de l'extraction de cet indicateur, il s'est avéré que son évolution ne permettait pas de rendre compte de l'augmentation du phénomène de précipitations extrêmes. En effet, l'indicateur choisi qui ne rend pas compte de l'augmentation de l'intensité des précipitations, il tient compte de la durée de celles-ci, qui n'évolue pas voire tend à diminuer. En d'autres termes, la fraction de précipitations intenses peut rester la même, c'est-à-dire que le temps passé avec une forte pluie soit identique, mais que l'intensité de la pluie soit encore plus élevée. Or, c'est ce paramètre qu'il faudrait évaluer pour observer l'effet du changement climatique sur les précipitations, et c'est justement ce paramètre qui n'est pas disponible.

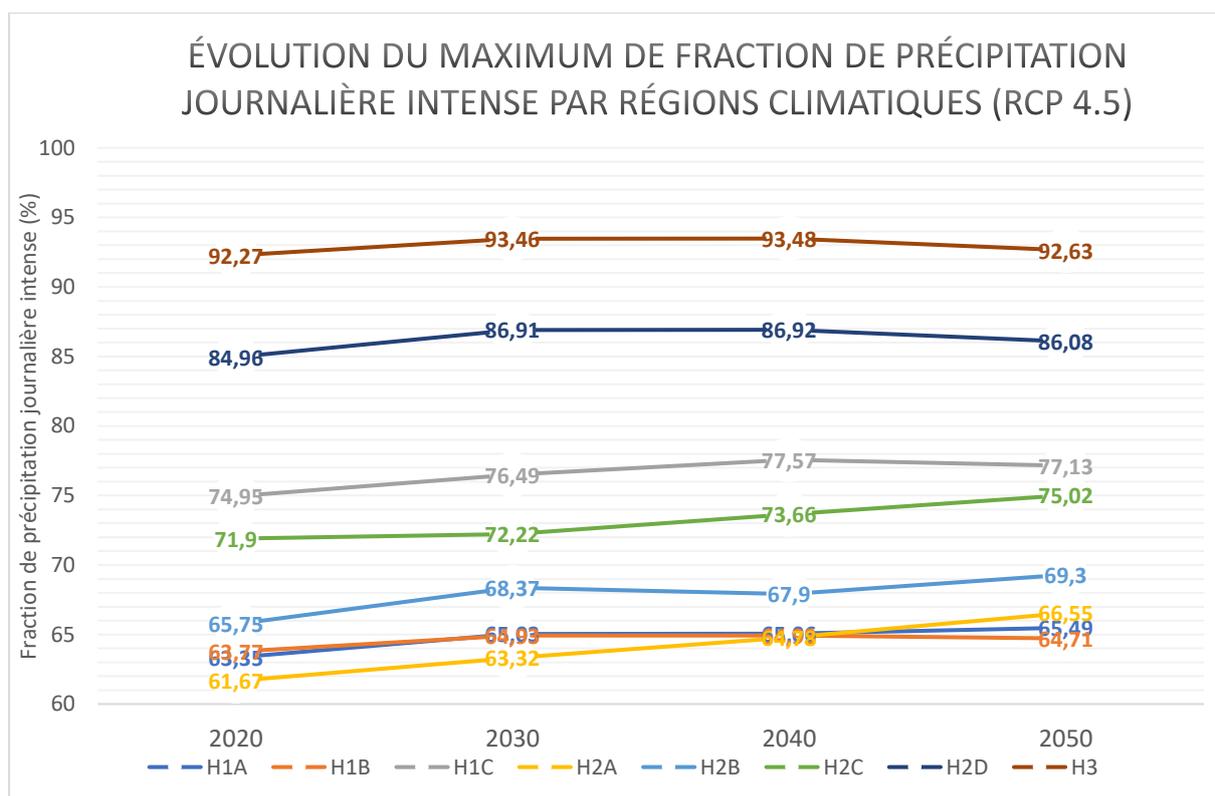


Figure 23 : Evolution du maximum de la fraction de précipitation journalière intense par régions climatiques selon le scénario RCP 4.5

Le graphique ci-dessus représente l'évolution de l'indice PFL90 par horizon temporel et régions climatiques et permet d'observer l'absence d'augmentation significative.

La DRIAS ne disposant pas d'autres indicateurs sur ce phénomène, l'indicateur de PFL90 a tout de même été utilisé. Une perspective pour ce travail serait l'étude des nouveaux indicateurs à paraître par la DRIAS afin de s'arrêter sur des valeurs plus adéquates à ce travail.

3.1.3. Sécheresses et Retraits-Gonflements des Argiles (RGA)

Pour analyser l'exposition aux sécheresses, il faut considérer

- d'une part les zones sujettes aux risques de retraits et gonflements des argiles
- d'autre part l'évolution dans le temps des sécheresses des sols.

Ainsi, le niveau de risque de RGA actuel sera analysé dans chacune des régions climatiques. Puis, les projections climatiques sur l'évolution à venir des sécheresses seront étudiées. L'ensemble de ces informations sera utilisé pour déterminer le nombre de bâtiments touchés dans chacune des régions climatiques et pour chaque niveau de risque (actuel et futur).

Retraits et gonflements des argiles

Affichage initial des données

Pour l'aléa Retrait-Gonflement des Argiles (RGA), une carte disponible sur Géorisques recensant les zones exposées au phénomène de RGA a été utilisée. Elle détaille, à l'échelle de la France, les zones exposées à ce phénomène sur une échelle de 3 niveaux de risque (risque 1 pour faible, risque 2 pour moyen, et risque 3 pour fort).

Elle est visible en carte de la façon suivante :

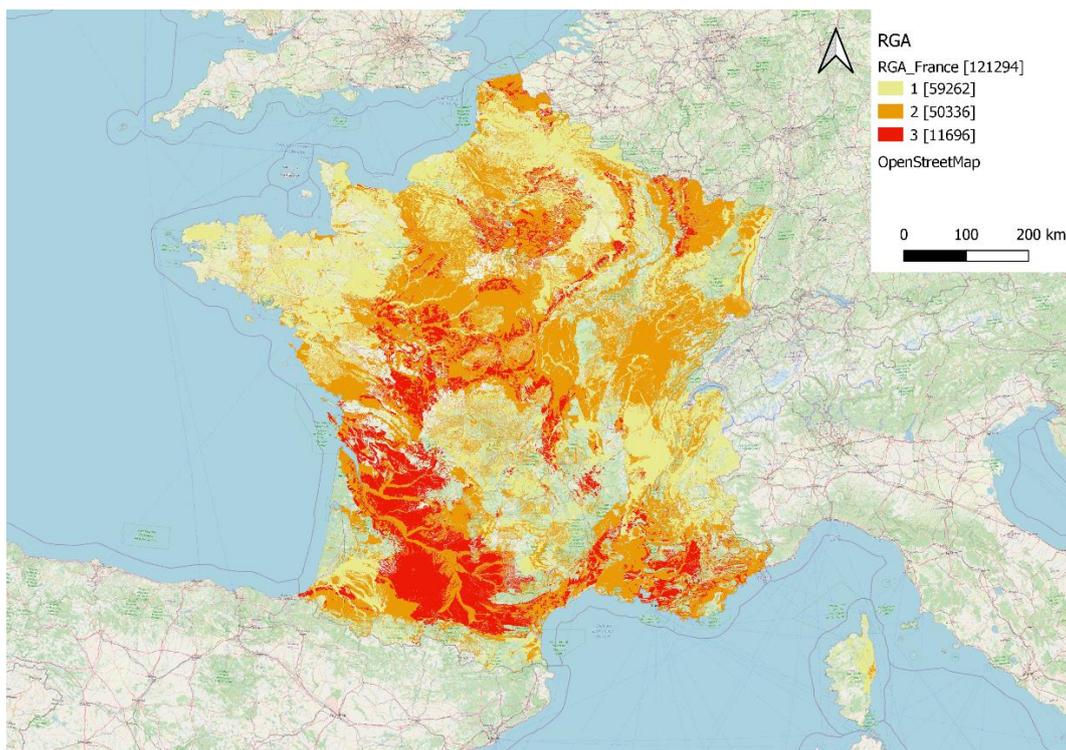


Figure 24 : Cartographie du niveau de risque de RGA en France métropolitaine. Source : Georisques.

Découpage en fonction des régions climatiques et des niveaux de risque

De la même manière que pour les autres aléas, un découpage par région climatique a été fait pour permettre d'analyser le risque de manière distincte pour chacune d'entre elles. Ci-dessous se trouve une carte représentant le découpage par région climatique.

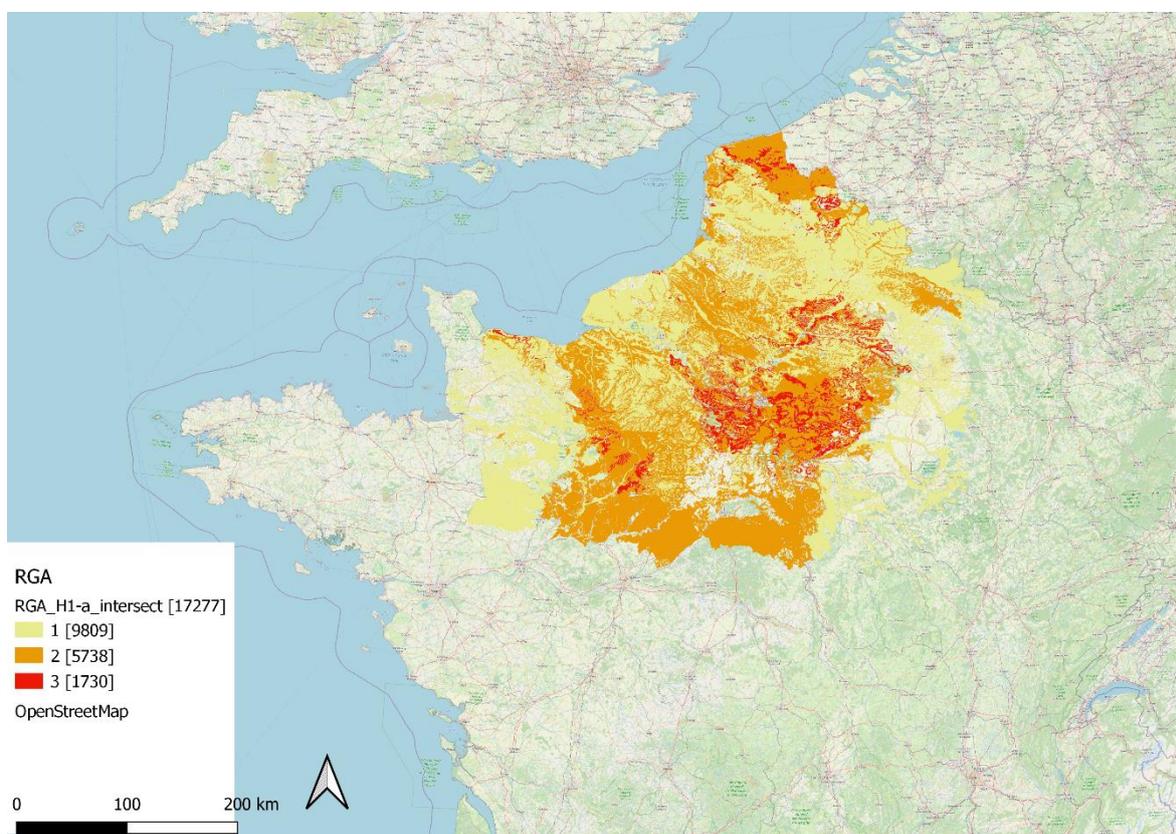


Figure 25 : Cartographie du niveau de risque RGA sur la région climatique H1-a. Source : Georisques et IGN.

Il est également possible de séparer, au sein d'une même couche, les entités correspondant au même niveau de risque. Dans le cas de la carte sur l'exposition au phénomène de RGA, on peut ainsi obtenir 3 cartes différentes (à l'échelle de la France et/ou par niveau de risque), qui présentent respectivement les niveaux d'exposition faible, moyen et fort. Ce découpage peut être effectué simultanément sur une zone climatique ou un département et sur un niveau de risque.

Le type de représentation obtenu est le suivant :

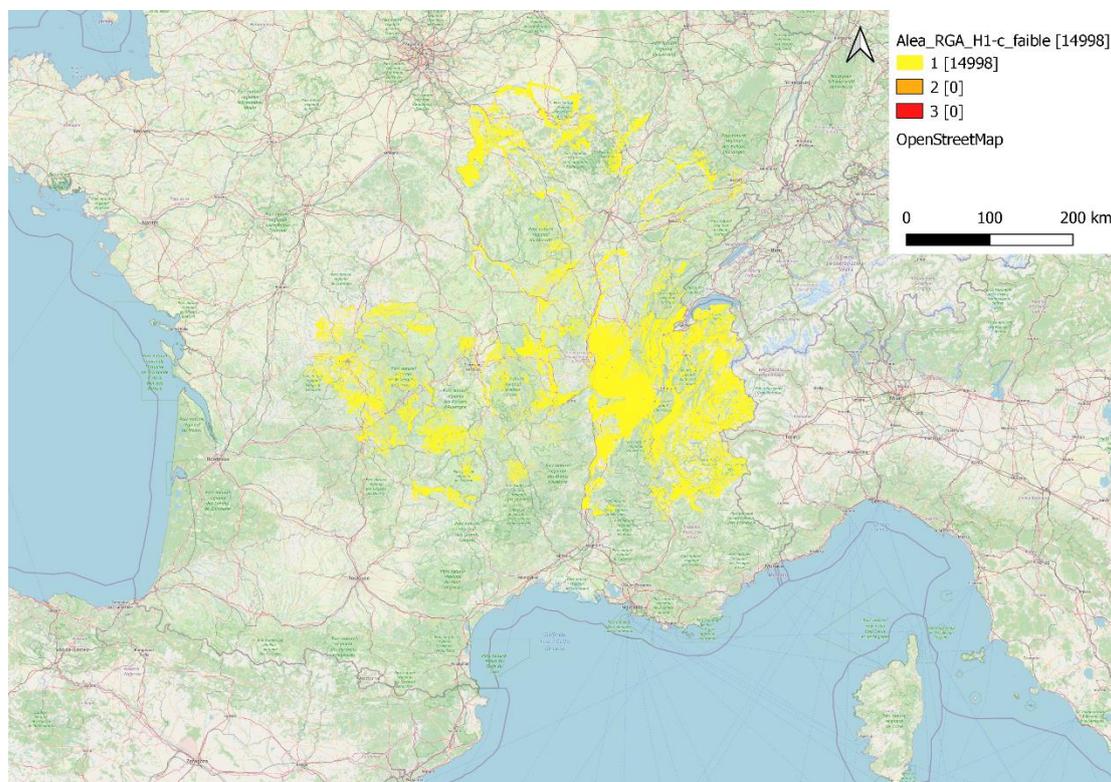


Figure 26 : Cartographie des zones sujettes à un niveau faible de risque RGA dans la région climatique H1-c. Source : Georisques et IGN.

Le décompte du nombre de bâtiments par niveau de risque

Dans le cas de l'aléa RGA, il existe 3 niveaux de risque et les données d'exposition aux différents niveaux sont traitées en fonction du nombre de bâtiments concernés par un niveau de risque donné.

Dans un premier temps, les cartes de niveaux de risque RGA dans les régions climatiques ont été découpées par niveau de risque. Ainsi, pour chaque région climatique, nous avons à disposition 3 cartes pour les 3 niveaux de risque (faible, moyen, fort) définis par Géorisques.

