

# GT 8 ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Livrable de la phase 2

Grille d'analyse de risque multi-alea

Septembre 2025

©Manuel Bouquet / Terra

Avec le soutien de :



## TABLE DES MATIERES

---

Préambule .....	2
CONTEXTE.....	4
1. Objectifs.....	6
2. Démarche méthodologique.....	7
2.1. Les projections climatiques .....	7
2.1.1. Bonnes pratiques dans l'usage des projections climatiques .....	8
2.1.2. Sources de données climatiques mobilisables .....	9
2.2. Caractérisation de l'exposition.....	10
2.3. Evaluation de la vulnérabilité .....	10
2.4. Résultats .....	11
3. Grille d'aléas - inventaire.....	13
4. REX de vulnérabilité .....	16
4.1. Objectifs.....	16
4.2. Méthodologie .....	16
4.2.1. Trame des questionnaires REX Expertise et REX Projet de recherche.....	16
4.2.2. Trame du questionnaire REX Opération témoin .....	17
4.3. Résultats .....	17
5. Grille d'analyse de risque multi-aléa.....	18
6. Commentaires .....	22
7. Perspectives.....	23
ANNEXE : liste des questions sur le Rex pour établir un diagnostic de vulnérabilité du bâtiment face au changement climatique .....	26

## PREAMBULE

Face aux enjeux climatiques, il devient indispensable de repenser dès aujourd'hui la manière dont nous concevons et construisons les bâtiments de demain et d'après-demain qui doivent devenir des espaces plus résilients, habitables, confortables et sains pour protéger et soutenir leurs occupants.

La réglementation environnementale des bâtiments neufs (RE2020) dessine déjà une trajectoire ambitieuse en faveur de la performance environnementale des bâtiments en fixant un cap clair et une trajectoire progressive en termes d'énergie, de carbone et de confort d'été. Le projet CAP2030, quant à lui, vise à aller au-delà en adoptant une approche globale, tout en accompagnant le déploiement de la RE2020. En effet, en complément de l'énergie et du carbone, CAP2030 explore de nouvelles thématiques comme l'adaptation au changement climatique, la biodiversité, la gestion durable de l'eau, l'économie circulaire, la qualité des environnements intérieurs, l'approche low-tech et la mesure des performances, éclairant ainsi une voie de progrès que tous, Etat, collectivités et acteurs de la filière, souhaitent poursuivre.

Lancé en 2023, le projet CAP2030 est porté par les associations Alliance HQE-GBC, le Collectif des Démarches Quartiers Bâtiments Durables et le Collectif Effinergie réunies au sein d'un GIE (Groupement d'Intérêt Écologique). Il bénéficie de l'appui scientifique et technique du CSTB, de l'accompagnement du Plan Bâtiment Durable, ainsi que du soutien de la DGALN et l'ADEME. Il réunit une large communauté d'acteurs de la filière construction – maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, architectes, entreprises, experts, chercheurs et associations – dans un cadre d'action collectif, volontaire et innovant.

Les travaux de CAP2030 ont été menés au sein de 9 groupes de travail :



Chaque groupe de travail a été piloté par les associations réunies au sein du GIE, avec l'appui du CSTB. Des experts y ont été ponctuellement associés. Ils ont réuni au total plus de 1 000 acteurs volontaires.

Les travaux ont été séquencés en deux phases :

- Phase 1 : 1<sup>er</sup> semestre 2024
- Phase 2 : 2<sup>ème</sup> semestre 2025

Les travaux de la phase 1 ont abouti à l'élaboration de propositions d'indicateurs, qui ont été consolidés par le Conseil Scientifique et Technique, et dont le format dépend de la maturité des

thématiques, des travaux de recherche existants et du retour d'expérience disponible. Les travaux de la phase 2 sont venus préciser, approfondir et enrichir les travaux de la phase 1.

Ils sont synthétisés dans des livrables publiés par chaque groupe de travail.

Il est important de souligner que ces livrables reprennent l'ensemble des propositions travaillées au sein de chacun des groupes de travail, sans ordre de priorité ou de hiérarchisation particulier.

C'est sur la base de ces travaux que le cadre commun de référence (CCR) a été élaboré, objet central du projet CAP2030. Il a pour ambition de proposer une grammaire commune basée sur des critères partagés et facilement appropriables par les porteurs de projet.

De manière opérationnelle, les maîtres d'ouvrage volontaires pourront expérimenter ce Cadre Commun de Référence à travers les outils - certifications, labels et Démarches Bâtiments Durables - portés par les associations pilotes de CAP2030 ou leurs partenaires conventionnés et. Ils viendront, grâce à leurs projets, alimenter l'Observatoire CAP2030 durant toute la phase d'expérimentation. L'observatoire CAP2030, phase 3 du projet CAP2030, a pour objectifs de faciliter le partage de retours d'expérience entre acteurs et de créer une base solide de connaissances pour améliorer progressivement la fiabilité et la pertinence du CCR mis à disposition.

## CONTEXTE

En phase 1, le travail du GT8 a consisté à construire des fiches à destination des acteurs et décideurs autour de la construction neuve (promoteurs, propriétaires, bureaux d'études, développeurs d'outils, collectivités...). Un livrable constitué de plusieurs « fiches » selon 3 niveaux : les définitions, les aléas climatiques et les risques, en lien avec la vulnérabilité du cadre bâti face aux aléas climatiques selon la phase d'un projet a été publié à l'issue de ces travaux.

Le document présent constitue le livrable de la phase 2 dans lequel nous proposons une **Grille d'analyse de risque multi-aléa**.

Le travail mené repose sur plusieurs étapes :

1. La **démarche méthodologique** qui constitue le cadre conceptuel et analytique de l'évaluation des risques climatiques pour les projets de construction neuve → c'est la partie finalisée et consolidée.
2. La construction d'une **grille d'aléas** pour le bâtiment neuf (sous format Excel) qui s'apparente à un inventaire évolutif, destiné à s'enrichir progressivement → c'est la partie vivante, évolutive.
3. Un **questionnaire** sur les retours d'expériences des contributeurs, basés sur le bâtiment existant, pour établir un diagnostic de vulnérabilité du bâtiment face au changement climatique.
4. La **Grille d'analyse de risque multi-aléa** qui fait la synthèse.

