

GUIDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DES ESPACES COMMERCIAUX

SEPTEMBRE 2026



3^{ème} module : **Boîte à outils**



SOLUTIONS



Sommaire

Introduction	3
Edito	3
Contexte et objectifs du guide	4
Contributeurs.....	6
Méthodologie employée	7
 Chapitre 1 – Comprendre les enjeux de l’adaptation pour les espaces commerciaux.....	 8
Quels sont les enjeux propres au secteur ?	9
Typologies d’actifs immobiliers étudiées.....	10
Aléas traités dans cette version.....	13
Rappels règlementaires	14
Sur le périmètre des bâtiments.....	14
Sur le périmètre des activités.....	16
 Chapitre 2 – Construire sa stratégie d’adaptation.....	 18
Retenir des bouquets d’actions alignés sur sa trajectoire d’adaptation	19
Du geste isolé à la stratégie de rénovation globale : comment composer un bouquet d’actions vraiment efficace ?.....	21
Déployer des mesures organisationnelles cohérentes.....	23
L’étude de faisabilité préalable: un investissement stratégique incontournable à toute adaptation...	25
Importance de l’entretien et de la maintenance.....	26
 Chapitre 3 – Présentation de l’outil et mode d’emploi.....	 28
Classification des solutions.....	29
Décryptage d’une fiche action.....	31
Précisions méthodologiques.....	34
 Chapitre 4 – Accédez à la boîte à outils !.....	 36
 Sources du rapport	 128
 Annexes	 132
Description détaillée des typologies d’actifs immobiliers étudiées.....	133
Glossaire des définitions	136
Glossaire des abréviations	138



BERTRAND SWIDERSKI
Président de Perifem



SANDRINE ROCARD
Directrice Agence de
l'eau Seine-Normandie

Des solutions concrètes pour passer à l'action

Après avoir posé, dans le premier module, les bases de compréhension de l'adaptation au changement climatique, puis, dans le deuxième, proposé des méthodes pour diagnostiquer la vulnérabilité des espaces commerciaux, ce troisième volet ouvre une nouvelle étape : celle de la mise en œuvre.

Son ambition est simple : montrer que l'adaptation est une démarche concrète, progressive et accessible à tous.

Les acteurs du commerce disposent déjà de nombreuses solutions pour renforcer la résilience de leurs magasins, entrepôts, parkings et centres commerciaux. Certaines sont faciles à mettre en place : formation des équipes, organisation de la gestion de crise, maintenance renforcée ou ajustement des procédures. D'autres impliquent des investissements plus structurants, comme la végétalisation, la protection contre les inondations ou encore l'adaptation des équipements techniques.

Ce module a été conçu comme une **boîte à outils opérationnelle** présentant 24 premières solutions d'adaptation face aux principaux aléas climatiques : fortes chaleurs, inondations, tempêtes et grêle. Ce recueil n'a pas vocation à être exhaustif. Il constitue une première étape

appelée à s'enrichir progressivement grâce aux retours d'expérience, aux innovations technologiques et aux contributions des adhérents de Perifem.

Fidèle à la démarche engagée dès la publication du 1^{er} module de son guide sectoriel, Perifem a souhaité proposer un document aussi concret que possible. Les solutions présentées sont illustrées par de nouveaux retours d'expérience montrant que l'adaptation n'est pas un concept abstrait, mais une réalité déjà mise en œuvre sur le terrain.

L'adaptation est également un puissant levier d'innovation. Elle invite à repenser les bâtiments, les équipements et les modes d'organisation pour les rendre plus robustes, plus confortables et plus performants.

Plus qu'une contrainte, elle représente une opportunité de sécuriser les investissements, d'améliorer les conditions de travail et de préserver durablement la valeur des actifs.