Puis, la BD Topo (base de données fournie par l'IGN, qui cartographie les bâtiments à l'échelle de la France) a été téléchargée. Par recouvrement des informations spatiales, on détermine le nombre d'entités de la BD Topo (= le nombre de bâtiments) se trouvant dans chaque niveau de risque pour chacune des régions climatiques. Pour ce projet, les analyses ont été faites sur les couches départementales « Bâtiment », qui contiennent à la fois des bâtiments résidentiels et non-résidentiels (à savoir du tertiaire, de l'industriel et de l'agricole).

On obtient les informations suivantes, qui peuvent être consignées dans un tableau :

	H1c	H2a	H2b	H2c
<i>Faible</i>	3172177	1574487	1523376	749550
<i>Moyen</i>	2558193	225753	3110889	2735967
<i>Fort</i>	435624	4246	1343516	2341377
Total bâtiments touchés	6165994	1804486	5977781	5826894
Total bâtiments non touchés	1718942	1933673	1911521	1192329
Total bâtiments région climatique	7884936	3738159	7889302	7019223

Figure 27 : Résultats (en nombre de bâtiments) du croisement entre les cartes des niveaux de risque de RGA et celles des bâtiments pour les régions climatiques H1c, H2a, H2b et H2c.

Projection climatique des sécheresses

Sélection de l'indicateur de sécheresse par région climatique

Des données supplémentaires sont nécessaires pour finaliser l'analyse de l'exposition à l'aléa RGA. En effet, les cartes utilisées présentent des niveaux de risque RGA ne prenant pas en compte une évolution dans le futur dépendante des différentes projections climatiques existantes. Ainsi, il faut traiter les données des scénarios climatiques qui permettent de projeter l'évolution des sécheresses aux différents horizons temporels étudiés.

Les données utilisées sont celles de la plateforme DRIAS, en se basant sur un **indicateur de sécheresse en termes d'humidité du sol 9, SSWI**. On utilise ces données pour connaître l'évolution des sécheresses à différents horizons temporels (2020, 2030, 2040 et 2050) et pour 2 des scénarios du GIEC (RCP 4.5 et RCP 8.5).

Les informations sont disponibles en carte sur le référentiel de la grille Safran. La totalité des données a été regroupée en fonction des régions climatiques afin de pouvoir faire des statistiques sur une région climatique à la fois. La carte ci-dessous est représentative des points de données visibles sur une région climatique :

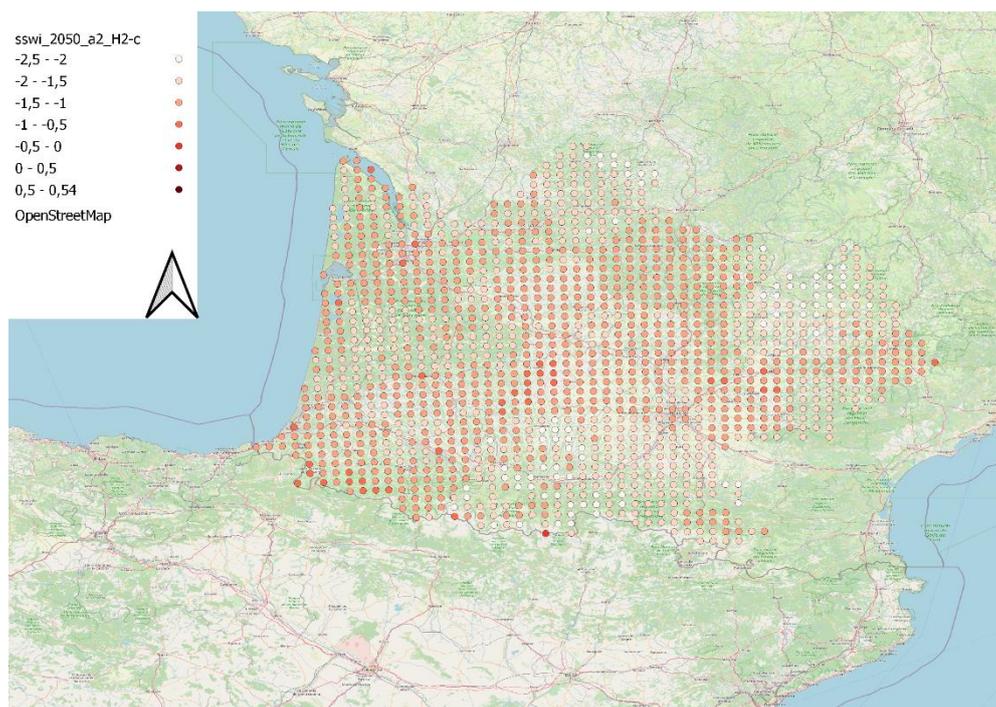


Figure 28 : Données DRIAS sur l'indicateur de sécheresse SSWI, en 2050 selon le scénario a2 du GIEC, dans la région climatique H2-c. Source : DRIAS et IGN.

Statistiques sur l'indicateur de sécheresse par région climatique

Puis, les statistiques ont été faites pour chaque région climatique d'une part, et pour chacun des scénarios et des horizons temporels au sein de cette même région climatique d'autre part. Cela permet d'obtenir une valeur unique dans la région climatique, à un horizon donné pour un scénario donné. Cette valeur unique est appliquée à l'ensemble de la région pour affiner l'analyse de l'exposition des bâtiments de cette région.

Les données statistiques obtenues sont visibles en tableau de cette façon :

⁹ L'indicateur utilisé est l'indicateur SSWI, il s'agit d'un indicateur standardisé en rapport avec le SWI (soil wetness index). Plus d'informations disponibles à ce lien : <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/183>,

Sswi	2030_b1_H2-d	2030_b1_H3	2030_a2_H1-a	2030_a2_H1-b
<i>Champ analysé</i>	median_ind	median_ind	median_ind	median_ind
<i>Compte</i>	438	721	1153	1316
<i>Valeurs Uniques</i>	133	146	152	214
<i>Valeurs NULL</i>	0	0	0	0
<i>Valeur minimale</i>	-1,74	-2,11	-2,07	-3,32
<i>Valeur maximale</i>	0,25	0,56	-0,12	-0,18
<i>Plage</i>	1,99	2,67	1,95	3,14
<i>Somme</i>	-347,5	-524,54	-1343,68	-1780,25
<i>Valeur moyenne</i>	-0,793378995	-0,727517337	-1,165377277	-1,352773556
<i>Valeur médiane</i>	-0,77	-0,64	-1,19	-1,37
<i>Ecart-type</i>	0,338299532	0,333051824	0,311616746	0,446252359
<i>Coefficient de Variation</i>	-0,426403439	-0,457792285	-0,267395591	-0,32987957
<i>Minorité</i>	-1,74	-2,11	-2,07	-3,32
<i>Mode principal</i>	-0,62	-0,46	-1,22	-1,42
<i>Premier quartile</i>	-1,03	-0,92	-1,37	-1,54
<i>Troisième quartile</i>	-0,57	-0,5	-0,94	-1,12
<i>Écart interquartile (EI)</i>	0,46	0,42	0,43	0,42

Figure 29 : Extrait de statistiques sur l'indicateur de sécheresse sswi (données DRIAS), en 2030 selon les scénarios b1 et a2 du GIEC.

Les indicateurs conservés pour la suite de l'analyse de risque sont les **valeurs minimales de l'indice SSWI** sur la région climatique en question, pour le scénario du GIEC considéré. Ce choix a été effectué car il permet d'observer une plus grande variation et il tient compte du risque maximal. En effet, plus l'indice SSWI est faible, plus la sécheresse est importante.

Croisement risque RGA et projection climatique sécheresse

Afin de classer les régions climatiques par niveaux de risque, la mise en place d'une échelle est primordiale. L'échelle construite pour l'**indice de sécheresse SSWI** par la modélisation CLIMSEC du CNRS¹⁰ a été retenue.

L'**échelle des indices SSWI** est définie comme suit :

- Lorsque le maximum des SSWI sur une région climatique est supérieur -1,5, les sécheresses ont été considérées comme modérées.
- Lorsque le maximum des SSWI est compris entre -1,5 et -2,3, les sécheresses ont été considérées comme sévères.
- Lorsque le maximum des SSWI est inférieur à -2,3, les sécheresses ont été considérées comme extrêmes.

Enfin, la matrice suivante a été utilisée afin de construire un indice de risque qui sera utilisé pour le calcul des résultats sur l'exposition du parc au risque inondation (cf III.I).

	Risque RGA faible	Risque RGA moyen	Risque RGA fort
SSWI - Sécheresses modérées	Risque passable	Risque passable	Risque important
SSWI - Sécheresses sévères	Risque passable	Risque important	Risque très important
SSWI - Sécheresses extrêmes	Risque important	Risque très important	Risque très important

3.1.4. Submersions marines

Pour analyser l'exposition de bâtiments au risque de submersion marine, il faut déterminer si la zone d'implantation de ces bâtiments sera plus ou moins soumise à un risque de submersion marine en fonction des différents horizons temporels (pour deux scénarios du GIEC, le RCP4.5 et le RCP8.5). Dans le cas des submersions marines, il faut :

- considérer d'une part les zones sujettes aux différents niveaux de risques de submersions marines
- d'autre part, analyser l'élévation du niveau marin à venir.

10 CNRS, CLIMSEC : Apports opérationnels pour le monitoring des sécheresses, 2011.

Dans le cas des submersions marines, pour observer les zones sujettes aux différents niveaux de risques de submersions marines, les hauteurs d'eau sont prises en compte. Ainsi, les hauteurs d'eau actuelles seront analysées dans chacune des régions climatiques. Puis, les projections climatiques sur l'élévation du niveau marin à venir seront étudiées. L'ensemble de ces informations sera utilisé pour déterminer les nombres de bâtiments touchés dans chacune des régions climatiques et pour chaque niveau de risque (actuel et futur).

Les hauteurs d'eau en France

Affichage initial des données

Pour l'aléa submersion marine, la carte disponible sur Geolittoral¹¹, qui représente les zones immergées selon différentes hauteurs d'eau¹² en mètres sur tout le littoral français, est utilisée. Le calcul des hauteurs d'eau dans les zones basses pour un niveau marin centennal (ZBNM100) a été obtenu par différence entre la cote calculée du niveau marin centennal et la topographie (issue du MNT de la BD Topo et du trait de côte). Ainsi, une zone soumise à une hauteur d'eau de 2 mètres signifie qu'en cas de submersion marine au niveau centennal enregistré, la zone subira une submersion de 2 mètres d'eau. De fait, plus la topographie est élevée, plus le niveau d'eau qui touche la zone est bas, et inversement.

Ces informations sont visibles en carte de la façon suivante :

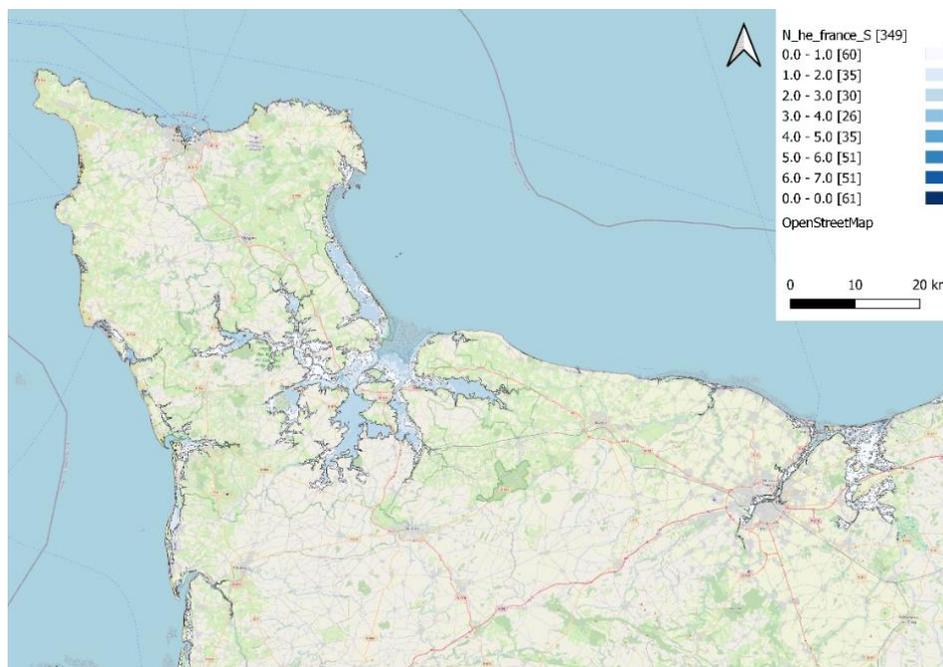


Figure 30 : Cartographie hauteurs d'eau sur la Manche et le Calvados. Source : Geolittoral.

Traitement des données Géolittoral et BD Topo

La **BD Topo** est une base de données de l'IGN, qui permet d'obtenir des informations concernant diverses caractéristiques des bâtiments en France. Les localisations de ceux-ci sont celles qui ont été utilisées pour les besoins du projet. Des couches départementales sont mises à disposition à l'échelle de la France. Elles permettent d'afficher et de faire des analyses sur différents types de bâtiments. Pour ce projet, les analyses ont été faites sur les couches départementales « Bâtiment », qui contiennent à la fois des bâtiments résidentiels et non-résidentiels (à savoir du tertiaire, de l'industriel et de l'agricole).

En croisant les bases de données des hauteurs d'eau et de la BD Topo, il est possible de dénombrer les bâtiments concernés par un zonage de chaque hauteur d'eau. On obtient donc pour chaque région climatique, un nombre de bâtiments exposés pour chaque hauteur d'eau, disponible dans un tableau comme celui présenté ci-dessous :

¹¹ Géolittoral, Le portail de la mer et du littoral :

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/telechargement-en-ligne-donnees-geolittoral-a802.html>

¹² Plus d'information sur l'indicateur Hauteurs d'eau :

<https://www.geocatalogue.fr/Detail.do?fileIdentifiant=c49f20ab-284d-4bb3-81e6-330fb6051206>

	H1a	H1b	H1c	H2a
Hauteur d'eau <1m	150715	/	/	84771
1m < hauteur d'eau <=2m	104756	/	/	26707
2m < hauteur d'eau <=3m	73996	/	/	15334
3m < hauteur d'eau <=4m	34112	/	/	6850
4m < hauteur d'eau <=5m	5403	/	/	2591
5m < hauteur d'eau <=6m	1741	/	/	914
6m < hauteur d'eau <=7m	74	/	/	86
7m < hauteur d'eau <=8m	240	/	/	44
8m < hauteur d'eau <=9m	0	/	/	9
9m < hauteur d'eau <=10m	0	/	/	0
10m < hauteur d'eau <=11m	0	/	/	0
11m < hauteur d'eau <=12m	0	/	/	0
12m < hauteur d'eau <=13m	0	/	/	0
13m < hauteur d'eau <=14m	0	/	/	0
Total bâtiments touchés	220322	0	0	137306
Total bâtiments non touchés	10449800	0	0	3600853
Total bâtiments région climatique	10670122			3738159

Figure 31 : Résultats (en nombre de bâtiments) du croisement entre les cartes des hauteurs d'eau en France et celles des bâtiments pour les régions climatiques H1a et H2a. Ici, les zones H1b et H1c sont représentées mais ne contiennent pas d'informations car elles n'ont pas de façade littorale.

3.1.4.1. Projection climatique de l'élévation du niveau marin

Pour prendre en compte le risque climatique à 2050, les hauteurs d'eau doivent être analysées au regard des projections climatiques pour les deux scénarios climatiques du GIEC (RCP 4.5 et RCP 8.5) et pour les trois horizons temporels retenus (2030, 2040 et 2050). Pour ce faire, les données provenant de l'outil Regional Sea Level Change développé par le BRGM¹³ ont été retenues.