Face à l'accélération du changement climatique, les impacts sur le bâtiment se font déjà sentir, notamment à travers des phénomènes devenus récurrents comme la surchauffe estivale ou les inondations. Pourtant, ces manifestations visibles ne représentent qu'une partie des risques climatiques auxquels les bâtiments neufs devront faire face dans les années à venir. Le retrait-gonflement des argiles, les submersions marines, les tempêtes ou encore les périodes de sécheresse prolongée sont autant de menaces qui nécessitent une approche élargie, systémique et anticipatrice. Le 3<sup>ème</sup> Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC-3) vient appuyer cet enjeu. Il incarne une réponse collective et ambitieuse pour adapter notre société aux impacts du changement climatique pour certains aléas.

C'est dans ce contexte que le GT8 a développé une **grille d'analyse de risque multi-aléa**, conçue comme un **outil de pré-diagnostic** à destination des acteurs de la construction. Cette grille apporte une **lecture transversale et pragmatique des risques climatiques**, croisant exposition (liée à la localisation) et vulnérabilité (liée aux choix constructifs), sans se limiter à un seul type d'aléa. Elle invite à intégrer **dès la phase amont** les grands enjeux d'adaptation au changement climatique, dans une logique de questionnement et de hiérarchisation des priorités.

Le cadre de cette grille ne prétend pas se substituer aux outils d'aide à la décision fine ou aux modélisations thermiques, climatiques ou structurelles... Elle n'a pas non plus vocation à fournir une réponse standardisée ou prescriptive. Elle se positionne comme une **entrée en matière**, une

**boussole structurante** permettant aux professionnels d’initier une réflexion adaptée à leur projet, à leur territoire et à leur niveau d’ambition.

Concernant les outils de grilles d’analyse, il en existe plusieurs comme la méthode [ABCD](#) (Adaptation des Bâtiments au Climat Dérégulé) du Cerema, [Bat-ADAPT](#) ou encore Risque surchauffe via l’indicateur ISB (Indicateur de Surchauffe du Bâtiment) disponible sur la [BDNB](#) (Base de Données Nationale des Bâtiments) du CSTB... Chaque outil répond à un besoin spécifique ou adapté à une échelle plus ou moins étendu. Cette liste n’est bien sûr pas exhaustive et mériterait un travail de benchmark qui n’a pas pu être effectué dans le cadre de cette phase 2.

## 1. OBJECTIFS

On rappelle ici que le risque est défini comme l'interaction entre trois composantes qui sont : aléa x exposition x vulnérabilité.

La grille d'analyse de risque multi-aléas poursuit quatre objectifs principaux :

- **Permettre de poser un cadre d'analyse des risques climatiques**  
La grille est un outil de pré-diagnostic. Elle aide les acteurs à identifier les aléas et risques majeurs qui pourraient impacter un futur bâtiment dès les premières phases du projet.
- **Servir d'aide à la décision**  
En croisant les aléas identifiés avec les caractéristiques du projet, la grille permet de prioriser les actions d'adaptation les plus pertinentes selon le contexte local.
- **Anticiper les impacts sur la sécurité, la solidité, la durabilité et l'usage du bâtiment**  
L'outil attire l'attention sur les conséquences possibles des aléas climatiques et facilite une approche globale de la résilience du bâtiment.
- **Accompagner les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre dans leur démarche**  
La grille encourage les professionnels à se poser les bonnes questions au bon moment, notamment en les incitant à consulter les documents et données disponibles.

L'ensemble vise à inscrire l'adaptation au changement climatique dans une logique de projet, accessible et structurée, pour favoriser des bâtiments neufs plus robustes et résilients face aux évolutions climatiques à venir.

## 2. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Une démarche en 3 étapes :

- **Choix des projections climatiques** : Pourquoi commencer par-là ? Parce que c'est ce choix qui définit le cadre climatique de référence de l'étude (scénario, horizon temporel ou niveau de réchauffement) – autrement dit, le « futur climatique plausible » sur lequel reposera toute l'analyse.
- **Caractérisation de l'exposition** : Une fois le contexte climatique défini, on évalue dans quelle mesure le site du projet est exposé aux aléas associés. L'exposition dépend de la localisation géographique et des aléas pertinents pour le territoire ciblé.
- **Evaluation de la vulnérabilité** : On évalue ensuite la sensibilité du bâtiment projeté face aux aléas identifiés, en fonction de ses caractéristiques constructives (matériaux, fondations, équipements...)

Note : « l'enjeu » qui caractérise le bâtiment n'est pas abordé dans cette grille car la décision est laissée libre à la maîtrise d'ouvrage de définir le niveau d'importance qu'il accorde au bâtiment en fonction de la population qu'il accueille, des biens qui y sont stockés, de l'énergie qu'il fournit ou encore de son usage.

*Par exemple, une centrale nucléaire représente un enjeu a priori plus important qu'un bâtiment d'habitation collective car sa mise à défaut aurait de graves conséquences pour la population.*

### 2.1. Les projections climatiques

Les **projections climatiques** correspondent aux **résultats issus des modèles climatiques** qui simulent l'évolution future du climat en fonction de différents **scénarios d'émissions**. Ces scénarios – tels que les RCP (Representative Concentration Pathways) ou les SSP (Shared Socioeconomic Pathways) – représentent les **hypothèses d'entrée** utilisées par les modèles pour explorer une diversité de futurs possibles.

Une réflexion spécifique a été menée sur les projections climatiques les plus pertinentes pour la conception des bâtiments neufs, en intégrant les particularités des territoires d'Outre-Mer. Cette réflexion s'appuie sur différentes sources de données climatiques issues :

- des **exercices internationaux du GIEC**, tels que CMIP5, CMIP6, ou encore EURO-CORDEX pour les données régionalisées.
- des **services climatiques en ligne** comme Météo-France, Copernicus Climate Data Store, ou des plateformes régionales dédiées.

Des **approches complémentaires** sont considérées :

- **Par scénario d'émissions** (RCP, SSP) permettant de comparer les effets de trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre et socio-économiques contrastées.
- **Par niveau de réchauffement global** (ex. : +1,5°C, +2°C, +4°C), à l'image de l'approche développée dans la TRACC et portée dans le PNACC-3, facilitant une lecture directe des enjeux, y compris pour la conception et l'adaptation des bâtiments.