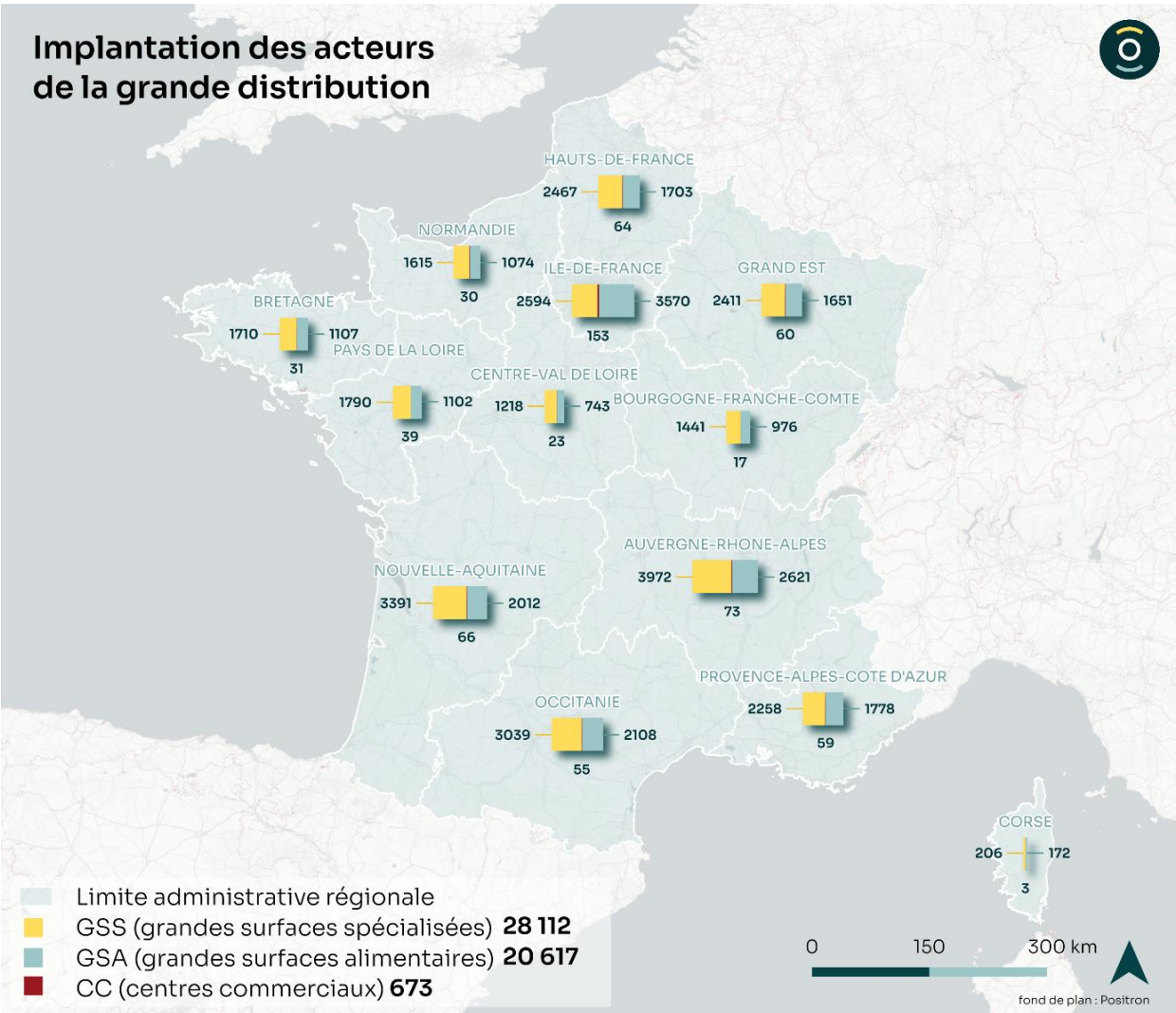
Parce que les solutions existent déjà, l'enjeu est désormais de choisir celles qui correspondent le mieux à chaque site pour construire, pas à pas, les espaces commerciaux résilients de demain.

Contexte et objectif du guide

Perifem, la fédération technique des acteurs du commerce

Interlocuteur reconnu des pouvoirs publics, Perifem œuvre pour créer un écosystème commercial plus responsable. Depuis plus de 40 ans Perifem fédère l'ensemble des acteurs de la distribution : intégrés, indépendants, dans le secteur alimentaire et du commerce spécialisé, centres commerciaux, ainsi que leurs fournisseurs, autour des préoccupations d'environnement, d'énergie, de sécurité et d'innovation technologique. Sur ces sujets, Perifem représente aujourd'hui 80% du Top 50 des enseignes de la distribution physique et les 4 leaders des centres commerciaux, soit un total de 300 milliards d'€ de CA, 35 000 magasins, 400 centres commerciaux et 70 millions de m² de surface commerciale. Tous ensemble, notre mission est de décrypter les réglementations, favoriser le développement et le déploiement de solutions technologiques dédiées, impulser et contribuer à l'élaboration des lois qui régissent ce commerce responsable.

Plus d'infos sur www.perifem.com et www.perifemday.com.