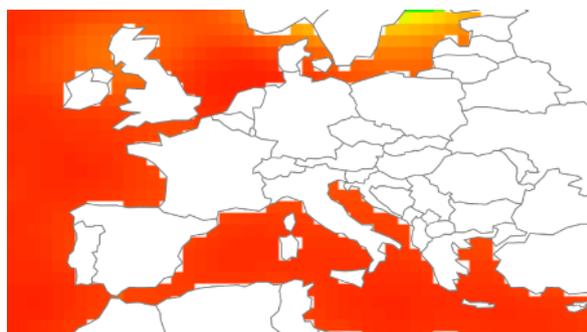


Figure 32 : Visuel de l'outil sur sealevelrise.brgm.fr

Cet outil permet de visualiser le niveau marin estimé selon le scénario climatique et l'horizon temporel sélectionné, soit l'augmentation du niveau de la mer attendue. Le relevé de ces données permet d'aboutir aux deux tableaux ci-dessous.

Scénario RCP 4.5				
Horizon temporel	2020	2030	2040	2050
Augmentation du niveau de la mer (m)	0,07	0,12	0,18	0,22
Scénario RCP 8.5				
Horizon temporel	2020	2030	2040	2050
Augmentation du niveau de la mer (m)	0,08	0,13	0,18	0,26

¹³ Outil disponible à ce [lien](#).

Figure 33 : Tableaux indiquant l'augmentation du niveau de la mer prévue, à partir de données relevées dans l'outil Regional Sea Level Change du BRGM.

Ces indicateurs d'élévation du niveau marin sont considérés comme uniformes pour l'ensemble de la France.

A l'aide de ces données, on détermine le nombre de bâtiments touchés par une hauteur d'eau donnée pour les différents horizons temporels et scénarios retenus. Ceci permet d'identifier l'importance du risque et d'attribuer aux surfaces calculées des actions adaptatives en conséquence.

Comme indiqué dans les tableaux de la Figure 34, les élévations du niveau de la mer évaluées dans le scénario RCP 4.5 et 8.5 ne présentent pas de différences importantes. Cette absence de différenciation provient du fait de l'inertie du phénomène de montée du niveau de la mer. L'horizon temporel fixé à 2050 ne permet pas d'observer une aggravation du risque plus importante dans le scénario RCP 8.5 que dans le scénario RCP 4.5, car la différence d'élévation ne sera perceptible qu'à un horizon temporel plus lointain. Pour aller plus loin, il serait intéressant d'observer la différence entre les deux scénarios pour un horizon temporel plus lointain, afin de mieux prendre en compte cet aléa.

Croisement risque hauteur d'eau et projection élévation du niveau marin

La matrice suivante a été utilisée afin de construire un indice de risque croisant le risque hauteur d'eau (en ligne) et la projection de l'élévation du niveau marin (en colonne). Cet indice sera utilisé pour le calcul des résultats sur l'exposition du parc au risque inondation (cf III.1).

	Niveaux d'élévation du niveau marin						
	0,07	0,08	0,12	0,13	0,18	0,22	0,26
Pas de risque	0	0	0	0	0	0	0
Inférieur à 1m	1	1	2	2	2	3	3
1-2m	1	1	2	2	2	3	3
2-3m	2	2	3	3	3	3	3
3-4m	3	3	3	3	3	3	3
4-5m	3	3	3	3	3	3	3
5-6m	3	3	3	3	3	3	3
6-7m	3	3	3	3	3	3	3
7-8m	3	3	3	3	3	3	3
8-9m	3	3	3	3	3	3	3

0 correspond au niveau de risque : Pas de risque identifié

1 correspond au niveau de risque : Risque passable

2 correspond au niveau de risque : Risque important

3 correspond au niveau de risque : Risque très important

Ce croisement ne prend en compte que l'augmentation de risque de submersions marines dans des zones déjà identifiées en tant que zones à risque par la base de données de hauteurs d'eau. Il s'agit d'une limite de cette étude car, pour être exact, il faudrait considérer les zones qui ne sont, en 2020, pas à risque, et qui le seront progressivement dans les années à venir, jusqu'à l'horizon temporel 2050. Pour réaliser cette analyse, il faudrait croiser des bases de données de topographie (hauteur du niveau du sol) et d'élévation du niveau marin. Ces travaux ont été menés par l'organisme Coastal Climate Central¹⁴, cependant, ces données ne sont pas en open source, et nous n'avons pas reçu de réponse à nos sollicitations.

¹⁴ Coastal Risk Screening Tool : <https://coastal.climatecentral.org/>

3.2. Résultats

Dans cette partie sont présentés les résultats de l'analyse de l'exposition du parc immobilier aux quatre aléas suivants : vagues de chaleur, inondations, sécheresses & RGA, submersions marines.

3.2.1. Surfaces de bâtiments exposées à l'aléa vagues de chaleur

Afin d'analyser l'exposition à l'aléa vague de chaleur et ICU, ont été pris en compte :

- Leur localisation en zone urbaine soumise à différents niveaux d'ICU, ou en zone rurale (cf. partie II)
- Les scénarios de projections et les horizons temporels de l'indice CDD (cf. partie II)

Ainsi, les différentes surfaces calculées lors de la phase de projection du bâti ont été réparties selon le niveau de risque d'îlot de chaleur (pour les surfaces en milieu urbain) de la région climatique considérée et la projection de l'indicateur degré-jour de climatisation de la DRIAS également différenciée par région climatique.

Afin de produire un livrable intermédiaire rendant compte des surfaces exposées aux différents niveaux de risque, l'indice de risque face aux vagues de chaleur développée au 4.3 a été utilisé. Pour rappel, voici l'échelle d'analyse du risque des vagues de chaleur :

	ICU-NUL	ICU MOYEN	ICU FORT
CDD - Risque Faible	Risque passable	Risque passable	Risque important
CDD - Risque Moyen	Risque passable	Risque important	Risque très important
CDD - Risque Fort	Risque important	Risque très important	Risque très important

Les résultats sont visibles sur les deux graphiques ci-après :

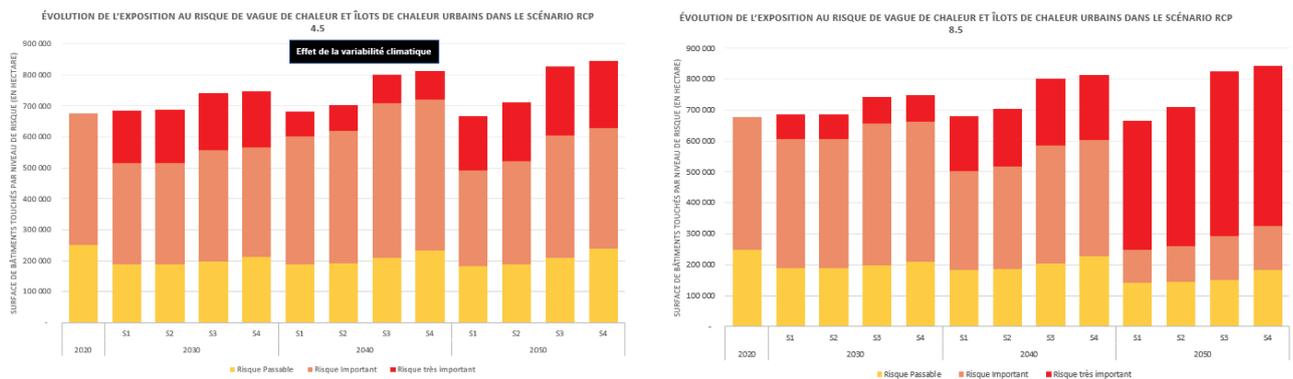


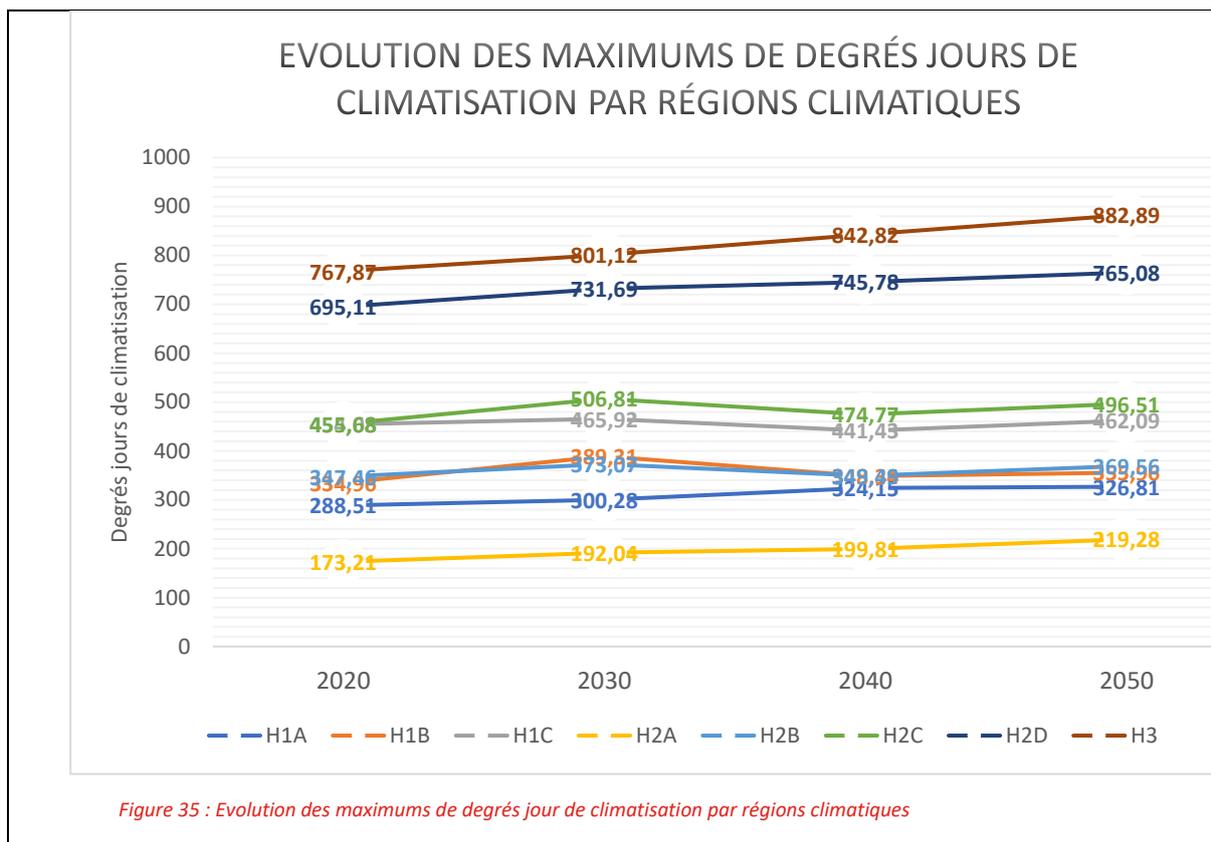
Figure 34 : Evolution de l'exposition au risque vague de chaleur dans les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5.

Trois résultats majeurs sont à mettre en valeur dans ces graphiques :

- 1) **L'exposition au risque de vague de chaleur augmente dans les années futures** : Une augmentation des surfaces à « risque très important » est identifiable dans les scénarios 4.5 et 8.5 entre 2030 et 2050. L'année 2040 présente une anomalie expliquée ci-après, en lien avec la variabilité climatique.

Anomalie de 2040 :

Le graphique ci-après permet de rendre compte de l'évolution des maximums de degré jours de climatisation par régions climatiques. Il permet d'expliquer l'anomalie créée par la variabilité climatique observée dans la figure 36 pour le scénario RCP 4.5 en 2040. En effet, la diminution des degrés jours de climatisation pour les régions H2C et H1C produit une diminution de l'emprise au sol exposée à un risque très important. Cette diminution est liée à la variabilité climatique et au choix d'avoir pris des périodes de seulement 21 ans pour lisser celle-ci (cf. II.4.2.1), au lieu de prendre des périodes de 30 ans.



- 2) **Le scénario RCP 8.5 implique des surfaces plus importantes exposées à un « risque très important » que le scénario RCP 4.5, et ce, quel que soit le scénario de transition(s) considéré.**
- 3) **Les scénarios de transition(s) sont d'autant plus marqués par les surfaces à risque que les taux de construction y sont forts.** La différence entre les scénarios de transition(s) est également marquée. La quantité de surfaces exposées à un « risque très important » progresse de façon croissante du scénario 1 au scénario 4. Ceci est principalement due à un volume du parc bâti plus important et donc plus de bâtiments exposés.

3.2.2. Surfaces de bâtiments exposées à l'aléa inondations

Afin d'analyser le risque climatique du parc immobilier en France métropolitaine, ont été pris en compte :

- Leur localisation en zone soumise à différents niveaux de risque d'inondation par remontées de nappes (cf. partie II)
- La répartition en zone urbaine ou rurale
- Les scénarios de projections et les horizons temporels de l'indice PFL90 (cf. partie II)

Ainsi, les différentes surfaces calculées lors de la phase de projection du bâti ont été réparties selon le niveau de risque d'inondation par remontées de nappes de la région climatique considérée et la projection de l'indice de fraction de précipitation intense journalière de la DRIAS également différenciée par région climatique.

Comme pour les deux aléas précédents, pour l'aléa inondations, le nombre de bâtiments exposés au risque a été calculé selon la méthodologie exposée en 5.1 de ce présent document. Des pourcentages de bâtiments exposés ont été calculés à partir du nombre d'entités bâtimentaires concernées par les zones à risque, et utilisés pour répartir les surfaces calculées en phase 1 par niveaux de risque selon la région climatiques auxquelles elles appartiennent. Il a donc été supposé que le pourcentage de bâtiments exposés au risque d'inondation correspond également au pourcentage de surface de bâtiments exposées. L'hypothèse de travail posée pour cela est de considérer que, en moyenne, les surfaces bâtimentaires sont les mêmes dans toutes les régions.

Par ailleurs, il a été ajouté une différence entre les milieux urbains et ruraux pour tenir compte de l'amplification du risque inondation due au ruissellement en milieu urbain dans le choix des actions adaptatives.

Afin de produire un livrable intermédiaire rendant compte des surfaces exposées aux différents niveaux de risque, l'indice de risque aux inondations développée au 5.3 a été utilisé. Pour rappel, voici l'échelle d'analyse du risque des inondations :

	Risque 0 : Pas de débordement	Risque 1 : Débordement de cave	Risque 2 : Débordement de RDC
PFL90 - Risque Faible	Risque passable	Risque passable	Risque important
PFL90 - Risque Moyen	Risque passable	Risque important	Risque très important
PFL90 - Risque Fort	Risque important	Risque très important	Risque très important

Les résultats sont visibles sur les deux graphiques ci-après :



Figure 36 : Evolution de l'exposition au risque inondation pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5

Comme évoqué en deuxième partie de ce rapport, l'indice PFL90, fraction des précipitations journalières intenses, retenus pour cette étude ne permet pas de rendre compte d'une évolution importante du risque. La différence entre les scénarios est seulement due à des coefficients d'artificialisation plus ou moins importants.

3.2.3. Surfaces de bâtiments exposées à l'aléa Sécheresses & RGA

Afin d'analyser le risque climatique du parc immobilier en France métropolitaine, ont été pris en compte :

- Leur localisation en zone soumise à différents niveaux de risques de RGA (cf. partie II)
- Les scénarios de projections et les horizons temporels de l'indice SSWI (cf. partie II)

Ainsi, les différentes surfaces calculées lors de la phase de projection du bâti ont été réparties selon le niveau de risque de RGA de la région climatique considérée et la projection de l'indicateur de sécheresses SSWI de la DRIAS, également différenciée par région climatique.