- **Par horizon temporel** (2030, 2050, 2100) quel que soit le niveau de réchauffement.

#### **Ce que cela implique pour les concepteurs :**

- Option 1 : Déterminer un ou plusieurs scénarios (RCP, SSP) **avec un niveau de réchauffement, quel que soit l'horizon.**
- Option 2 : Déterminer un ou plusieurs scénarios (RCP, SSP) **avec un horizon temporel, quel que soit le niveau de réchauffement.**
- Option 3 : Utiliser la TRACC, qui associe des niveaux de réchauffement à différents horizons temporels.
- Identifier les données climatiques associées (EURO-CORDEX, DRIAS, TRACC...)

*Remarque : Pour la majorité des maîtres d'ouvrages, l'horizon temporel (option 2) est préférable en raison de la garantie décennale mais aussi pour des questions de planification et de calendrier.*

### **2.1.1. Bonnes pratiques dans l'usage des projections climatiques**

Comme précisé dans le livrable 2024, l'utilisation des sorties de modèles climatiques, qu'ils soient globaux (GCM) ou régionaux (RCM), requiert le respect d'un certain nombre de bonnes pratiques méthodologiques afin d'assurer la robustesse et la pertinence des études d'impact, notamment dans le domaine de la construction.

Voici les principaux points de vigilance à rappeler :

- **Connaître les différences entre modèles globaux et régionaux :**  
Les modèles climatiques globaux (GCM) offrent une couverture planétaire mais une résolution spatiale limitée (souvent 100-250 km), insuffisante pour des applications locales comme le bâtiment.  
Les modèles climatiques régionaux (RCM), souvent imbriqués dans les GCM, fournissent une résolution plus fine (10 à 50 km) sur une région donnée. Ils permettent une meilleure représentation des phénomènes locaux (topographie, côtes, régimes de précipitations) mais nécessitent des données d'entrée issues des GCM.
- **Mobiliser plusieurs modèles climatiques :**  
Les études d'impact ne doivent pas reposer sur un seul modèle, mais s'appuyer sur un panel de modèles pour couvrir une diversité de réponses climatiques. Cela permet de mieux cerner les incertitudes des modèles et d'évaluer la robustesse des tendances simulées. Les sorties de modèles actuels sont souvent le couplage GCM/RCM.
- **Choisir un ou plusieurs scénarios selon les objectifs de l'étude :**  
Le choix des scénarios climatiques (RCP, SSP) dépend de l'enjeu considéré. Il peut être pertinent d'en utiliser plusieurs, ou au contraire de se concentrer sur un scénario de référence selon la nature de l'analyse (prévention, conception, stratégie à long terme...). Pour l'Hexagone, il est recommandé a minima d'utiliser la [TRACC](#) (Trajectoire de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique).
- **Faire un parti pris éclairé dans le choix des modèles/scénarios :**  
Il existe des dizaines de modèles et scénarios. Il est donc souvent nécessaire de sélectionner les plus adaptés à l'objectif de l'étude : les plus pessimistes, médians,

optimistes, ou encore les modèles réputés pour être plus « chauds ». Ce choix constitue un parti pris assumé, à justifier en fonction du niveau de risque acceptable ou du degré d'ambition recherché.

- **Adopter une approche par horizon temporel ou par niveau de réchauffement :**

Deux grandes approches sont possibles :

- Une approche temporelle, associant un scénario à un horizon donné (2030, 2050, 2070, 2100)
- Une approche par niveau de réchauffement global (+1,5 °C, +2 °C, +2,7 °C, +4 °C)

Jusqu'à présent, dans tous les cas le scénario RCP 8.5 est celui qui est le plus utilisé. Cela risque de changer dès que les SSP seront disponibles. En effet, les SSP sont des scénarios narratifs socio-économiques qui vont compléter et remplacer les RCP.

- **Utiliser des données débiaisées :**

Les sorties brutes des modèles présentent souvent des biais systématiques. Il est donc essentiel de recourir à des techniques de débiaisage, soit :

- Statistiques, en comparant les distributions simulées à celles observées localement
- Dynamiques, via des modèles climatiques régionaux, comme ceux employés dans les exercices EURO-CORDEX. Une description détaillée de ces méthodes est disponible sur [Drias - Les futurs du climat](#).

- **Effectuer une descente d'échelle adaptée :**

Les résolutions spatiales et temporelles des modèles ne correspondent pas à celles des projets de construction. Des hypothèses de descente d'échelle (spatiale et temporelle) sont donc nécessaires pour rendre les projections exploitables pour des études d'impacts.

## 2.1.2. Sources de données climatiques mobilisables

Différentes sources de données climatiques peuvent être utilisées dans les études :

<b>CMIP5 et CMIP6</b>	Bases issues des exercices du GIEC ; données brutes, non débiaisées, utilisées comme référence pour la modélisation globale
<b>EURO-CORDEX</b>	Projections régionalisées sur l'Europe, à résolution plus fine, avec un certain nombre de données débiaisées
<b>DRIAS</b>	Portail français de mise à disposition de données climatiques régionales et débiaisées, développé par Météo-France où des jeux de données sont disponibles selon la TRACC.
<b>ERA5</b>	Base de données de réanalyse climatique (pas une projection), utile comme référence historique pour caractériser le climat passé ou actuel, et pour calibrer les biais des modèles.
<b>AUTRES</b>	<a href="#">Jeux de données hébergés par l'ADEME</a> (/data.ademe.fr/datasets?topics=2t1Cs5dpUmklGH5jL4GMe)

## 2.2. Caractérisation de l'exposition

L'exposition d'un bâtiment neuf aux risques climatiques correspond aux facteurs liés à sa localisation géographique. Elle est évaluée ici comme le produit de deux composantes : **l'occurrence** et **l'intensité** des événements climatiques susceptibles de survenir à cet emplacement.

- L'occurrence représente la fréquence à laquelle l'aléa est susceptible de se produire. Elle est qualifiée de *rare, régulière* ou *fréquente*.
  - L'intensité, également appelée niveau de dépassement, reflète la gravité de l'événement. Elle est catégorisée comme *peu dépassé, dépassé* ou *très dépassé*.
- La combinaison de ces deux dimensions (occurrence × intensité) permet de définir, dans le cadre de ce travail, **neuf niveaux d'exposition** regroupés en trois classes globales : *faible, moyenne* et *élevée*.