Contexte et objectif du guide

Perifem agit autour de trois missions principales :

- ✓ Décrypter les réglementations ;
- ✓ Encourager le développement et le déploiement de solutions technologiques adaptées ;
- ✓ Contribuer à l'élaboration de lois en faveur d'un commerce plus durable.

La fédération accompagne ses adhérents face aux grandes transformations sociétales, qu'elles soient environnementales, sécuritaires ou technologiques. Après la publication en 2019 du [guide « Eaux et Biodiversité dans les espaces commerciaux »](#) puis du [« Guide de l'eau »](#) en 2024, tous deux réalisés avec le concours financier de l'agence de l'eau Seine-Normandie (AESN), et en complément des efforts du secteur pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES), Perifem accompagne désormais ses adhérents dans l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux.

L'atténuation du réchauffement climatique reste un enjeu primordial et doit continuer d'être traité efficacement en parallèle de l'adaptation. Une réelle décarbonation est nécessaire pour limiter les impacts envers la protection des personnes, des cultures, des biens et des écosystèmes naturels.

Le présent guide est le dernier module de cette trilogie.

Sa vocation est de faciliter le passage à l'action en mettant à disposition des lecteurs une première sélection de solutions concrètes d'adaptation des espaces commerciaux. L'objectif est de montrer que l'adaptation est une démarche pragmatique, progressive et accessible.

Les entreprises devront compléter leur approche à l'échelle de l'écosystème global, incluant l'ensemble de leur chaîne de valeur.

La création d'un guide sectoriel sur l'adaptation

Depuis 2025, Perifem et ses adhérents mènent une démarche pour acculturer et accompagner le secteur dans l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux.

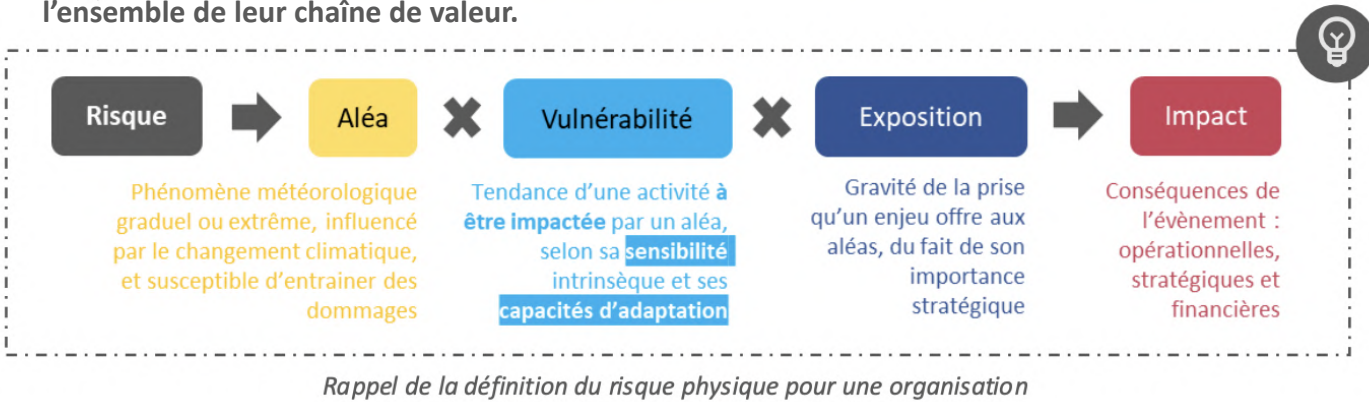
- 1

Volet pédagogique : sensibiliser aux enjeux de l'adaptation des points de vente et renforcer la montée en compétences des enseignes sur les risques climatiques.
- 2

Volet opérationnel : exposer la vulnérabilité des points de vente en métropole face aux aléas susceptibles d'affecter la continuité d'activité.
- 3

Volet action : identifier les solutions opérationnelles les plus appropriées pour assurer sa résilience et planifier les investissements nécessaires.

Ce travail s'inscrit dans la mesure 41 du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC-3) dont la France s'est dotée en 2025 qui invite les acteurs économiques à « développer des guides et outils sectoriels spécifiques pour pallier le manque de connaissance sur les risques climatiques et sur les outils de vulnérabilité ».