Pour l'aléa sécheresses et retrait et gonflement des argiles, le nombre de bâtiments exposés au risque a été calculés selon la méthodologie exposée en 6.1 de ce présent document. Des pourcentages de bâtiments exposés ont été calculés et utilisés pour répartir les surfaces calculées en phase 1 par niveaux de risque selon la région climatiques auxquelles elles appartiennent. Il a donc été supposé que le pourcentage de bâtiments exposés au risque RGA correspond également au pourcentage de surface de bâtiments exposées. L'hypothèse de travail posée pour cela est de considérer que, en moyenne, les surfaces bâtementaires sont les mêmes dans toutes les régions.

Afin de produire un livrable intermédiaire rendant compte des surfaces exposées aux différents niveaux de risque, l'indice de risque face aux sécheresses et RGA, développée au 6.3, a été utilisé. Pour rappel, voici l'échelle d'analyse du risque des sécheresses et RGA :

	Risque RGA faible	Risque RGA moyen	Risque RGA fort
SSWI - Sécheresses modérées	Risque passable	Risque passable	Risque important
SSWI - Sécheresses sévères	Risque passable	Risque important	Risque très important
SSWI - Sécheresses extrêmes	Risque important	Risque très important	Risque très important

Les résultats sont visibles sur les deux graphiques ci-après :

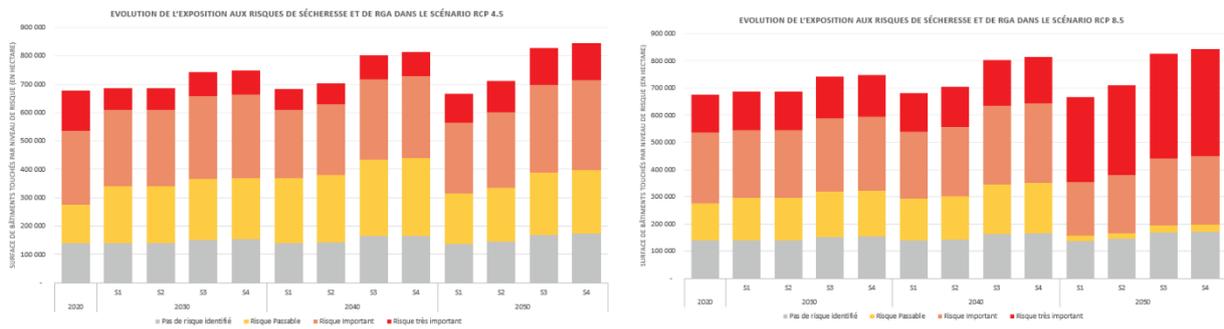


Figure 37 : Evolution de l'exposition au risque sécheresse et RGA dans les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5.

Trois résultats majeurs sont à mettre en valeur dans ces graphiques :

- 1) **La surface concernée par le « risque très important » de sécheresses & RGA varie beaucoup selon le scénario du GIEC choisi.** Les surfaces exposées aux « risques très importants » de sécheresses & RGA évoluent peu dans le temps pour le scénario RCP 4.5. A l'inverse dans le scénario RCP 8.5, on observe une réelle augmentation de ces risques.
- 2) **Entre les scénarios de transition(s), la différence dans les niveaux de risque est seulement imputable à des coefficients d'artificialisation différents.** On retrouve la même limitation que précédemment : la dépendance directe entre proportion du risque et taux de construction définis dans les scénarios de transition(s).

3.2.4. Surfaces de bâtiments exposées à l'aléa submersion marine

Afin d'analyser le risque climatique du parc immobilier en France métropolitaine, ont été pris en compte :

- Leur localisation soumis à différents niveaux de hauteurs d'eaux (cf. partie II)
- Les scénarios de projections et les horizons temporels pour l'élévation du niveau marin (cf. partie II)

Pour l'aléa submersion marine, les surfaces calculées en partie I. ont également été réparties par niveau de risque grâce aux pourcentages de bâtiments exposés par régions climatiques calculés en partie II. Les projections climatiques concernant l'élévation du niveau de la mer selon les scénarios du GIEC et les horizons temporels ont été considérées constantes sur le territoire français. Ainsi un extrait du livrable obtenu pour cet aléa est visible ci-après :

	Hauteur d'eau <1m	1m < hauteur d'eau <=2m	2m < hauteur d'eau <=3m	3m < hauteur d'eau <=4m	4m < hauteur d'eau <=5m
2020	88 392 325	29 735 280	16 918 011	6 282 327	1 253 856

Figure 38 : Répartition des surfaces par niveaux de risque RGA et projection du risque de sécheresses (en m²). Extrait du tableau Submersions Marines_Scénario1 pour l'année 2020 et le Scénario climatique RCP 4.5.

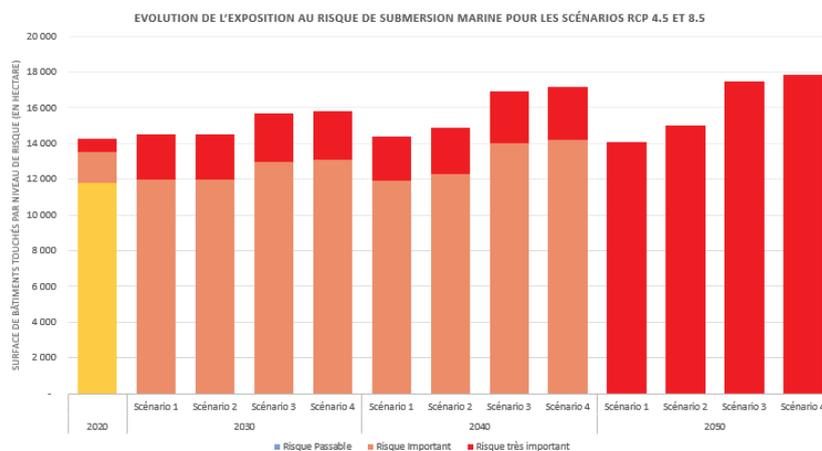


Figure 39 : Evolution de l'exposition au risque de submersion marine dans les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5

Les résultats majeurs à mettre en valeur au sortir de ces graphiques sont :

1) **L'absence de différence entre les scénarios du GIEC RCP 4.5 et RCP 8.5.** Comme indiqué dans la partie II.4.3 :

Comme indiqué dans les tableaux de la figure 34, les élévations du niveau de la mer évaluées dans le scénario RCP 4.5 et 8.5 ne présentent pas de différences importantes. Cette absence de différenciation provient du fait de l'inertie du phénomène de montée du niveau de la mer.

L'horizon temporel fixé à 2050 ne permet pas d'observer une aggravation du risque plus importante dans le scénario RCP 8.5 que dans le scénario RCP 4.5, car la différence d'élévation ne sera perceptible qu'à un horizon temporel plus lointain. Pour aller plus loin, il serait intéressant d'observer la différence entre les deux scénarios pour un horizon temporel plus lointain, afin de mieux prendre en compte cet aléa.

2) **L'ensemble des surfaces des bâtiments à « risque important » en 2030, devient à « risque très important » en 2050**

Cette analyse ne permet pas d'identifier de nouvelles zones à risque pour cet aléa et considère seulement l'augmentation du risque dans les zones déjà identifiées. Elle permet cependant de mettre en exergue le fait que la totalité des bâtiments exposés à un risque de submersion marine en 2020 seront à un niveau de risque très important en 2050.

4. Sensibilité du parc immobilier aux aléas climatiques

Cette section présente la sensibilité du parc immobilier actuel de France métropolitaine aux aléas climatiques.

4.1. Méthodologie

Les bâtiments ne répondant pas tous de la même manière au changement climatique, il est nécessaire de documenter leurs caractéristiques techniques pour mieux comprendre leur sensibilité aux aléas climatiques.

Pour cela, pour les logements et le petit tertiaire (< 1000 m²), la base de données PROFEEL a été utilisée. Celle-ci définit 91 types. Un premier tri a écarté les typologies non-représentatives, soit celles englobant moins de 1% du parc national. Après un recoupement entre les fiches techniques du projet PROFEEL et l'outil [Bat-ADAPT](#), ont été défini les critères techniques utiles dans le calcul de la sensibilité des bâtiments au changement climatique. Les critères retenus sont les suivants :

- La famille de bâtiment ;
- Le fait qu'un établissement soit ou non un ERP (un bâtiment dans lequel des personnes extérieures sont admises¹⁵) ;
- Le type de façade (foncée, claire, mur rideau, etc.) ;
- La famille de matériaux de la façade (bois, béton, terre compressée, pierre, brique, etc.) ;
- Le type de toiture ;
- L'existence d'un sous-sol ;
- Le type de fondation (profondes ou superficielles).

Les fiches PROFEEL ne concernant que les logements et le petit tertiaire, il a fallu opérer une démarche similaire pour le grand tertiaire (>1000m²). Les critères de sensibilité retenus sont la famille de bâtiment et le fait qu'un bâtiment soit un ERP.

Ce premier travail a permis d'obtenir une typologie de sensibilité de bâtiments notée de 1 (le moins sensible) à 8 (le plus sensible) selon le [référentiel de Bat-ADAPT](#) pour les trois aléas : vagues de chaleur, retrait et Gonflement des Argiles et inondations. Le calcul n'a pas été fait pour les submersions marines qui est un aléa permanent pour lequel la sensibilité n'est pas un critère différenciant. Pour la sensibilité des nouveaux bâtiments, la répartition à 2020 a été conservée.

4.2. Résultats

¹⁵ Définition d'un établissement recevant du public (ERP)

Résidentiel				
Code typologie	Détail typologie	Sensibilité vagues de chaleur de la typologie	Sensibilité sécheresse/RGA de la typologie	Sensibilité inondations de la typologie
LC-01	Petit collectif non mitoyen, avant 1915	5,25	8	4
LC-02	Petit collectif mitoyen, avant 1915	5,25	8	4
LC-03	Collectif mitoyen (niveau de rapport), avant 1915	5,25	8	4
LC-04	Grand collectif mitoyen (hausmannien et assimilés), avant 1915	5,25	8	4
LC-06	Petit collectif mitoyen, 1915-1945	5,25	8	4
LC-07	Mitoyen collectif, 1915-1945	5,25	8	4
LC-08	Grand collectif, 1915-1945	5,25	8	4
LC-09	Petit collectif, 1945-1968	5,25	8	7
LC-10	Mitoyen collectif, 1946-1968	4,75	8	7
LC-11	Grand collectif, 1945-1968	5,25	8	7
LC-12	Petit collectif, 1969-1974	5,25	8	7
LC-13	Mitoyen collectif, 1969-1974	5,25	8	7
LC-14	Grand collectif, 1969-1974	4,75	8	4
LC-15	Petit collectif, 1975-1981	5,25	8	7
LC-16	Mitoyen collectif, 1975-1981	5,25	8	7
LC-17	Grand collectif, 1975-1981	5,25	8	4
LC-18	Petit collectif, 1982-1989	4,75	8	4
LC-19	Mitoyen collectif, 1982-1989	5,25	8	4
LC-21	Petit collectif, 1990-2000	5,25	8	4
LC-22	Mitoyen grand collectif, 1990-2000	5,25	8	7
LC-23	Collectif, 2001-2005	2,25	8	4
LC-24	Collectif, après 2005	5,25	8	4
M H01	Petite maison rurale, avant 1915	5,25	2	4
M H02	Grande maison rurale, avant 1915	5,25	2	4
M H03	Ferme, avant 1915	5,25	2	4
M H04	Maison de bourg mitoyenne, avant 1915	5,25	2	4
M H05	Maison périurbaine, 1915-1945	5,25	2	4
M H07	Maison mitoyenne (en bandes/jumelles), 1915-1945	5,25	2	4
M H08	Maison périurbaine indépendante (reconstruction), 1946-1968	5,25	2	4
M H09	Maison périurbaine mitoyenne (reconstruction), 1946-1968	5,25	2	4
M H10	Maison périurbaine indépendante (pavillon), 1969-1974	5,25	2	4
M H11	Maison périurbaine mitoyenne, 1969-1974	5,25	2	4
M H12	Maison périurbaine indépendante, 1975-1981	4,75	2	4
M H13	Maison périurbaine mitoyenne, 1975-1981	5,25	2	4
M H14	Pavillon, 1982-1989	5,25	2	4
M H15	Pavillon, 1990-2000	5,25	2	4
M H16	Pavillon, 2001-2005	4,75	2	4
M H17	Pavillon, après 2005	5,25	2	4

Petit tertiaire (<1000m ²)				
Code typologie	Détail typologie	Sensibilité vagues de chaleur de la typologie	Sensibilité sécheresse/RGA de la typologie	Sensibilité inondations de la typologie
Te-Bu-1	Bureaux et agences -petite unité tertiaire	5,25	8	7
Te-Bu-2	Bureaux et agences -in m euble résidentiel	5,25	8	4
Te-Bu-3	Bureaux fortement informatisés -petite unité tertiaire	3,75	8	7
Te-Bu-4	Bureaux fortement informatisés -in m euble résidentiel	5,25	8	4
Te-Sa-1	Cabinets médicaux -petite unité tertiaire	5,25	8	5
Te-Sa-2	Cabinets médicaux -in m euble résidentiel	5,25	8	5
Te-Co-1	Commerces non alimentaires -petite unité tertiaire	4,25	8	6
Te-Co-2	Commerces non alimentaires -in m euble résidentiel-local < 150m ²	5,25	8	3
Te-Co-3	Commerces non alimentaires -in m euble résidentiel-local > 150m ²	5,25	8	3
Te-Co-5	Soins (coiffure et esthétique) -in m euble résidentiel	5,25	8	3
Te-Co-7	Garages	4,25	8	6
Te-Co-9	Commerces alimentaires -petite unité tertiaire	5,25	8	6
Te-Co-10	Commerces alimentaires -in m euble résidentiel	5,25	8	3
Te-Re-1	Restaurants -petite unité tertiaire	5,25	8	6
Te-Re-2	Restaurants -in m euble résidentiel	6	8	3
Te-He-1	Hôtels	4,25	8	3
Te-He-2	Foyers et hébergements sociaux et/ou médicalisés	4,25	8	6

Code typologie	Détail typologie	Sensibilité vagues de chaleur de la typologie	Sensibilité sécheresse/RGA de la typologie	Sensibilité inondations de la typologie
	Accueil adultes handicapés	2	2	8
	Accueil enfants handicapés	2	2	8
	Aéroports et aérodromes	4	4	8
	Agence	6	6	8
	Autres bâtiments de transports	8	8	8
	Autres commerces spécialisés	4	4	8
	Bâtiments de bureaux	6	6	8
	Bibliothèques	4	4	8
	Cafés	4	4	8
	Centres commerciaux	4	4	8
	Cinéma	4	4	8
	Collèges	3	3	8
	Commerce de gros	4	4	8
	Commerces spécialisés produits de luxe	4	4	8
	Concessions automobiles	4	4	8
	Ecoles	3	3	8
	Enseignement supérieur	3	3	8
	Foyers	6	6	8
	Garages privés	8	8	8
	Gares ferroviaires	4	4	8
	Gares routières	4	4	8
	Hébergement personne âgée	2	2	8
	Hôpitaux privés à but lucratif	2	2	8
	Hôpitaux privés à but non lucratif	2	2	8
	Hôpitaux publics	2	2	8
	Hôtels 1 étoile	4	4	8
	Hôtels 2 étoiles	4	4	8
	Hôtels 3 étoiles	4	4	8
	Hôtels 4 étoiles	4	4	8
	Hypermarchés et grands magasins	4	4	8
	Lycées	3	3	8
	Maisons de la jeunesse	4	4	8
	Musées	4	4	8
	Parks de stationnement public	8	8	8
	Parking des centres commerciaux	8	8	8
	Patinoires	4	4	8
	Piscines	4	4	8
	Recherche	6	6	8
	Réparation automobile	6	6	8
	Résidences étudiants	4	4	8
	Résidences hôtelières annuelles	4	4	8
	Résidences hôtelières estivales	4	4	8
	Restaurants	4	4	8
	Salles de spectacle	4	4	8
	Salles de sport	4	4	8
	Salles des fêtes	4	4	8
	Stades	4	4	8
	Supermarchés	4	4	8
	Théâtres	4	4	8

5. Limiter la vulnérabilité : actions adaptatives et impact carbone associé

Les sections précédentes ont présenté la méthodologie et les résultats de l'exposition aux aléas climatiques du parc immobilier en France métropolitaine à échéance 2050 dans les scénarios ADEME Transition(s) 2050, et pour deux scénarios climatiques (RCP 4.5 et 8.5).