L'exposition peut être caractérisée à partir de données géographiques ou réglementaires disponibles : les Plans Prévention des Risques (PPR), les cartes d'aléas climatiques (BRGM, Météo-France, Cerema), les Atlas de la vulnérabilité climatique, les documents d'urbanisme (PCAET, SCoT...), etc.

**Remarque 1 :** Il reste une étape essentielle de préciser comment passer d'une projection climatique à l'exposition à un aléa, les projections climatiques étant fondées sur des paramètres climatiques primaires tels que la température ou le vent. Par exemple : comment, à partir des projections climatiques, on définit une exposition future aux vagues de chaleur ou aux vents violents. Sans cette traduction, il est difficile de définir une sollicitation future pour le bâtiment.

**Remarque 2 :** Dans le cadre de ce premier travail exploratoire, les niveaux d'occurrence et d'intensité ont été définis de manière qualitative afin de permettre une première appropriation de la grille et une utilisation opérationnelle immédiate. Toutefois, une **évolution vers une caractérisation quantitative plus précise** pourrait être envisagée à l'avenir. Par exemple, la notion d'occurrence pourrait être associée à des **périodes de retour** plus rigoureusement définies. Exemple : rare = 100 ans, régulier = 10 ans, fréquent = événement annuel ou plus. De même, la **définition de seuils d'intensité spécifiques à chaque aléa** permettrait de mieux objectiver les niveaux de dépassement (ou niveaux de retour, on dit qu'un événement d'intensité X se produit tous les Y années) et d'affiner l'analyse. Cette évolution constituerait une étape importante pour renforcer la robustesse de l'outil et son intégration dans des démarches de planification ou de conception plus normées.

## 2.3. Evaluation de la vulnérabilité

La vulnérabilité d'un bâtiment désigne sa sensibilité aux dommages en cas d'événement climatique impactant. Dans le contexte d'un projet de construction neuve, il s'agit plutôt d'une évaluation anticipée de la sensibilité du projet face aux aléas climatiques futurs.

La vulnérabilité dépend de plusieurs facteurs liés à la conception architecturale, aux matériaux et techniques de construction, ainsi qu'à la capacité du bâtiment à résister ou à s'adapter face à l'évolution d'un aléa donné.

Il a été choisi de proposer une évaluation générale fondée sur 3 niveaux de dégâts (faible, modéré, fort) avec une appréciation structurée autour de la **nature des dommages potentiels** et des **éléments constructifs** concernés.

La grille se concentre uniquement sur la vulnérabilité du bâtiment, sans traiter celle des occupants (abordée dans le GT4) ni des conséquences économiques (traitées dans le GT6).

#### > Une évaluation centrée sur les dommages potentiels

L'analyse de la vulnérabilité repose sur les désordres susceptibles d'être causés par chaque aléa climatique sur les composantes du futur bâtiment. Pour chaque aléa, les informations suivantes sont précisées :

- **Les éléments constructifs concernés** : structures (fondations, poteaux, poutres, dalles, murs porteurs, charpente, etc.), enveloppe (façades, toitures), second œuvre (cloisons, revêtements de sol, faux-plafond, etc.), équipements et réseaux (fluides, ventilation, électricité, etc.)
- **L'environnement intérieur** (confort thermique, qualité de l'air, etc.).
- **La nature du dommage ou du désordre attendu**
- Un commentaire explicatif, permettant de contextualiser ou d'illustrer le cas.

#### Intégration de mesures d'adaptation

En parallèle, la grille propose une réflexion sur les **mesures d'adaptation envisageables**, qu'elles soient :

- Solutions Fondées sur la Nature
- Solutions fondées sur des systèmes traditionnels ou technologiques
- Solutions Organisationnelles

Un questionnaire, présenté en partie 4, a été construit sur la base des retours d'expérience des contributeurs (via leur témoignages) concernant des bâtiments existants, afin de qualifier leur vulnérabilité.

## 2.4. Résultats

Le croisement entre Exposition et Vulnérabilité permet d'établir un niveau de risque global pour chaque aléa. Cette composition aboutit à **neuf combinaisons possibles**, regroupées en trois classes de risque : *faible, modéré* et *élevé*.

Dans le cadre de la démarche CAP2030, un projet de construction neuve doit s'inscrire dans une **stratégie d'adaptation au changement climatique**.

L'utilisation de la grille de pré-diagnostic permet d'objectiver cette démarche et de guider les choix à opérer en fonction du niveau de risque identifié. Pour chaque niveau, une analyse plus poussée avec un expert est recommandée :

- En cas de **risque faible**, des **points de vigilance** seront à considérer pour garantir une robustesse a minima face aux évolutions du climat
- En cas de **risque modéré**, des **recommandations ciblées** seront à formuler pour orienter les choix techniques et architecturaux du projet
- En cas de **risque élevé**, des **prescriptions spécifiques** seront à envisager, pouvant aller jusqu'à un **réexamen du projet** ou de son implantation. L'adaptation des règles ou des pratiques devraient être menées de concert par les pouvoirs publics et les organisations professionnelles.

Cette lecture graduée permet d'intégrer l'adaptation dès la phase de conception, en proportionnant les réponses aux enjeux identifiés, et en facilitant le dialogue entre porteurs de projet, concepteurs et collectivités.

### 3. GRILLE D'ALEAS – INVENTAIRE

La démarche méthodologique exposée précédemment constitue le cadre pour l'évaluation des risques climatiques dans les projets de construction neuve. Pour permettre sa mise en œuvre concrète, nous avons développé un **inventaire sous forme de grille Excel**.

L'outil est conçu sous la forme d'un fichier Excel partagé, mis à disposition de tous les membres du GT8. Il a été construit d'une manière progressive et collective, intégrant les retours et expertises de chacun.

Le premier onglet intègre des "instructions" de remplissage afin de garantir une lecture commune et un bon usage de la grille quel que soit le profil des utilisateurs.

La structure adoptée repose sur **deux onglets spécifiques pour chaque aléa climatique** : un premier sur l'exposition et un deuxième sur la vulnérabilité.