D'abord, un guide enrichi par ses nombreux témoignages et contributions

Adhérents de Perifem :

- **Enseignes** : Auchan Retail France, Carrefour, Decathlon, ElectroDépôt, Intermarché, Norauto International
- **Porteurs de solutions** : eurécla, Garcia Energie Javoy Plantes, Ovaglas, Saint-Gobain Solutions, Solar Gard Saint-Gobain, Urbasense

Comité de pilotage :

- **Enseignes** : Paul Caron de Coopérative U, Nicolas Pasqualini de Carrefour, Arnaud Berchon de Leroy Merlin
- **Centres Commerciaux** : Eric Trznadel de Espace Expansion (URW : Unibail Rodamco Westfield)
- **Partenaires** : Kevin Hamard de Signature Biodiversité, Arnaud Clément et David Espagnet de Bureau Veritas, David Kujas de Tardigrade AI
- **Parties prenantes externes** : Valérie Calderon-Lenoble de l'agence de l'eau Seine-Normandie, François Boisieux de l'ADEME
- **Equipe Perifem** : Christine Bourge, Franck Onraed

Perifem tient à remercier chacun de ces contributeurs pour leur soutien et leur aide précieuse à la réalisation de ce 3ème volet de son guide sectoriel « Adaptation au changement climatique des espaces commerciaux »

Méthodologie employée

Sources du rapport

Cette première version s'est appuyée sur :

- une **recherche bibliographique** non exhaustive de littérature grise en libre disposition ;
- les **retours d'expériences** d'adhérents Perifem, en connaissance de leurs actions engagées ;
- l'**expertise de Bureau Veritas Solutions** en matière de résilience climatique sur les bâtiments et les organisations.

Sélectionnées selon

...une lecture croisée d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs :

- leur faisabilité de mise en œuvre sur les **bâtiments existants** ;
- Leur efficacité en matière de réduction des vulnérabilités ;
- L'investissement propre à chaque solution ;
- Tout en garantissant une complémentarité entre les stratégies balayées.

Une première édition de 24 mesures...

Un panel de **24 mesures jugées prioritaires** par les membres du Comité de Pilotage a été établi. Elles sont de natures, périmètres et stratégies d'adaptation différentes et complémentaires, portées sur les aléas auxquels sont majoritairement exposés les espaces commerciaux en France Métropolitaine à ce jour :



**Vagues de
chaleur**



Inondations



**Tempêtes et
vents forts**



**Épisodes de
grêle**

Et seront régulièrement complétées pour étoffer le catalogue de solutions.

Construction du Module 3

Ces **24 mesures** présentées s'appuient sur les référentiels institutionnels et poursuivent les objectifs de la trajectoire nationale en termes d'adaptation au changement climatique. Chacune d'entre elles, a fait l'objet :

- D'une rédaction et d'une relecture par les équipes de maîtrise d'œuvre et les experts en résilience climatique et ingénierie environnementale de Bureau Veritas Solutions ;
- D'une relecture par le Comité de Pilotage mis en place par Perifem ;
- D'apports et retours d'expérience des membres contributeurs, partenaires et adhérents.

Un Module construit pour être utilisé en fonction de la démarche du lecteur

Cas n°1 Vous découvrez l'adaptation climatique → Commencez par le Chapitre 1 (enjeux) puis le Chapitre 2 (stratégie). Il vous est également recommandé de consulter au préalable les Modules [1](#) et [2](#) du Guide Perifem sur l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux.

Cas n° 2 Vous avez déjà réalisé un diagnostic de vulnérabilité → Allez directement au Chapitre 2 pour comprendre comment construire une stratégie d'adaptation de vos actifs, puis aux Chapitres 3 et 4 afin de découvrir les mesures proposées.

Cas n°3 Vous cherchez une mesure technique en réponse à un aléa → Utilisez la matrice interactive du Chapitre 4 pour accéder aux fiches

Cas n°4 Vous voulez vous inspirer de retours d'expérience ? → Utilisez la matrice interactive du Chapitre 4 pour accéder aux fiches et consultez les sections intermédiaires de RETEX adhérents.



Chapitre 1

Comprendre les enjeux de l'adaptation pour les espaces commerciaux



Quels sont les enjeux propres au secteur ?

Les diagnostics menés sur le terrain dans le Module 2 consacré à la vulnérabilité des espaces commerciaux ont confirmé la **forte variabilité des vulnérabilités selon les typologies d’actifs, de secteur d’activités et de territoires**, appuyant la nécessité d’engager des démarches d’adaptation structurées et anticipées.

Dans ce contexte, ce **3ème module** constitue la dernière brique du parcours d’adaptation proposé par Perifem à ses adhérents. Il a pour ambition d’offrir une boîte à outils opérationnelle, synthétisant un ensemble de mesures techniques et organisationnelles déployables pour renforcer la résilience des magasins, centres commerciaux, entrepôts face à l’évolution des aléas climatiques.