Cette section s'intéresse aux actions adaptatives qu'il est possible de mettre en place pour répondre à cette exposition.

- Dans un premier temps, cette section présente la manière dont, en fonction des scénarios et de leur philosophie, les actions adaptatives mises en place pourrait être différentes
- Dans un second temps, elle propose une estimation des émissions carbone associées à ces actions

5.1. Quelles actions adaptatives pour quel scénario ?

Les actions adaptatives proposées ont été définies dans une démarche respectant la philosophie des scénarios de neutralité à 2050 proposée par l'ADEME :

5.1.1. Philosophie générale

Scénario 1 : Génération frugale - L'adaptation précoce et sobre

Philosophie du scénario : Des transformations importantes dans les façons de se déplacer, de se chauffer, de s'alimenter, d'acheter et d'utiliser des équipements, permettent d'atteindre la neutralité carbone sans impliquer de technologies de captage et stockage de carbone, non éprouvées et incertaines à grande échelle. De nouvelles attentes des consommateurs, mais surtout de nouvelles pratiques s'expriment rapidement dans les modes de consommation. La croissance de la demande énergétique qui épuise les ressources et dégrade l'environnement s'interrompt, grâce à des innovations comportementales, organisationnelles et technologiques. La transition est conduite principalement grâce à la frugalité par la contrainte et par la sobriété.

Adaptation du bâti : en termes de stratégie d'adaptation au changement climatique, ce scénario se base au maximum sur les sobriétés d'usage, les solutions fondées sur la nature, les low-tech ou les techniques de constructions traditionnelles (brasseurs d'air, végétalisation, logements traversants dans le neuf...). L'anticipation du risque climatique est précoce et s'inscrit rapidement dans les politiques d'aménagement et de rénovation. Les actions d'adaptation aux retrait-gonflement des argiles sont mises en œuvre lors de rénovations : les actions majoritaires sont portées sur l'environnement des bâtiments pour éviter leur déstabilisation. La maîtrise d'ouvrage s'appuie le plus possible sur les fonctionnalités des sols et des écosystèmes pour prévenir les inondations ou les submersions marines, notamment via la renaturation de certaines zones qui assurent l'infiltration de l'eau.

Scénario 2 : Coopérations territoriales - L'adaptation des cohérences territoriales

Philosophie du scénario : la société se transforme dans le cadre d'une gouvernance partagée et de coopérations territoriales. Organisations non gouvernementales, institutions publiques, secteur privé et société civile trouvent des voies de coopération pragmatique qui permettent de maintenir la cohésion sociale. Pour atteindre la neutralité carbone, la société mise sur une évolution progressive mais à un rythme soutenu du système économique vers une voie durable alliant sobriété et efficacité. La consommation de biens devient mesurée et responsable, le partage se généralise.

Adaptation du bâti : la stratégie d'adaptation s'appuie à la fois sur une anticipation collective des risques et la généralisation des solutions fondées sur la nature (désimperméabilisation, murs et toitures végétales, végétation pour limiter la puissance du vent aux abords du bâtiment, jardins de pluie, etc.). Les collectivités mettent en place des campagnes de sensibilisation pour l'amélioration du lien social et de la résilience collective. En plus de solutions fondées sur la nature communes au S1, des techniques bas-carbone et intégrant le risque à de plus grandes échelles peuvent être utilisées.

Scénario 3 : Technologies vertes - L'adaptation des solutions vertes

Philosophie du scénario : C'est le développement technologique qui permet de répondre aux défis environnementaux plutôt que les changements de comportements vers plus de sobriété. Les métropoles se développent. Les technologies et le numérique, qui permettent l'efficacité énergétique ou matière, sont dans tous les secteurs. Les meilleures technologies sont déployées largement et accessibles de manière généralisée aux populations solvables.

Adaptation du bâti : pour ce scénario, la stratégie d'adaptation s'appuie davantage sur les technologies. Les programmes de déconstruction/reconstruction permettent de privilégier le bioclimatisme (logements traversants, etc.), les technologies d'inspiration biomimétique (reconstruction de bâtiments inspirés de la nature...) ou les matériaux et fondations les plus adaptés. Des solutions matérielles comme des batardeaux sont également mises en place.

Scénario 4 : Pari réparateur - L'adaptation du pari technique

Philosophie du scénario : les modes de vie du début du XXI^e siècle sont sauvegardés. Mais le foisonnement de biens consomme beaucoup d'énergie et de matières avec des impacts potentiellement forts sur l'environnement. La société place sa confiance dans la capacité à gérer voire à réparer les systèmes sociaux et écologiques avec plus de ressources matérielles et financières pour conserver un monde vivable. Cet appui exclusif sur les technologies est un pari dans la mesure où certaines d'entre elles ne sont pas matures.

Adaptation du bâti : la stratégie d'adaptation repose sur une très forte technicisation (mode constructif adapté à la chaleur comme les matériaux à changement de phase, climatisation...). Une anticipation tardive de la gestion du risque pousse les acteurs à mettre en place des solutions palliatives fondées sur des technologies industrielles et des matériaux innovants (bétons renforcés, agents réparants). Pour faire face aux risques d'inondations et de submersions, des barrières structurelles et digues sont installées. De nouveaux espaces comme des îles artificielles sont expérimentés.

5.1.2. Détail

Gestion des risques

	TEND	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Anticipation et gestion de risques	Peu d'anticipation et de gestion des risques	Anticipation et gestion des risques dès 2020	Anticipation, gestion des risques et intégration de solutions techniques basées sur la nature.	Anticipation et gestions des risques un peu plus tardives.	Absence d'anticipation dans les premières années, et gestion de risque à la suite d'une prise en compte tardive par la mise en place de mesures palliatives
Types de solutions	Solutions variées mises en place, souvent après dégâts, et avec choix laissé au commanditaire.	Stratégies axées sur la sobriété avec un recours le plus faible possible aux technologies et utilisation de technologies Low-tech. Modération dans les usages, technologies peu gourmandes en énergie.	Amélioration de l'efficacité des technologies existantes : amélioration des ratios énergie consommée / service rendu.	Basées sur une technicisation de la nature et le remplacement de certaines fonctions écosystémiques par des technologies biomimétiques. Appuie sur de nouvelles technologies en utilisant les EnR ou le nucléaire	Mise en place de mesures axées sur de nouvelles technologies industrielles uniquement, et mesures compensatoire
Politiques de gestion de la construction	On construit toujours et on reconstruit (après catastrophe) dans de nouvelles zones.	On ne construit pas et on reconstruit (après catastrophe) sur l'existant.	On ne construit pas et on reconstruit (après catastrophe) sur l'existant.	On construit toujours et on reconstruit (après catastrophe) dans de nouvelles zones.	On construit toujours et on reconstruit (après catastrophe) dans de nouvelles zones.

Aménagement et planification territoriale

	TEND	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Rénovation et adaptation	Rénovation de faible ampleur, qui s'appuie sur des procédés variés, avec un choix laissé au commanditaire.	La rénovation s'appuie majoritairement sur des méthodes traditionnelles ancestrales de pays concernés par les aléas climatiques qui sont à venir en France. Les solutions Low-tech ou d'autoconsommation sont également privilégiées.	La rénovation s'appuie majoritairement sur les solutions Low-tech, d'efficacité énergétique, des méthodes ancestrales, d'autoconsommation et des solutions fondées sur la nature.	La rénovation s'appuie majoritairement sur les solutions d'efficacité énergétique (tout électrique basé sur le nucléaire), d'EnR et biomimétisme.	La rénovation s'appuie sur des procédés industrialisés et évolution des équipements.
Planification territoriale	La prise en compte des risques est effectuée par rapport à des données historiques et pas des données	La prise en compte anticipée de ces problématiques permet d'éviter le	S1 + Aménagement intégrant la coopération et le lien social .	Stratégie "nouvel esprit Haussmannien", c'est-à-dire via des politiques de déconstruction-	S3 (politiques de déconstruction-reconstruction)

	prospectives.	délaissement de certaines zones qui seraient devenues inhabitables.		reconstruction.	
Étalement urbain	Construction importante, en zones urbaines majoritairement	Dès 2020, on interdit les nouvelles constructions donc plus de constructions en zones à risques.	S1	On continue l'étalement urbain et l'artificialisation des sols	Continuité de l'étalement urbain et de l'artificialisation des sols. Créations de nouveaux espaces constructibles pour regagner du terrain perdu.

Services, réseaux et approvisionnement

	TEND	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Philosophie	Rénovation de faible ampleur, qui s'appuie sur des procédés variés, avec un choix laissé au commanditaire. Certaines zones sont habituées à fonctionner en mode dégradé dans une logique d'inégalité d'accès aux services entre les territoires	Dans ce scénario, l'accent est mis sur l'autoconsommation et l'instauration de quotas. Des stocks individuels sont constitués et les habitants des zones à risque sont habitués à des coupures régulières. La réparation des réseaux se fait sur l'existant.	Comme pour le scénario 1, on privilégie l'autoconsommation, mais on ajoute ici la mutualisation et la coopération	Il n'est pas envisagé ici la baisse de confort des habitants. On assure donc une protection importante des réseaux passant par une reconstruction quand les risques sont trop élevés. La forte interdépendance de ces derniers (notamment via la mise en place d'autoroutes de chaleur) entraîne plus souvent des défaillances en cascade.	Comme dans le scénario 3, il n'est pas envisagé un fonctionnement en mode dégradé. Les réseaux sont protégés comme expliqué précédemment et on ajoute une gestion intelligente de ces derniers
Actions Adaptatives	Étanchéisation des réseaux	Bassins de rétention d'eau de pluie	Maillage des réseaux à l'échelle du territoire Protections des réseaux qui ne nécessitent pas de reconstruction (étanchéisation, joints souples...)	Amélioration de la résistance des ouvrages Surdimensionnement des lignes pour compenser la réduction du débit due à une augmentation de la température	S3 + Réseaux connectés et équipés disponibles assurant une intervention presque immédiate

Flexibilité et réversibilité

	TEND	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Philosophie	Ces problématiques sont encore peu prises en compte dans les constructions actuelles	L'accent est mis sur un urbanisme agile et flexible recherchant la réversibilité du bâti et des espaces pour adapter rapidement les territoires aux enjeux de l'adaptation au changement climatique	Ce scénario suit la même logique que le scénario 1, en intégrant une coopération à l'échelle des territoires permettant d'assurer une plus grande flexibilité dans les usages des infrastructures	La déconstruction et Reconstruction s'opère via l'utilisation de matériaux récupérés d'autres bâtiments. La flexibilité et la mutualisation se heurtent à des freins de sécurité, responsabilité, confidentialité	Ce scénario s'appuie sur une construction modulaire recyclable par morceaux ce qui permet d'assurer la réversibilité. La et la mutualisation se heurtent aux mêmes problématiques que dans le scénario 3

Artificialisation des sols

	TEND	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Zones	Peu de limitations	Faible	Faible	Peu de limitations	Aucune limitation et incitation à continuer l'artificialisation sur les zones actuellement non constructibles. S3 + Stratégies de compensation (artificialisation dans certaines zones avec compensation écologique dans d'autres zones)
Ampleur	Importante	Faible	Faible	Moyenne	Très importante
Méthodes de perméabilisation	Perméabilisation de faible ampleur, qui s'appuie sur des procédés variés, avec un choix laissé au commanditaire.	Renaturation des sols en ville	Essai de désimperméabiliser avec des SafN	Essai de désimperméabiliser les zones en artificialisation en utilisant des méthodes biomimétiques	Essai de désimperméabiliser les zones en artificialisation via des technologies industrielles
Actions adaptatives	<ul style="list-style-type: none"> Prairies urbaines Jardins de pluies Drainage biologique Béton poreux Revêtements stabilisés Drainages géo-synthétiques Pavés engazonnés 	Renaturation des sols en ville <ul style="list-style-type: none"> Prairie urbaine, Jardins de pluie 	Scénario 1 + Solutions de drainage biologique (Noues)	<ul style="list-style-type: none"> Béton poreux et pavés engazonnés Dispositifs de drainages par géo-synthétiques. 	S3 + Stratégies de compensation

Risques et aléas climatiques

	TEND	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Vagues de chaleur	<u>Philosophie</u> La plupart des lieux publics et tertiaires sont climatisés, les logements vont vers une augmentation des équipements en climatisation. Ceux qui ne peuvent l'être sont et où les vagues de chaleur sont trop importantes sont laissées à l'abandon temporairement. Des	<u>Philosophie</u> Les habitants devront s'adapter à une augmentation des températures. Les solutions adoptées pour le confort sont du type Low-tech ou méthodes traditionnelles ancestrales. Recours à la climatisation dans les cas extrêmes.	<u>Philosophie</u> La baisse du confort thermique est plus faible, du fait des solutions d'adaptation mises en place en amont, telles que les SafN, notamment le rafraîchissement de végétalisation. Les habitants sont tout de même obligés de s'adapter. Les collectivités mettent en place des zones de refuges et campagnes de	<u>Philosophie</u> Les zones où les vagues de chaleur sont trop importantes sont laissées à l'abandon temporairement et des reconstructions saisonnières sont mises en place. Les solutions biomimétiques de rafraîchissement sont privilégiées ainsi qu'une attention portée à l'orientation au moment de la	<u>Philosophie</u> Les bâtiments sont majoritairement climatisés. Ceux qui ne peuvent l'être sont et où les vagues de chaleur sont trop importantes sont laissées à l'abandon temporairement et des reconstructions saisonnières sont mises en place, voire des déconstruction-reconstruction. Les solutions technologiques et

	logiques individuelles sont privilégiées.		sensibilisation pour l'amélioration du lien social et une meilleure résilience. Les usages évoluent. Recours à la climatisation dans les cas extrêmes.	reconstruction des bâtiments fortement impactés par les vagues de chaleur, lorsqu'il y a déconstruction-reconstruction.	industrielles de rafraîchissement, des logiques individuelles sont privilégiées.
	<u>Actions adaptatives</u> Climatisation Ventilation naturelle	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> • Brasseur d'air et ventilation naturelle • Obstruction de certaines fenêtres et installation de protections solaires Forêts et prairies urbaines	<u>Actions adaptatives</u> S1 + <ul style="list-style-type: none"> • Murs et Toitures Végétales Géothermie par geocooling	<u>Actions adaptatives</u> Solutions biomimétiques pour la ventilation mise en place par reconstruction comme les bâtiments inspirés des <u>termitières</u> ou des revêtements <u>inspirés de la peau des fruits du Durian</u> . A l'échelle du territoire, rafraîchissement par des infrastructures pour ombrager dans les zones urbaines	<u>Actions adaptatives</u> Nouvelles méthodes, de climatisation (clims solaires...), installation de points d'eau types brumisateurs
Sécheresses et RGA	<u>Philosophie</u> Rénovation de faible ampleur dans la prévention des risques liés au RGA, qui s'appuie sur des procédés variés, avec un choix laissé au commanditaire.	<u>Philosophie</u> Les actions d'adaptation aux RGA sont mises en œuvre lors de rénovations : les actions majoritaires sont portées sur l'environnement des bâtiments pour éviter une déstabilisation des bâtiments. Un renforcement des fondations peut être réalisé lorsque cela est nécessaire (rare).	<u>Philosophie</u> S1 + Utilisation de solutions fondées sur la nature pour les mesures de prévention et palliatives	<u>Philosophie</u> Les risques sont pris en compte lors de reconstructions ce qui permet une sélection de matériaux et de types de fondation plus adaptée	<u>Philosophie</u> S3 avec des matériaux plus innovants et industriels.
	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> • Faibles ou inexistantes 	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> • Éloigner les arbres, écrans anti-racines • Renforcement des fondations par pieutage 	<u>Actions adaptatives</u> S1 + <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les évaporations près des maisons terrasse via des caniveaux et des solutions de drainage biologique • Injection sous haute pression de résine liquide dans la fissure. 	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> • Désolidarisation des éléments des bâtiments • Rigidifications des structures via des ferrallages par exemple et mise en place de fondations plus profondes à la reconstruction 	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> • Désolidarisation des éléments des bâtiments • Rigidifications des structures via l'utilisation de matériaux innovants comme certains bétons renforcés ou des matériaux contenant des agents réparant • Fondations plus profondes à la reconstruction
Inondations	<u>Philosophie</u> Anticipation du risque dans la pratique globalement laissé à la charge des habitants ou utilisateurs des bâtiments	<u>Philosophie</u> La prévention des inondations se met en place via un recours à la biodiversité et à des mesures non structurelles. On a recours à des travaux de rénovation pour adapter certains bâtiments	<u>Philosophie</u> Scénario 1 + Mise en place d'une coopération entre les territoires	<u>Philosophie</u> Politique de reconstruction déconstruction, permettant d'adapter en profondeur les bâtiments concernés par des inondations, logique de céder dans certaines parties du territoire à la montée des eau	<u>Philosophie</u> S3 Installations de barrières structurelles, pour endiguer au maximum la montée des eaux. Les nouveaux espaces constructibles comme les îles artificielles sont surélevés.