### Mode d'emploi du fichier Excel :

Chaque onglet représente une fiche technique d'un aléa : pour chaque aléa, un onglet **Exposition** et un onglet **Vulnérabilité**

Dans chaque onglet, une personne peut remplir plusieurs lignes, ou dupliquer des lignes

→ Onglets Exposition : 1/ renseigner la localisation géographique (une localisation par ligne) ; 2/choisir l'occurrence et l'intensité dans le menu déroulant, 3/ le niveau est obtenu automatiquement

→ Onglets Vulnérabilité : 1/ choisir les éléments/composants du bâtiment dans le menu déroulant ; 2/ renseigner le dommage potentiel ; 3/ renseigner des mesures d'adaptation

la qualité de l'air, les feux de forêt et orage-grêle ne sont pas abordés dans cette grille

### Aléas étudiés :



### Principe du travail et objectif :

Pour chaque aléa, évaluer le niveau de risque en croisant l'exposition et la vulnérabilité

L'exposition et la vulnérabilité sont étudiées suivant le principe ci-dessous

En fonction du niveau de risque, émettre des points d'attention, des recommandations ou des prescriptions / modification de règles



Exposition = Occurrence x Intensité

Occurrence : Rare, Régulier, Fréquent

Intensité : Peu dépassée, Dépassée, Très dépassée

Occurrence	Intensité	Niveau
Rare	Peu dépassée	Faible
Rare	Dépassée	Faible
Rare	Très dépassée	Elevé
Régulier	Peu dépassée	Faible
Régulier	Dépassée	Moyen
Régulier	Très dépassée	Elevé
Fréquent	Peu dépassée	Moyen
Fréquent	Dépassée	Elevé
Fréquent	Très dépassée	Elevé

Exposition étudiée en fonction de la localisation géographique

Définir Rare, Régulier, Fréquent, Peu dépassée ....

La vulnérabilité est évaluée selon le dommage potentiel sur les composants du futur bâtiment :

Composants : Fondations, enveloppe (façades et toitures), matériaux, équipements et réseaux ...

Exemples de dommages potentiels dans le tableau ci-dessous :

Composant / Niveau	Faible	Modéré	Fort
<b>Structures</b>	Microfissures	Déstabilisation partielle	Risque d'effondrement
<b>Enveloppe</b>	Entretien plus fréquent	Dégradation	Pertes d'étanchéité
<b>Second œuvre</b>	Vieillessement prématuré	Ruptures	Désintégration
<b>Equipements/réseaux</b>	Dysfonctionnement mineur	Panne fréquente	Mise hors service
<b>Environnement intérieur</b>	Acceptable	Insoutenable	Dangereuse
<b>Autres</b>			

E : Exposition

V : Vulnérabilité

E \ V	Faible	Modéré	Fort
<b>Faible</b>	Faible	Faible	Modéré
<b>Moyen</b>	Faible	Modéré	Elevé
<b>Elevé</b>	Modéré	Elevé	Elevé

Risque faible → points d'attention

Risque modéré → recommandations

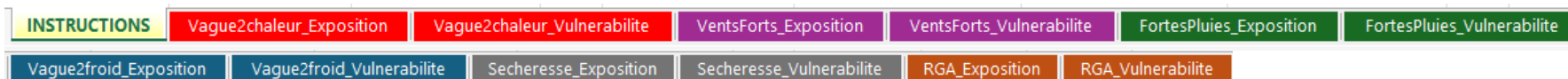
Risque élevé → prescriptions / modification de règles

Les mesures d'adaptation sont proposées ici sous 3 catégories :

*solutions basées sur la nature*      *solutions et systèmes techniques*      *solutions organisationnelles*

Il est proposé de décrire principalement les fonctions attendues des solutions et non un produit

Deux onglets par aléas avec le 1<sup>er</sup> dédié à l'exposition et le second à la vulnérabilité



## Exemple onglet « Vague2chaleur\_Exposition »

<b>Vagues de Chaleur</b>	Rappel livrable 2024 =>		Description des caractéristiques =>		Hausse des températures estivales et canicules	
			Conséquences potentielles/observées =>		Surchauffe du bâti ; Usure accrue des matériaux de construction; Augmentation de la consommation énergétique pour le refroidissement; ...	
	Pour livrable 2025 =>					
<b>Entité (NOM Prénom, Structure)</b>	<b>Niveau d'exposition (faible/moyen/élevé)</b>					
	<i>localisation géographique</i>	<i>niveau (selectionner le couple : occurrence/intensité)</i>			<i>commentaires</i>	<i>références / liens web</i>
<i>Exemple</i>	<i>zone urbaine dans le Sud-Est</i>	<i>rare</i>	<i>très dépassé</i>	<i>élevé</i>		

## Exemple onglet « Vague2chaleur\_Vulnérabilité »

<b>Vagues de Chaleur</b>	Rappel livrable 2024 =>		Description des caractéristiques =>		Hausse des températures estivales et canicules		
			Conséquences potentielles/observées =>		Surchauffe du bâti ; Usure accrue des matériaux de construction; Augmentation de la consommation énergétique pour le refroidissement; ...		
	Pour livrable 2025 =>						
<b>Entité (NOM Prénom, Structure)</b>	<b>Vulnérabilité potentielle</b>			<b>Mesures d'adaptation</b>			
	<i>éléments</i>	<i>nature du dommage/désordre</i>	<i>commentaires</i>	<i>solutions basées sur la nature</i>	<i>solutions et systèmes techniques</i>	<i>solutions organisationnelles</i>	<i>références/liens web</i>
<i>Exemple</i>	<i>Enveloppe = façades</i>	<i>Augmente la temp à l'intérieur</i>	<i>rapport surface vitrée/surface façade</i>	<i>Augmentation du couvert végétal</i>	<i>Protection solaire extérieure</i>	<i>Gestion de l'ouverture des fenêtres jour/nuit</i>	

## 4. REX DE VULNERABILITE

Ce retour d'expérience, basé sur des projets existants, vise à enrichir la compréhension de la vulnérabilité des bâtiments face aux aléas climatiques. Basé sur les « dire d'experts », il pourrait servir de base au développement d'un diagnostic de vulnérabilité, en lien avec les réflexions menées dans le cadre du GT8.

### 4.1. Objectifs

- Comprendre les impacts des aléas climatiques sur des bâtiments existants, afin de mieux caractériser les différentes formes de vulnérabilité et dommages
- Évaluer, dans la mesure du possible, l'efficacité des actions ou solutions qui auraient été mises en place, en s'appuyant sur des retours de terrain. Par exemple : réparations effectuées, évolution du comportement du bâtiment lors d'un nouvel aléa.
- Faire progresser la réflexion sur la résilience des bâtiments neufs en capitalisant sur des situations réelles (bâtiments existants) et en partageant les enseignements au sein de la filière.

### 4.2. Méthodologie

Un **questionnaire** structuré a été conçu sous format **Microsoft Forms** permettant de recueillir des retours organisés selon trois types de témoignages :

- **REX Expertise.** Par exemple : rapports d'experts, diagnostics
- **REX Projet de recherche.** Par exemple : données scientifiques, études de cas
- **REX Opération témoin.** Par exemple : projets réalisés ou sinistrés. Cela permet de documenter un cas de dommage, les réparations apportées et, le cas échéant, la résilience du bâtiment lors d'événements ultérieurs, afin de mieux comprendre l'efficacité réelle des solutions d'adaptation.

**Public cible :** Le recueil de REX s'adresse à un large panel d'acteurs : propriétaires, copropriétés, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, architectes, bureaux d'études, assureurs, chercheurs, et autres professionnels ayant une connaissance directe de situations de vulnérabilité avérée.

#### 4.2.1. Trame des questionnaires REX Expertise et REX Projet de recherche

- Nom du projet
- Date de début / fin du projet
- Source de financement (financeur et budget)
- Lien web si existant
- Partenaires
- Aléas ciblés

- Sur quels dommages / désordres identifiés le projet a-t-il travaillé ?
- Quelles sont les solutions testées pour réduire ces dommages ?
- Quelles sont les approches d'étude choisies ? (Expérimentation en laboratoire, expérimentation in situ, modélisation, réglementaires, juridiques, sciences sociales, autres)
- Quels sont les résultats marquants de ce projet ?

#### 4.2.2. Trame du questionnaire REX Opération témoin

En premier : Informations sur le bâtiment (année de construction, usage principal, emprise au sol, nombre d'étages)

En second : Exposition aux risques climatiques liés aux ...

- > Températures extrêmes
- > Inondations (côtière, fluviale, pluviale, nappe)
- > Tempêtes et vents violents
- > Sécheresses (manque d'eau)

Pour chaque aléa :

- si le bâtiment a été exposé à cet aléa
- si des dommages ont eu lieu et si oui, lesquels ?
- si le bâtiment dispose de systèmes / solutions mis en place ?

En troisième : Si le bâtiment est couvert par une assurance contre les risques climatiques

#### 4.3. Résultats

En annexe sont reportées toutes les questions selon le témoignage avec le lien vers le questionnaire FORMS ici => [Rex pour établir un diagnostic de vulnérabilité du bâtiment face au changement climatique](#)



**CAP2030**  
Aller au-delà de la RE2020

### Rex pour établir un diagnostic de vulnérabilité du bâtiment face au changement climatique

Cette enquête pour le GT8 du projet CAP2030 a pour objectif de faire progresser la réflexion sur le neuf et améliorer/partager la connaissance. Elle devrait permettre de caractériser la vulnérabilité à travers des Retours d'Expériences pour mieux comprendre les impacts des aléas climatiques sur les bâtiments et dans l'idéal si des actions/solutions ont été efficaces.

Section 1

#### Définition de la vulnérabilité

1. Quelle est, selon vous, la vulnérabilité d'un bâtiment ?

Entrez votre réponse

2. Type de témoignage \*

- REX Opération témoin
- REX Expertise
- REX Projet de recherche

## 5. GRILLE D'ANALYSE DE RISQUE MULTI-ALEA

Rappel des aléas :

Vagues de chaleur
Vagues de froid
Sécheresses
Fortes pluies
Vents forts
Orages-grêles

Rappel des risques et de la codépendance des aléas :

Risque	Codépendance aléas
<b>Surchauffe du bâti</b>	Vagues de chaleur
<b>Qualité de l'air intérieur</b>	Vagues de chaleur
	Vagues de froid
	Sécheresses
	Fortes pluies
<b>Feux de forêts</b>	Sécheresses
	Vagues de chaleur
	Vents forts
<b>Inondation</b>	Fortes pluies
	Sécheresses
<b>Dommages tempêtes</b>	Orages-grêles
<b>Sécheresse</b>	Sécheresses
<b>Submersion</b>	Vents forts
	Vagues de chaleur
<b>RGA</b>	Sécheresses
	Vagues de chaleur
	Fortes pluies
<b>Mouvement de terrain</b>	Sécheresses
	Fortes pluies
<b>Manque d'eau</b>	Sécheresses

Par exemple, pour évaluer le **risque RGA** : aléa x exposition x vulnérabilité, il faut évaluer :

1. **Sécheresses** x exposition x vulnérabilité
2. **Vagues de chaleur** x exposition x vulnérabilité
3. **Fortes pluies** x exposition x vulnérabilité

Ci-dessous le tableau récapitulatif pour les 3 aléas

Aléa	Risques associés	Exposition	Vulnérabilité		Mesures d'adaptation		
			Composant du bâtiment	Dommages potentiels	Fondées sur la nature	Technologiques	Organisationnelles
<b>Vagues de chaleur</b>	Surchauffe du bâti		Structures			<input type="checkbox"/> Type de plancher bas et d'isolation	
	Qualité de l'air intérieur		Enveloppe (façades et toitures)		<input type="checkbox"/> Végétalisation autour du bâtiment – Type et nombre de strates végétales <input type="checkbox"/> Points d'eau <input type="checkbox"/> Végétalisation des toitures	<input type="checkbox"/> Inertie thermique <input type="checkbox"/> Ratio de surface vitrée en façades <input type="checkbox"/> Ratio de surface vitrée en toitures <input type="checkbox"/> Orientation des parois vitrées (sud, ouest, est, nord) <input type="checkbox"/> Performance des menuiseries : conductivité, facteur solaire, etc. <input type="checkbox"/> Masques / occultations extérieures (balcons, débords, brise-soleil, volets...)	<input type="checkbox"/> Gestion des occultations extérieures : manuelle ou automatisée
	Sécheresse		Second œuvre			<input type="checkbox"/> Inertie thermique <input type="checkbox"/> Albédo - couleur du revêtement <input type="checkbox"/> Emissivité du revêtement	
			Equipements et réseaux				