	<u>Actions adaptatives</u> Faibles ou inexistantes	<u>Actions adaptatives</u> Renaturation de certaines zones pour assurer l'infiltration de l'eau. Installation de dispositif anti-eau (comme des clapets anti-retours sur les canalisations)	<u>Actions adaptatives</u> Scénario 1 + gestion intégrée des milieux aquatiques à l'échelle des bassins versants (reméandrer les cours d'eau, redonner aux fleuves plus de mobilité.)	<u>Actions adaptatives</u> Politique de reconstruction déconstruction, permet de dresser des maisons sur pilotis là ou cela s'avère nécessaire.	<u>Actions adaptatives</u> S3 Installations de barrières structurelles comme des murets ou des batardeaux
Tempêtes et Vents Violents	<u>Philosophie</u> Anticipation du risque très marginale	<u>Philosophie</u> Recours à des aménagement sur les bâtiments pour limiter les effets du vent sur le bâti	<u>Philosophie</u> Recours à des aménagement sur et autour des bâtiments pour limiter les effets du vent sur le bâti. On intègre des solutions fondées sur la nature.	<u>Philosophie</u> Reconstruction des quartiers fortement exposés aux risques. Application de pratiques biomimétiques pour limiter la prise au vent des bâtiments	<u>Philosophie</u> Reconstruction des quartiers fortement exposés aux risques.
	<u>Actions adaptatives</u> Aucune	<u>Actions adaptatives</u> On veillera à limiter la prise au vent de la toiture, notamment en évitant les débords de toits trop longs et en assurant une inclinaison de toit suffisante, et à installer les équipements du bâtiment dans des zones peu exposées aux vents	<u>Actions adaptatives</u> S1 + Végétations aux abords des bâtiments : la végétation limite la puissance du vent aux abords du bâtiment en agissant comme des brise-vents et le protège en cas de tempêtes	<u>Actions adaptatives</u> Reconstruction aérodynamique, utilisation de constructions en bambou	<u>Actions adaptatives</u> Construction style bunker, utilisation de matériaux innovants ou contenant des agents réparant
Submersions marines et érosions côtières	<u>Philosophie</u> Peu d'anticipation du risque, mise en place de zones non-constructibles là où le risque de submersion marine est trop élevé	<u>Philosophie</u> Recours à la biodiversité et à des mesures non structurelles pour gérer le risque d'érosion côtière	<u>Philosophie</u> S1	<u>Philosophie</u> Utilisation du biomimétisme pour limiter l'érosion côtière. Reconstruction dans les zones submergées via l'utilisation de maisons flottantes	<u>Philosophie</u> Installations de barrières structurelles, ces barrières auront un effet néfaste sur la biodiversité littorale et riparienne.
	<u>Actions adaptatives</u> Peu d'actions adaptatives, Rénovation de faible ampleur dans la prévention des risques liés à la submersion marine, qui s'appuie sur des procédés variés, avec un choix laissé au commanditaire.	<u>Actions adaptatives</u> Renaturation des dunes et des versants des bassins avec une attention particulière portée sur le choix de la palette végétale (microclimat, caractéristiques du sol et aléas climatiques)	<u>Actions adaptatives</u> S1	<u>Actions adaptatives</u> Maisons sur pilotis ou maisons flottantes Recours au biomimétisme comme l'agglomération de grains de sable par l'utilisation de bactéries ou la création de dunes artificielles qui poseront des problèmes d'approvisionnement en sable.	<u>Actions adaptatives</u> S3 Les nouveaux espaces constructibles comme les îles artificielles sont surélevés. Mises en place de digues et de barrages
Feux de forêts	<u>Philosophie</u> Peu d'anticipation Zones détruites laissées à l'abandon si manque de moyens financiers.	<u>Philosophie</u> Gestion des forêts adaptée.	<u>Philosophie</u> Scénario 1	<u>Philosophie</u> Scénario 4	<u>Philosophie</u> Anticipation par des moyens technologiques et résistance par des moyens industriels.
	<u>Actions adaptatives</u> Pas d'action adaptatives	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> Plantation d'espèces variées Entretien régulier des forêts 	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> Plantation d'espèces variées Entretien régulier des forêts 	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> Présence de canadais pour éviter les départs de feux 	<u>Actions adaptatives</u> <ul style="list-style-type: none"> Présence de canadais pour éviter les départs de feux

				<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de réseaux de capteurs intelligents pour identifier les départs de feux <p>Construction avec des matériaux plus résistants aux feux (voire inspiré du biomimétisme)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de réseaux de capteurs intelligents pour identifier les départs de feux • Construction avec des matériaux plus résistants aux feux • Abattage des forêts dans les zones à proximité des habitations <p>Compensation</p>
--	--	--	--	---	---

5.2. Actions adaptatives en fonction des niveaux de risque

Les actions adaptatives retenues pour effectuer une évaluation des émissions carbone représentative de l'adaptation du secteur concernent la partie de l'adaptation des bâtiments relative aux risques climatiques.

Pour chaque aléa, chaque scénario de transition(s), chaque niveau de risque, et chaque sensibilité, des actions adaptatives ont été attribuées afin d'être par la suite appliquées aux ratios de surfaces bâtementaires concernées.

La répartition des actions adaptatives en fonction de ces catégories a été effectuée selon les tableaux suivants.

Dans tous les scénarios, la climatisation et les nouvelles constructions dans le cadre de relocalisation ne sont pas prises en compte dans l'évaluation des émissions carbone de l'adaptation car elles le sont de manière différenciée dans le cadre d'autres travaux¹⁶.

5.2.1. Vagues de chaleur

Scénario 1			
	Sensibilité du bâtiment entre 0 (inclus) et 3 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 3 (inclus) et 6 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 6 (inclus) et 9 (inclus)
Indice CDD faible – ICU nul	-	-	-
Indice CDD faible – 0°C < ICU < 4,5°C	-	-	-
Indice CDD faible – ICU > 4,5°C	-	-	-
Indice CDD moyen – ICU nul	◦ Végétalisation	◦ Végétalisation	◦ Végétalisation
Indice CDD moyen – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Installation de protections solaires	◦ Installation de protections solaires	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle
Indice CDD moyen – ICU > 4,5°C	◦ Installation de protections solaires	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle
Indice CDD fort – ICU nul	◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Végétalisation	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Végétalisation	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Végétalisation
Indice CDD fort – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres
Indice CDD fort – ICU > 4,5°C	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres

Scénario 2			
	Sensibilité du bâtiment entre 0 (inclus) et 3 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 3 (inclus) et 6 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 6 (inclus) et 9 (inclus)
Indice CDD faible – ICU nul	-	-	-
Indice CDD faible – 0°C < ICU < 4,5°C	-	-	-
Indice CDD faible – ICU > 4,5°C	-	-	-
Indice CDD moyen – ICU nul	◦ Végétalisation	◦ Végétalisation	◦ Végétalisation
Indice CDD moyen – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Installation de protections solaires	◦ Installation de protections solaires	◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle
Indice CDD moyen – ICU > 4,5°C	◦ Installation de protections solaires ◦ Murs végétalisés	◦ Installation de protections solaires	◦ Installation de protections solaires

¹⁶ CODA Stratégies, ADEME (2021), La climatisation dans le bâtiment : état des lieux et prospective

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Murs végétalisés 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Murs végétalisés
Indice CDD fort – ICU nul	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Végétalisation 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Végétalisation 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Végétalisation
Indice CDD fort – 0°C < ICU < 4,5°C	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres
Indice CDD fort – ICU > 4,5°C	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres ◦ Murs végétalisés 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres ◦ Murs végétalisés 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Installation de protections solaires ◦ Brasseur d'air + ventilation naturelle ◦ Obstruction de fenêtres ◦ Murs végétalisés

Scénario 3			
	Sensibilité du bâtiment entre 0 (inclus) et 3 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 3 (inclus) et 6 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 6 (inclus) et 9 (inclus)
Indice CDD faible – ICU nul	-	-	-
Indice CDD faible – 0°C < ICU < 4,5°C	-	-	-
Indice CDD faible – ICU > 4,5°C	-	-	-
Indice CDD moyen – ICU nul	-	-	-
Indice CDD moyen – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Ombrage	◦ Ombrage	◦ Ombrage
Indice CDD moyen – ICU > 4,5°C	◦ Ombrage	◦ Ombrage	◦ Ombrage
Indice CDD fort – ICU nul	-	-	-
Indice CDD fort – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Ombrage	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme
Indice CDD fort – ICU > 4,5°C	◦ Ombrage	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme

Scénario 4			
	Sensibilité du bâtiment entre 0 (inclus) et 3 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 3 (inclus) et 6 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 6 (inclus) et 9 (inclus)
Indice CDD faible – ICU nul	-	-	-
Indice CDD faible – 0°C < ICU < 4,5°C	-	-	-
Indice CDD faible – ICU > 4,5°C	-	-	-
Indice CDD moyen – ICU nul	-	-	-
Indice CDD moyen – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Ombrage	◦ Ombrage	◦ Ombrage
Indice CDD moyen – ICU > 4,5°C	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs
Indice CDD fort – ICU nul	-	-	-
Indice CDD fort – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme ◦ Brumisateurs
Indice CDD fort – ICU > 4,5°C	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Biomimétisme ◦ Brumisateurs

TEND			
	Sensibilité du bâtiment entre 0 (inclus) et 3 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 3 (inclus) et 6 (non inclus)	Sensibilité du bâtiment entre 6 (inclus) et 9 (inclus)
Indice CDD faible – ICU nul	-	-	-
Indice CDD faible – 0°C < ICU < 4,5°C	-	-	-
Indice CDD faible – ICU > 4,5°C	-	-	-
Indice CDD moyen – ICU nul	-	-	-
Indice CDD moyen – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Ombrage	◦ Ombrage	◦ Ombrage
Indice CDD moyen – ICU > 4,5°C	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs
Indice CDD fort – ICU nul	-	-	-
Indice CDD fort – 0°C < ICU < 4,5°C	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs ◦ Ventilation naturelle
Indice CDD fort – ICU > 4,5°C	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs	◦ Ombrage ◦ Brumisateurs

		◦ Ventilation naturelle	◦ Ventilation naturelle
--	--	-------------------------	-------------------------

5.2.2. Inondations

Scénario 1 (rural)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 faible	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 moyen	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention

Scénario 1 (urbain)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention

Scénario 2 (rural)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8

Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 faible	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 moyen	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Renaturation ◦ Reméandrer les cours	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Reméandrer les cours	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention ◦ Reméandrer les cours	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention ◦ Reméandrer les cours	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention ◦ Reméandrer les cours

Scénario 2 (urbain)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention	◦ Renaturation ◦ Dispositif clapet anti-retour ◦ Bassins de rétention

Scénario 3 (rural)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-

Risque 0 – PFL90 fort	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 1 – PFL90 fort	-	-	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants				

Scénario 3 (urbain)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 1 – PFL90 fort	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 faible	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 2 – PFL90 moyen	◦ Dispositifs anti-eau				
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants				

Scénario 4 (rural)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Dignes	◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Dignes
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Dignes				

Scénario 4 (urbain)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8

Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Murets	◦ Murets	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Murets	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Murets	◦ Dispositifs anti-eau Pilotis ◦ Murets
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Dignes				

Scénario 4 (rural)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Dignes	◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau Pilotis ◦ Dignes
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau Pilotis
Risque 2 – PFL90 fort	◦ Dispositifs anti-eau Pilotis ◦ Bâtiments flottants ◦ Dignes	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Dignes			

Scénario 4 (urbain)					
	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4 ou 5	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 7	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque 0 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 moyen	-	-	-	-	-
Risque 0 – PFL90 fort	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau
Risque 1 – PFL90 faible	-	-	-	-	-
Risque 1 – PFL90 moyen	-	-	-	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 1 – PFL90 fort	◦ Murets	◦ Murets	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Murets	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis ◦ Murets	◦ Dispositifs anti-eau Pilotis ◦ Murets
Risque 2 – PFL90 faible	-	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis
Risque 2 – PFL90 moyen	-	◦ Dispositifs anti-eau	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau ◦ Pilotis	◦ Dispositifs anti-eau Pilotis

Risque 2 – PFL90 fort	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositifs anti-eau Pilotis ◦ Bâtiments flottants ◦ Digue 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Digue 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Digue 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Digue 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dispositifs anti-eau ◦ Bâtiments flottants ◦ Digue
-----------------------	--	--	--	--	--

5.2.3. Sécheresses & Retraits-Gonflements des Argiles

Scénario 1					
	Sensibilité du bâtiment égale à 2	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque RGA faible – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse sévère	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse extrême	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse sévère	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse extrême	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations
Risque RGA fort – Indice sécheresse modérée	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations
Risque RGA fort – Indice sécheresse sévère	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations
Risque RGA fort – Indice sécheresse extrême	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations

Scénario 2					
	Sensibilité du bâtiment égale à 2	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque RGA faible – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse sévère	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse extrême	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse sévère	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse extrême	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations ◦ Drainage
Risque RGA fort – Indice sécheresse modérée	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations
Risque RGA fort – Indice sécheresse sévère	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations ◦ Drainage

Risque RGA fort – Indice sécheresse extrême	◦ Eloignement des arbres	◦ Eloignement des arbres	◦ Renforcement des fondations	◦ Renforcement des fondations ◦ Drainage	◦ Renforcement des fondations ◦ Drainage
---	--------------------------	--------------------------	-------------------------------	---	---

Scénario 3					
	Sensibilité du bâtiment égale à 2	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque RGA faible – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse sévère	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse extrême	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse sévère	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage ◦ Régulation de l'humidité des sols via capteurs
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse extrême	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage ◦ Régulation de l'humidité des sols via capteurs	◦ Fondations plus profondes
Risque RGA fort – Indice sécheresse modérée	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage ◦ Régulation de l'humidité des sols via capteurs
Risque RGA fort – Indice sécheresse sévère	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage ◦ Régulation de l'humidité des sols via capteurs	◦ Fondations plus profondes
Risque RGA fort – Indice sécheresse extrême	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage ◦ Régulation de l'humidité des sols via capteurs	◦ Fondations plus profondes	◦ Fondations plus profondes