			Environnement intérieur	> Dégradation du confort thermique > Augmentation de la pollution de l'air intérieur	<input type="checkbox"/> Possibilité de créer une ventilation naturelle traversante <input type="checkbox"/> Possibilité de créer une ventilation nocturne naturelle	<input type="checkbox"/> Performance de l'isolation <input type="checkbox"/> Brasseurs d'air <input type="checkbox"/> Systèmes de refroidissement <input type="checkbox"/> Ventilation mécanique : dimensionnement et entretien, présence d'une récupération d'énergie, présence de dispositifs de rafraîchissement adiabatique, capacité de sur ventilation nocturne	<input type="checkbox"/> Ventilation naturelle : gestion de l'ouverture des fenêtres
<b>Sécheresses</b>	RGA  Feux de forêts  Manque d'eau		Structures				
			Enveloppe (façades et toitures)	> Fissures, dislocations voire effondrement			
			Second œuvre			<input type="checkbox"/> Matériaux/revêtements résistants à la propagation du feu	
			Equipements et réseaux				
			Environnement intérieur			<input type="checkbox"/> Systèmes de piégeage	

<b>Fortes pluies</b>	Inondation		Structures	> Remontée de nappe au niveau du sous-sol	<input type="checkbox"/> Taux des surfaces perméables <input type="checkbox"/> Gestion intégrée des eaux pluviales	<input type="checkbox"/> Type de soubassement et revêtements <input type="checkbox"/> Type de cuvelage des infrastructures <input type="checkbox"/> Type de drainage <input type="checkbox"/> Nombre de niveaux en sous-sol <input type="checkbox"/> Présence de soupiroux <input type="checkbox"/> Conception avec des premiers étages surélevés	<input type="checkbox"/> Systèmes d'alerte précoce
			Enveloppe (façades et toitures)	> Pénétration d'eau à travers les ouvertures en façades et toitures		<input type="checkbox"/> Typologie de toiture et de couverture <input type="checkbox"/> Etanchéité des ouvertures	
			Second œuvre			<input type="checkbox"/> Résistance des matériaux à l'eau	
			Equipements et réseaux	> Défaillance des équipements techniques		<input type="checkbox"/> Possibilité d'élévation des points électriques au-dessus du niveau du sol <input type="checkbox"/> Possibilité d'installation des équipements techniques sur le toit	
			Environnement intérieur				

## 6. COMMENTAIRES

Le travail du GT8 s'est composé en plusieurs étapes :

1. La démarche méthodologique est aboutie.
2. La construction d'une grille d'aléas (inventaire) est aboutie. Son remplissage reste incomplet.
3. La construction du questionnaire est aboutie. Son remplissage n'a pas été fait.

Note : La construction de la démarche méthodologique, de la grille et du questionnaire a pris plusieurs séances en raison de la pluridisciplinarité du sujet. Des précisions de vocabulaire sont arrivées au fur et à mesure de la construction de la grille et du questionnaire qui ont été intégrés dans la version finale. La complétude des outils développés n'a pas pu se faire en raison de la difficulté des participants dans cette approche multi-aléa et du temps nécessaire pour remplir les outils.

## 7. PERSPECTIVES

En raison des délais de cette phase 2 assez courts, des propositions ci-dessous sont faites, issues des échanges avec les participants du GT.

1. La méthodologie : critères, indicateurs, grille d'analyse
  - Comme déjà signalé dans le texte, la définition et valeurs des **critères & seuils** n'est pas abordée car chaque aléa et dommages associés nécessitent une analyse plus poussée
  - Bien que les données climatiques **futurs** aient été présentées succinctement, les "**indicateurs** d'aléas" portant la notion de **l'évolution** de l'aléa (sa fréquence, sa durée, son intensité) nécessiteraient des développements dédiés
2. Vulnérabilité & résilience : définitions, diagnostics, Rex.
  - L'approche dans ce travail était de partir du risque climatique, donc des aléas. Cependant pour comprendre et anticiper la "**vulnérabilité**" du cadre bâti futur il faudrait partir des caractéristiques même du bâtiment pouvant subir des dégradations (ex : fondations faibles dans des zones de retrait-gonflement des argiles)
  - Sur la "**vulnérabilité**", le manque de temps n'a pas permis de recueillir le Rex sur les dommages déjà observés qui permettraient
    - de comprendre la mécanique d'endommagement d'un bâtiment soumis à un aléa climatique (ou plusieurs)
    - d'évaluer la capacité d'adaptation d'un bâtiment
  - Il aurait été très utile de mettre en **pratique**, sur des bâtiments tests :
    - La grille d'analyse des risques
    - Le diagnostic de vulnérabilité
    - Le diagnostic d'adaptabilité
  - Aller plus loin dans l'évaluation de la **vulnérabilité** qui pourrait être définie comme le contraire de la **résilience**.
    - La résilience = la marge de résistance dont dispose le bâtiment face à un aléa climatique (qui lui permet d'absorber des augmentations).
    - La vulnérabilité = le peu de réserve de résistance dont dispose un bâtiment pour résister à un aléa
3. Mesures d'adaptation : typologie, hiérarchisation.
  - Pour les "mesures d'adaptation" face aux risques seules 3 grandes familles ont été évoquées (SafN, Technologiques, Organisationnelles) sans pour autant aider au choix de la plus "simple" à la plus "ambitieuse" en termes de mise en œuvre et de coût.
  - Pour hiérarchiser les mesures d'adaptation, il faudrait parler du territoire et pointer les défis auxquels les décideurs doivent faire face plutôt que du sujet « changement climatique » en général.
4. Restitution & territorialisation : outils pour décideurs, géographie.

- Dans une idéale phase 3, le volet "**restitution**" pourrait être réalisé afin de donner un cadre pour aider les décideurs en fonction du lieu et de l'aléa ciblé (ex : je suis en Bretagne, quel est le risque vent d'ici 2070 ?)
- **L'exposition** est liée à la localisation géographique ce qui conduit à penser que les "indicateurs aléas" devraient être déclinés selon des zones géographiques qui peuvent être illustrées par des « cartes d'aléas »
- Un diagnostic de vulnérabilité c'est un processus flexible : il n'y a pas une méthode unique mais des méthodes, l'important étant combiner des approches techniques (structuration et consolidation) et des approches participatives en prenant en compte les contraintes réglementaires



## ANNEXE : LISTE DES QUESTIONS SUR LE REX POUR ETABLIR UN DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU BATIMENT FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### Rex pour établir un diagnostic de vulnérabilité du bâtiment face au changement climatique

Cette enquête pour le GT8 du projet CAP2030 a pour objectif de faire progresser la réflexion sur le neuf et améliorer/partager la connaissance. Elle devrait permettre de caractériser la vulnérabilité à travers des Retours d'Expériences pour mieux comprendre les impacts des aléas climatiques sur les bâtiments et dans l'idéal si des actions/solutions ont été efficaces.

#### Définition de la vulnérabilité

Quelle est selon vous la définition de la vulnérabilité d'un bâtiment ?

Réponse : \_\_\_\_\_

#### Type de témoignage

- REX Opération témoin
- REX Expertise
- REX Recherche

### REX Opération témoin

Nom du projet : \_\_\_\_\_

Lieu / adresse : \_\_\_\_\_

Année de construction : \_\_\_\_\_

Usage principal (Résidentiel, bureaux, commercial, industriel, public, autre) :

Emprise au sol (m<sup>2</sup>) : \_\_\_\_\_

Nombre d'étages : \_\_\_\_\_

#### Exposition aux risques climatiques liés aux températures extrêmes

Le bâtiment a-t-il déjà été exposé à des vagues de chaleur intenses ?

Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, cet événement a-t-il causé des dommages au bâtiment ?

Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, quels types de dommages ont été constatés ?

- Aux fondations
- À la structure
- À l'enveloppe du bâtiment
- Au second œuvre
- Aux équipements
- Autres : \_\_\_\_\_

Expliquez les dommages constatés : \_\_\_\_\_

Dispose-t-il de systèmes / solutions mise en place ?

- Non
- Système de refroidissement
- Isolation thermique adaptée aux fortes chaleurs
- Autres : \_\_\_\_\_

### **Exposition aux risques climatiques liés aux inondations (côtière, fluviale, pluviale, nappe)**

Le bâtiment a-t-il déjà été exposé aux risques inondation ?

- Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, a-t-il déjà subi des dommages dus aux inondations ?

- Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, quels types de dommages ont été constatés ?

- Aux fondations
- À la structure
- À l'enveloppe du bâtiment
- Au second œuvre
- Aux équipements
- Autres : \_\_\_\_\_

Expliquez les dommages constatés : \_\_\_\_\_

Dispose-t-il de systèmes / solutions mise en place ?

- Non
- Surélévation
- Pompe de drainage
- Matériaux résistants à l'eau
- Autres : \_\_\_\_\_

### **Exposition aux risques climatiques liés aux tempêtes et vents violents**

Le bâtiment a-t-il déjà été exposé aux vents forts et tempêtes ?

- Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, a cet événement a-t-il causé des dommages au bâtiment ?

- Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, quels types de dommages ont été constatés ?

- Aux fondations
- À la structure
- À l'enveloppe du bâtiment
- Au second œuvre
- Aux équipements
- Autres : \_\_\_\_\_

Expliquez les dommages constatés : \_\_\_\_\_

Dispose-t-il de systèmes / solutions mise en place ?

- Non
- Structure résistantes aux vents violents

- Ouvertures renforcées (portes, fenêtres)
- Systèmes d'ancrage
- Autres : \_\_\_\_\_

### Exposition aux risques climatiques liés à la sécheresse (manque d'eau)

Le bâtiment a-t-il déjà connu des périodes de pénurie d'eau ?

- Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, a cet événement a-t-il causé des dommages au bâtiment ?

- Oui  Non  Je ne sais pas

Si oui, quels types de dommages ont été constatés ?

- Aux fondations
- À la structure
- À l'enveloppe du bâtiment
- Au second œuvre
- Aux équipements
- Autres : \_\_\_\_\_

Expliquez les dommages constatés : \_\_\_\_\_

Dispose-t-il de systèmes / solutions mise en place ?

- Non
- Récupération / ré utilisation des eaux pluviales
- Equipements de plomberie limitant la consommation
- Autres : \_\_\_\_\_

## REX Expertise

Nom du projet : \_\_\_\_\_

Date de début / fin du projet : \_\_\_\_\_

Source de financement (financeur et budget) : \_\_\_\_\_

Lien web vers le projet : \_\_\_\_\_

Partenaires du projet : \_\_\_\_\_

Aléa(s) ciblé(s) :

- Vagues de chaleur
- Vagues de froid
- Vents forts
- Fortes pluies
- Sécheresse
- Orage-grêle

Sur quels dommages / désordres identifiés le projet a-t-il travaillé ?

Réponse : \_\_\_\_\_

Quelles sont les solutions testées pour réduire ces dommages ?

Réponse : \_\_\_\_\_

Quelles sont les approches d'étude choisies ?

- Expérimentation en laboratoire
- Expérimentation in-situ
- Modélisation
- Règlementaires
- Juridiques
- Sciences sociales
- RGA
- Autres : \_\_\_\_\_

Quelles sont les résultats marquants de ce projet ?

Réponse : \_\_\_\_\_

## REX Projet de recherche

Nom du projet : \_\_\_\_\_

Date de début / fin du projet : \_\_\_\_\_

Source de financement (financeur et budget) : \_\_\_\_\_

Lien web vers le projet : \_\_\_\_\_

Partenaires du projet : \_\_\_\_\_

Aléa(s) ciblé(s) :

- Vagues de chaleur
- Vagues de froid
- Vents forts
- Fortes pluies
- Sécheresse
- Orage-grêle

Sur quels dommages / désordres identifiés le projet a-t-il travaillé ?

Réponse : \_\_\_\_\_

Quelles sont les solutions testées pour réduire ces dommages ?

Réponse : \_\_\_\_\_

Quelles sont les approches d'étude choisies ?

- Expérimentation en laboratoire
- Expérimentation in-situ
- Modélisation
- Règlementaires
- Juridiques
- Sciences sociales
- RGA
- Autres : \_\_\_\_\_

Quelles sont les résultats marquants de ce projet ?

Réponse : \_\_\_\_\_