Scénario 4					
	Sensibilité du bâtiment égale à 2	Sensibilité du bâtiment égale à 3	Sensibilité du bâtiment égale à 4	Sensibilité du bâtiment égale à 6	Sensibilité du bâtiment égale à 8
Risque RGA faible – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice sécheresse sévère	-	-	-	-	-
Risque RGA faible – Indice	-	-	-	-	-

sécheresse extrême					
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse modérée	-	-	-	-	-
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse sévère	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton
Risque RGA Moyen – Indice sécheresse extrême	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Fondations plus profondes
Risque RGA fort – Indice sécheresse modérée	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton
Risque RGA fort – Indice sécheresse sévère	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Fondations plus profondes
Risque RGA fort – Indice sécheresse extrême	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment	◦ Désolidarisation des éléments de bâtiment ◦ Rigidification via béton	◦ Fondations plus profondes	◦ Fondations plus profondes

5.2.4. Submersions marines

RCP 4.5

Scénario 1 (RCP4.5)				
	Elévation du niveau marin de 0,07m	Elévation du niveau marin de 0,12m	Elévation du niveau marin de 0,18m	Elévation du niveau marin de 0,22m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation
1-2m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation
2-3m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
3m-4m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
4m-5m	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
5m-6m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
6m-7m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
7m-8m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
8m-9m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation

Scénario 2 (RCP4.5)				
	Elévation du niveau marin de 0,07m	Elévation du niveau marin de 0,12m	Elévation du niveau marin de 0,18m	Elévation du niveau marin de 0,22m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation
1-2m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation
2-3m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
3m-4m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
4m-5m	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
5m-6m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
6m-7m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
7m-8m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation

8m-9m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
-------	------------------	------------------	------------------	------------------

Scénario 3 (RCP4.5)				
	Elévation du niveau marin de 0,07m	Elévation du niveau marin de 0,12m	Elévation du niveau marin de 0,18m	Elévation du niveau marin de 0,22m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	-	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes
1-2m	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes
2-3m	-	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes
3m-4m	◦ Rechargement ou création de dunes			
4m-5m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis
5m-6m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
6m-7m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
7m-8m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes
8m-9m	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes	◦ Maisons flottantes

Scénario 4 (RCP4.5)				
	Elévation du niveau marin de 0,07m	Elévation du niveau marin de 0,12m	Elévation du niveau marin de 0,18m	Elévation du niveau marin de 0,22m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	-	-	-	-
1-2m	-	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue
2-3m	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue
3m-4m	-	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue
4m-5m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis
5m-6m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
6m-7m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
7m-8m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes
8m-9m	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes	◦ Maisons flottantes

Scénario T (RCP4.5)				
	Elévation du niveau marin de 0,07m	Elévation du niveau marin de 0,12m	Elévation du niveau marin de 0,18m	Elévation du niveau marin de 0,22m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	-	-	-	-
1-2m	-	-	-	◦ Digue
2-3m	-	-	◦ Digue	◦ Digue
3m-4m	-	◦ Digue	◦ Digue	◦ Digue
4m-5m	◦ Digue	◦ Digue	◦ Digue	◦ Abandon
5m-6m	◦ Digue	◦ Digue	◦ Abandon	◦ Abandon
6m-7m	◦ Digue	◦ Digue	◦ Abandon	◦ Abandon
7m-8m	◦ Digue	◦ Abandon	◦ Abandon	◦ Abandon
8m-9m	◦ Abandon	◦ Abandon	◦ Abandon	◦ Abandon

RCP 8.5

Scénario 1 (RCP8.5)				
---------------------	--	--	--	--

	Élévation du niveau marin de 0,08m	Élévation du niveau marin de 0,13m	Élévation du niveau marin de 0,18m	Élévation du niveau marin de 0,26m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
1-2m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
2-3m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
3m-4m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
4m-5m	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
5m-6m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
6m-7m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
7m-8m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
8m-9m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation

Scénario 2 (RCP8.5)				
	Élévation du niveau marin de 0,08m	Élévation du niveau marin de 0,13m	Élévation du niveau marin de 0,18m	Élévation du niveau marin de 0,26m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
1-2m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
2-3m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation
3m-4m	◦ Renaturation	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
4m-5m	◦ Renaturation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
5m-6m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
6m-7m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
7m-8m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation
8m-9m	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation	◦ Relocalisation

Scénario 3 (RCP8.5)				
	Élévation du niveau marin de 0,08m	Élévation du niveau marin de 0,13m	Élévation du niveau marin de 0,18m	Élévation du niveau marin de 0,26m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	-	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes
1-2m	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes
2-3m	-	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes
3m-4m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis
4m-5m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis
5m-6m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
6m-7m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
7m-8m	◦ Rechargement ou création de dunes	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes
8m-9m	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes	◦ Maisons flottantes

Scénario 4 (8.5)				
	Élévation du niveau marin de 0,08m	Élévation du niveau marin de 0,13m	Élévation du niveau marin de 0,18m	Élévation du niveau marin de 0,26m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	-	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue
1-2m	-	-	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue
2-3m	-	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue
3m-4m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis

4m-5m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis
5m-6m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
6m-7m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis
7m-8m	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue	◦ Rechargement ou création de dunes + Digue + Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes
8m-9m	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons sur pilotis	◦ Maisons flottantes	◦ Maisons flottantes

Scénario T				
	Élévation du niveau marin de 0,08m	Élévation du niveau marin de 0,13m	Élévation du niveau marin de 0,18m	Élévation du niveau marin de 0,26m
Pas de risque	-	-	-	-
Inférieur à 1m	-	-	-	-
1-2m	-	-	-	◦ Digue
2-3m	-	-	◦ Digue	◦ Digue
3m-4m	-	◦ Digue	◦ Digue	◦ Digue
4m-5m	◦ Digue	◦ Digue	◦ Digue	◦ Abandon
5m-6m	◦ Digue	◦ Digue	◦ Abandon	◦ Abandon
6m-7m	◦ Digue	◦ Digue	◦ Abandon	◦ Abandon
7m-8m	◦ Digue	◦ Abandon	◦ Abandon	◦ Abandon
8m-9m	◦ Abandon	◦ Abandon	◦ Abandon	◦ Abandon

5.3. Evaluation des émissions carbone des actions adaptatives

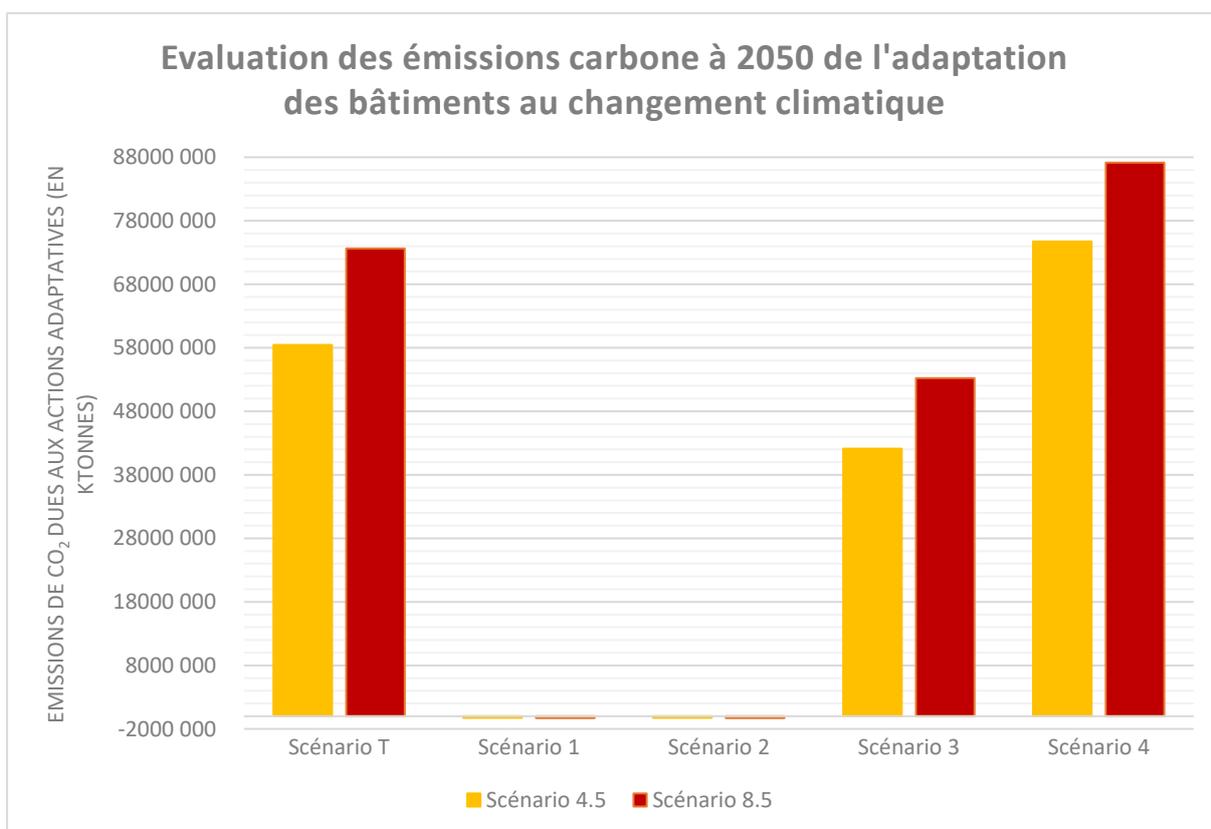
Pour récapituler, les actions retenues pour l'évaluation des émissions carbone sont réparties selon des catégories créées à partir des niveaux de risques face aux différents aléas, et des sensibilités des bâtiments. A chaque région climatique et pour chaque catégorie correspond une surface de bâtiment. Ces surfaces permettent d'évaluer le nombre d'actions adaptatives à mettre en place pour une stratégie d'adaptation à l'échelle de la France métropolitaine.

	SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4	TEND
VAGUES DE CHALEUR	◦ Végétalisation ◦ Protections solaires ◦ Brasseur d'air	◦ Végétalisation ◦ Protections solaires ◦ Brasseur d'air	◦ Dispositifs d'ombrage ◦ Biomimétisme déconstruction / reconstruction	◦ Dispositifs d'ombrage ◦ Biomimétisme déconstruction / reconstruction ◦ Brumisateurs	◦ Dispositifs d'ombrage ◦ Brumisateurs
INONDATIONS	◦ Renaturation ◦ Clapets anti-retours ◦ Jardins de pluie	◦ Renaturation ◦ Clapets anti-retours ◦ Jardins de pluie ◦ Reméandrer les cours d'eau	◦ Clapets anti-retours ◦ Batardeaux ◦ Obstruction des fenêtres ◦ Bâtiments flottants ou sur pilotis (déconstruction/reconstruction)	◦ Clapets anti-retours ◦ Batardeaux ◦ Obstruction des fenêtres ◦ Bâtiments flottants ou sur pilotis (déconstruction/reconstruction) ◦ Dignes ou murets	◦ Clapets anti-retours ◦ Batardeaux ◦ Obstruction des fenêtres ◦ Bâtiments flottants ou sur pilotis (déconstruction/reconstruction) ◦ Dignes ou murets
SECHERESSES & RGA	◦ Eloignement des arbres ◦ Renforcement des fondations	◦ Eloignement des arbres ◦ Renforcement des fondations ◦ Solutions de drainage	◦ Désolidarisation des éléments du bâtiment ◦ Rigidification via ferrailage ◦ Régulation de l'humidité du sol ◦ Fondations plus profondes (déconstruction/reconstruction)	◦ Désolidarisation des éléments du bâtiment ◦ Rigidification via béton ◦ Fondations plus profondes (déconstruction/reconstruction)	◦ Désolidarisation des éléments du bâtiment ◦ Rigidification via béton ◦ Fondations plus profondes (déconstruction/reconstruction)

SUBMERSIONS MARINES	◦ Renaturation ◦ Relocalisation	◦ Renaturation ◦ Relocalisation	◦ Rechargement des dunes ◦ Bâtiments sur pilotis ou flottants déconstruction/reconstruction	◦ Rechargement des dunes ◦ Bâtiments sur pilotis ou flottants Déconstruction / reconstruction ◦ Digues	◦ Digue ◦ Abandon
------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---	---	----------------------

Les actions adaptatives ont d'abord été quantifiées pour les mettre en rapport avec les surfaces exposées aux différents niveaux de risque. Une évaluation des émissions carbone de scope 3 a ensuite été effectuée pour chacune d'entre elle en prenant en compte une période de 10 ans. Ce travail est consultable dans le fichier Excel : Tableau attribution émissions GES par unité de surface.

Les bilans carbone des années 2020, 2030, 2040 et 2050 sont sommés afin d'obtenir l'empreinte carbone de l'adaptation des bâtiments au changement climatique dans chaque scénario de l'ADEME et dans le scénario tendanciel pour les scénarios 4.5 et 8.5 du GIEC à 2050.



Plusieurs enseignements peuvent être tirées de ce graphique :

- Dans le **scénario 1 et le scénario 2**, qui sont des scénarios qui s'appuient majoritairement sur des solutions d'adaptation fondées sur la nature, l'adaptation des bâtiments au changement climatique peut-être un atout pour atteindre la neutralité carbone à 2050. Les émissions calculées sont négatives et mettent en évidence l'aspect **puit carbone de l'adaptation**. Cependant, en mettant en regard les proportions d'émissions absorbées par rapport aux émissions émises dans le secteur, il est clair que l'adaptation, même basée sur des solutions fondées sur la nature, ne peut pas compenser à elle seule des scénarios de transition(s) ayant un poids carbone élevé.
- Le **scénario 3** et plus encore le **scénario 4**, l'adaptation au changement climatique a une empreinte carbone importante. Les actions de déconstruction-reconstruction prévues dans ces scénarios ont un impact carbone très important (bien qu'elles ne soient pas toutes attribuables à la stratégie d'adaptation. En ce sens, les résultats présentés ici représentent la fourchette haute des émissions). En effet, la déconstruction d'un bâtiment de 100m² émet en moyenne 312 tonnes de CO₂ soit l'empreinte carbone annuel de près de 30 français.
- Dans le **scénario 4**, l'empreinte carbone est la plus élevée du fait d'une surface plus importante de bâtiments à risque mais également de la construction de digues en béton qui mettent à mal l'objectif d'atténuation du changement climatique.
- **Entre les scénarios de projection climatique du GIEC RCP4.5 et RCP8.5, les risques diffèrent** : les risques sont plus élevés dans le scénario RCP8.5 que dans le scénario RCP4.5. Les risques étant plus élevés, davantage d'actions

adaptatives sont mises en place. De ce fait, dans les scénarios 1 et 2, basés sur des solutions adaptatives fondées sur la nature, le poids carbone est moins important. Une analyse incluant des évaluations des conséquences économiques, environnementale et sociale est nécessaire pour contrebalancer les résultats, qui, à ce stade, favorisent le scénario RCP8.5.

- Les différences de risques des scénarios de projection climatique du GIEC RCP4.5 et RCP8.5 impliquent également des différences de poids carbone dans les scénarios 3 et 4 : la surface plus étendue de bâtiments à risque produit des empreintes carbone plus importantes dans le scénario RCP4.5 que dans le scénario RCP8.5.
- Pour le scénario tendanciel, l'impact carbone se situe entre celui du scénario 3 et du scénario 4. Ceci est dû au fait que moins d'actions adaptatives ont été mises en place dans ce scénario.

Ces résultats permettent de souligner l'importance de prendre en compte d'autres formes de bilans, tels que les bilans humains, environnementaux ou économiques.

6. Limites et perspectives

L'identification des limites et perspectives de cette étude permet de mieux comprendre les biais et limitations de l'approfondissement de celle-ci, et de connaître les besoins en recherche de nouvelles connaissances et méthodes.

	Limites	Perspectives
Modèles climatiques	Le choix des indicateurs ¹⁷ DRIAS est basé sur le modèle CNRM-2014. Ce modèle est daté : le risque sur l'ensemble des scénarios est minimisé. En effet, les prévisions climatiques actuelles sont moins optimistes que celles de 2014, car l'humanité a continué à évoluer sur une trajectoire similaire au RCP 8.5 jusqu'en 2020.	Une mise à jour de l'étude avec des données actualisées selon les derniers modèles permettrait une qualification des risques plus proche de la trajectoire climatique observée.
Indicateurs climatiques	Dans l'analyse de risque d'inondation, le choix de l'indicateur PFL90, pour observer l'évolution des précipitations intenses, est une limite car sa fluctuation ne permet pas de rendre compte d'une augmentation du risque en intensité de précipitation (on observe une stagnation en durée des périodes de pluie).	Une analyse des risques liés aux inondations avec un indicateur représentatif de l'intensité des précipitations est nécessaire sur ce risque. La récente publication de nouveaux indicateurs sur la plateforme DRIAS rend cette mise à jour techniquement possible. Par ailleurs, croiser ces indices au regard des potentialités d'artificialisation et renaturation dans les villes ou zones rurales permettrait de mieux modéliser les évolutions d'inondation à venir.
Données bâtiments	Les bâtiments résidentiels ou tertiaires ont été traités indifféremment. Les bâtiments industriels et agricoles ne sont pas étudiés.	Une étude différenciant les bâtiments résidentiels ou tertiaires permettrait de rendre compte des vulnérabilités associées aux enjeux d'usage. Le cas des bâtiments industriels pourrait aussi faire l'objet d'un complément d'étude.
Optimisation des calculs	Afin d'optimiser les temps de calculs, des optimisations ont été réalisées, impliquant des biais. L'hypothèse suivante a dû être posée : la surface moyenne d'un bâtiment est la même dans toutes les régions climatiques de France. Dans le cas où les surfaces moyennes seraient très différentes, le risque serait estimé à la hausse sur les régions aux surfaces moyennes plus faibles et minimisé dans le cas opposé.	Avec du matériel informatique plus robuste, un serveur à distance, ou plus de temps, la précision pourrait être améliorée.

¹⁷ La temporalité de l'étude a été la cause de ce choix d'indicateurs : les bases de données ont été mises à jour peu de temps après la fin de la période d'analyse de données de l'étude.

Horizons temporels	L'horizon temporel à 2050 est un horizon à moyen terme. Celui-ci n'est pas adapté pour l'observation du risque lié à l'aléa submersions marines, du fait de l'inertie du phénomène de montée du niveau de la mer.	Une mise à jour de l'étude avec des projections long-terme, à 2100, est nécessaire pour observer une différence entre le scénario intermédiaire (RCP4.5) et business-as-usual (RCP8.5).
Hypothèses des scénarios Transition(s)	Les choix de localisation des constructions dans les années à venir sont déterminants : construirons-nous en zone très exposée aux aléas climatiques de manière indifférenciée ? L'absence de philosophie, pour chacun des scénarios Transition(s) 2050, déterminant la proportion de construction dans les zones à risque vs. hors risque, ne permet pas de projeter des évolutions de surface à risque. Or, il y a une dépendance directe entre proportion du risque et taux de construction définis dans les scénarios de neutralité.	Afin de réellement traduire les philosophies des différents scénarios de neutralité, il aurait fallu poser des hypothèses concernant les taux de construction en zones à risques, et les faire évoluer différemment selon les philosophies des scénarios Transition(s) 2050. Ceci aurait permis d'illustrer la prise en compte du changement climatique dans les diagnostics préalables et de faire varier les proportions de surfaces de bâtiments concernés par les risques climatiques. Une mise à jour de l'étude avec des hypothèses concernant les taux de construction neuves dans les zones à risques est incontournable pour réellement évaluer l'impact des stratégies d'adaptation françaises sur les risques auxquels les bâtiments seront soumis.
Externalités environnementales, économiques et sociales	Seule l'évaluation des émissions carbone est réalisée : les externalités négatives (pollution, conséquences sociales, conséquences sur la biodiversité, exploitation des ressources) n'ont pas été évaluées dans le cadre de ces travaux. Certaines conséquences n'ont donc pas été prises en compte et cela minimise donc les impacts des scénarios.	L'analyse devrait être complétée d'une évaluation des rejets de vulnérabilités sur les autres systèmes, et d'une analyse quantifiant les externalités négatives potentielles des stratégies d'adaptation (pollution, conséquences sociales, conséquences sur la biodiversité, exploitation des ressources).
Effets rebonds et boucles de rétroaction	Les effets rebonds liés à l'adaptation n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Notamment, l'incapacité future à mettre en œuvre les solutions proposées dans un climat non identique à celui d'aujourd'hui n'a pas été modélisée.	Ces phénomènes pourraient faire l'objet d'un complément d'analyse.
Analyse multi-risques	Les analyses de risques ont été menées en silos, aléas par aléas. Sachant qu'un risque multi-aléas est amplificateur, les potentiels de risques sont, dans cette étude, minimisés.	Ces croisements pourraient faire l'objet d'un complément d'analyse.
Efficacité des solutions adaptatives	Les solutions adaptatives présentées ici suivent la philosophie des scénarios, mais l'analyse de leur impact en termes de réduction globale de la vulnérabilité du parc bâti n'a pas été faite. Par exemple, l'impact de la mise en œuvre de la végétalisation, de la protection solaire et des brasseurs d'air sur l'amélioration, au global, du confort d'été dans le bâtiment, n'a pas été étudiée.	Une analyse plus complète de l'efficacité cumulée des solutions adaptatives sur le parc bâti est nécessaire.

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

Figure 1 : Extrait du tableau des sensibilités de différentes typologies de bâtiments pour les trois aléas retenus.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : Correspondance fiches PROFEEL et hypothèses en termes de zones urbaines/rurales	10
Figure 3 : Répartition de l'échantillon de répondants.	11
Figure 4 : Hypothèses sur le nombre d'étage issues du sondage	11
Figure 5 : Hypothèses sur la répartition en zones rurales et urbaines issues du sondage	12
Figure 6 : Extrait du livrable parc bâti en 2020.....	12
Figure 7 : Coefficients de renouvellement urbain fournis par l'ADEME	13
Figure 8 : Extrait du livrable des coefficients d'artificialisation à court, moyen et long terme pour les bâtiments tertiaires et les scénarios 1, 2 et 3.	13
Figure 9 : Extrait du livrable projection du bâti à 2030 selon le Scénario 1.....	14
Figure 10 : Extrait du livrable projection du bâti à 2040 selon le Scénario 1.....	14
Figure 11 : Extrait du livrable projection du bâti à 2050 selon le Scénario 1.....	14
Figure 12 : Les différentes régions climatiques au sens de la RT 2012. Source : IGN.	15
Figure 13 : Le modèle ICU autour de Nantes (« Hot summer 1 » à gauche et « Hot summer 2 » à droite). Source : projet MaPuce CNRM	16
Figure 14 : Le maximum entre les 2 modèles ICU autour de Nantes. Source : projet MaPuce CNRM.	17
Figure 15 : Le modèle ICU-Max au sein de la région climatique H1-a. Source : projet MaPuce CNRM et IGN.....	18
Figure 16 : Données statistiques sur le modèle ICU-Max obtenues en fonction des régions climatiques.	19
Figure 17 : Données DRIAS sur l'indicateur degrés jour de climatisation, en 2020 selon le scénario RCP 4.5 du GIEC, dans la région climatique H1-a. Source : DRIAS et IGN.	20
Figure 18 : Extrait de statistiques sur l'indicateur degrés jour de climatisation (données DRIAS), en 2040 selon le scénario RCP 4.5 du GIEC.....	20
Figure 19 : Cartographie du niveau de risque d'inondation par remontées de nappes en France métropolitaine. Source : Géorisques	22
Figure 20 : Cartographie du niveau de risque d'inondation par remontées de nappes sur les régions climatiques H1-b (~Est) et H2-a (~Bretagne). Source : Georisques et IGN.	23
Figure 21 : Résultats (en nombre de bâtiments) du croisement entre les cartes des niveaux de risque d'inondation et celles des bâtiments pour les régions climatiques H1a et H1b.	24
Figure 22 : Données DRIAS sur l'indicateur de précipitation pfl90, en 2040 selon le scénario rcp 4.5 du GIEC, dans les régions climatiques H2-d et H3. Source : DRIAS et IGN.	25
Figure 23 : Extrait de statistiques sur l'indicateur de précipitations pfl90 (données DRIAS), en 2030 selon le scénario rcp 4.5 du GIEC.....	26
Figure 24 : Données DRIAS sur l'indicateur de précipitation pfl90, en 2040 selon le scénario rcp 4.5 du GIEC, dans les régions climatiques H2-d et H3. Source : DRIAS et IGN.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 25 : Extrait de statistiques sur l'indicateur de précipitations pfl90 (données DRIAS), en 2030 selon le scénario rcp 4.5 du GIEC.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 26 : Evolution du maximum de la fraction de précipitation journalière intense par régions climatiques selon le scénario RCP 4.5.....	27
Figure 27 : Cartographie du niveau de risque de RGA en France métropolitaine. Source : Georisques.	28
Figure 28 : Cartographie du niveau de risque RGA sur la région climatique H1-a. Source : Georisques et IGN.....	28
Figure 29 : Cartographie des zones sujettes à un niveau faible de risque RGA dans la région climatique H1-c. Source : Georisques et IGN.	29
Figure 30 : Résultats (en nombre de bâtiments) du croisement entre les cartes des niveaux de risque de RGA et celles des bâtiments pour les régions climatiques H1c, H2a, H2b et H2c.....	29
Figure 31 : Données DRIAS sur l'indicateur de sécheresse SSWI, en 2050 selon le scénario a2 du GIEC, dans la région climatique H2-c. Source : DRIAS et IGN.	30
Figure 32 : Extrait de statistiques sur l'indicateur de sécheresse sswi (données DRIAS), en 2030 selon les scénarios b1 et a2 du GIEC.....	31
Figure 33 : Cartographie hauteurs d'eau sur la Manche et le Calvados. Source : Geolittoral.	32
Figure 34 : Résultats (en nombre de bâtiments) du croisement entre les cartes des hauteurs d'eau en France et celles des bâtiments pour les régions climatiques H1a et H2a. Ici, les zones H1b et H1c sont représentées mais ne contiennent pas d'informations car elles n'ont pas de façade littorale.	33
Figure 35 : Visuel de l'outil sur sealevelrise.brgm.fr.....	33
Figure 36 : Tableaux indiquant l'augmentation du niveau de la mer prévue, à partir de données relevées dans l'outil Regional Sea Level Change du BRGM.	34
Figure 37 : Répartition des surfaces par niveaux de risque ICU et projection du risque de vague de chaleur selon les trois niveaux de sensibilités retenus (en m ²). Extrait du tableau Vagues de chaleur_Scénario1 pour l'année 2020 et le Scénario climatique RCP 4.5.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 38 : Evolution de l'exposition au risque vague de chaleur dans les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5.	35
Figure 39 : Evolution des maximums de degrés jour de climatisation par régions climatiques	Erreur ! Signet non défini.

Figure 40 : Répartition des surfaces par niveaux de risque de remontée de nappe et projection du risque de précipitations intenses selon les niveaux de sensibilités retenus et la répartition urbain/rural (en m²). Extrait du tableau Inondations_Scénario1 pour l'année 2020 et le Scénario climatique RCP 4.5. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 41 : Evolution de l'exposition au risque inondation pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 37

Figure 42 : Répartition des surfaces par niveaux de risque RGA et projection du risque de sécheresses selon les niveaux de sensibilités retenus (en m²). Extrait du tableau RGA_Scénario1 pour l'année 2020 et le Scénario climatique RCP 4.5. . **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 43 : Evolution de l'exposition au risque sécheresse et RGA dans les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5..... 38

Figure 44 : Répartition des surfaces par niveaux de risque RGA et projection du risque de sécheresses (en m²). Extrait du tableau Submersions Marines_Scénario1 pour l'année 2020 et le Scénario climatique RCP 4.5. 38

Figure 45 : Evolution de l'exposition au risque de submersion marine dans les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5..... 38

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AFPIA	Association pour la Formation Professionnelle dans les Industries de l'Ameublement
BRGM	Bureau de Recherche Géologique et Minières
CDD	Cooling Degree Day (degré jour de refroidissement)
CEREMA	Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
DJ	Degré jour
DRIAS	Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
ICU	Îlot de Chaleur Urbain
IGN	Institut Géographique National
LCZ	Local Climate Zone
MAPUCE	Modélisation APpliquée et droit de l'Urbanisme : Climat urbain et Énergie
OID	Observatoire de l'Immobilier Durable
RCP	Representative Concentration Pathway
RGA	Retrait et Gonflement des Argiles
SSWI	Standardized Soil Wetness Index

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

L'OID EN BREF

L'Observatoire de l'Immobilier Durable – OID – est l'espace d'échange indépendant du secteur immobilier sur le développement durable et l'innovation. Penser l'immobilier responsable est la raison d'être de l'OID qui rassemble plus de quatre-vingts membres et partenaires parmi lesquels les leaders de l'immobilier tertiaire en France sur toute sa chaîne de valeur. L'OID est une association qui participe activement à la montée en puissance des thématiques ESG en France et à l'international.

Les missions de L'OID



Centre de ressources - TALOEN

L'OID produit études, baromètres, Fich'ID et décryptages pour accompagner les acteurs de l'immobilier dans la prise en compte des enjeux ESG.



Groupes de travail

L'OID organise des moments d'échange entre ses membres appartenant à toute la chaîne de valeur de l'immobilier.



Evènements

L'OID organise des webinaires, des conférences, des ateliers, des visites et des voyages d'étude sur les enjeux climat pour le secteur.



Veille

L'OID produit des articles, des veilles hebdomadaires et est actif sur les réseaux sociaux sur les sujets d'actualité liant secteur de l'immobilier et changement climatique.



Programme européen

L'OID porte est un programme mécéné visant à proposer une vue d'ensemble des réglementations et bonnes pratiques au niveau de l'Europe. Il vise également à créer des espaces d'échanges sur des enjeux communs.



Les enjeux de l'adaptation au changement climatique du secteur immobilier dans les scénarios Transition(s) 2050

Alors que la France s'est engagée à atteindre la neutralité carbone en 2050, cette ambition manque encore d'une planification précise qui permettrait de la concrétiser. C'est dans ce cadre que l'ADEME a établi 4 scénarios aux philosophies différentes permettant de réduire nos émissions de gaz à effet de serre et d'atteindre cet objectif.

Ce projet intitulé Transition(s) 2050, comporte notamment un feuillet sur l'adaptation du secteur de l'immobilier au changement climatique. Dans ce volet, l'OID revient sur les risques pour le secteur à l'horizon 2050 et les différents chemins possibles pour y faire face. Son objectif est d'accompagner les acteurs vers une stratégie alliant adaptation et atténuation au changement climatique.

Rapport technique Les enjeux de l'adaptation au changement climatique du secteur immobilier dans les scénarios Transition(s) 2050

A quels risques climatiques les bâtiments seront-ils confrontés ? Quels sont les choix à effectuer pour diminuer leur vulnérabilité ? Quelle sera l'empreinte carbone de ces choix ?

Ce rapport décrit la méthodologie utilisée pour explorer les quatre scénarios Transition (s) 2050, pour adapter les bâtiments au changement climatique.