En prolongeant les acquis pédagogiques du Module 1 et les enseignements des diagnostics du Module 2, ce dernier volet vise à **accompagner concrètement les enseignes dans la réduction de leurs vulnérabilités face aux aléas auxquels elles sont les plus exposées :**



L'adaptation n'est pas seulement une dépense : c'est un investissement.
Les travaux recensés par CCR suggèrent qu'en moyenne, **1€ investi dans la prévention des risques naturels génère environ 4€ d'économies** (Rapport Scientifique 2024, CCR).



Vagues de chaleur



Inondations



Tempêtes et vents forts



Épisodes de grêle

Les 24 mesures proposées dans ce guide, ont été sélectionnées suivant plusieurs objectifs :

- 1 Répondre aux risques les plus critiques pour la sécurité des personnes, l’intégrité des actifs et la continuité d’activité des enseignes ;
- 2 Garantir une faisabilité technique et opérationnelle au regard des spécificités des typologies d’actifs représentatives du patrimoine existant des adhérents Perifem ;
- 3 Assurer une cohérence stratégique avec les objectifs établis par la réglementation en vigueur, dont la stratégie nationale en matière d’adaptation au changement climatique ;
- 4 Éviter les écueils techniques conduisant à une inefficacité de la mesure en matière d’adaptation et/ou à de la maladaptation climatique.

Il s’agit ainsi de passer de la compréhension des risques à l’action, en proposant des leviers efficaces, éprouvés et compatibles avec les réalités opérationnelles du secteur.

Cette première version recense une sélection de 24 premières solutions jugées prioritaires, qui sera progressivement complétée.

Typologies d'actifs immobiliers étudiées

L'adaptation des actifs fonciers immobiliers et matériels des distributeurs et centres commerciaux aux aléas induits par le changement climatique **ne peut reposer sur une approche uniforme**. La vulnérabilité des typologies d'actifs varie selon :

- Leur niveau d'exposition au risque physique (cf schéma page 5) ;
- Leurs contraintes constructives ;
- Leur criticité opérationnelle ;
- Leur fonctionnement en exploitation.

Mis bout-à-bout, ces facteurs conditionnent :



La nature des vulnérabilités



La matérialisation des impacts des aléas



La criticité des impacts

Mais aussi, derrière chaque solution, les faisabilités :

#Technique

#Opérationnelle

#Humaine

#Financière

A chaque configuration de site s'appliquent des contraintes structurelles spécifiques, des marges d'adaptation inégales et des interdépendances territoriales variables.

Pour faciliter et accélérer l'identification de solutions adaptées à chaque site et enseigne selon ses caractéristiques intrinsèques, ont été définies 4 configurations types d'espaces commerciaux, représentatives de la diversité des actifs d'un portefeuille d'enseigne :

1. **Les centres commerciaux en périphérie urbaine ;**
2. **Les grandes et moyennes surfaces sans galerie marchande ;**
3. **Les commerces de proximité ;**
4. **Les commerces en site urbain contraint.**

Ces configurations fictives mais réalistes permettent d'évaluer chaque solution selon deux critères clés :

- **Les caractéristiques techniques ou constructives du bâti :** *bâtiment neuf ou ancien, présence d'espaces verts, surfaces imperméabilisées, emprise au sol disponible, etc. ;*
- **Les contraintes décisionnelles applicables :** *pleine propriété, copropriété, règles d'urbanisme, contraintes patrimoniales.*

La catégorie « *Typologie de bâtiments visés* » mentionnée dans les fiches action, a été qualifiée comme :

- **pleinement adaptée** à une typologie d'actif : *mise en œuvre aisée et efficacité maximale ;*
- **partiellement adaptée** : *faisable sous conditions ou avec efficacité réduite ;*
- ou **faiblement adaptée** : *mise en œuvre difficile ou efficacité limitée.*

Les hypothèses de caractéristiques constructives de chaque typologie d'actif étudié, construites par Bureau Veritas Solutions, sont accessibles en [annexes](#).

Typologies d'actifs immobiliers étudiées

1

Les centres commerciaux et retail parks

Ensembles commerciaux en centre urbain ou périphérie regroupant plusieurs magasins autour d'une galerie couverte, avec généralement, un hypermarché comme point d'ancrage.

Le cas des retail parks :

A la différence des centres commerciaux, ces ensembles immobiliers regroupent plusieurs magasins accessibles uniquement depuis l'extérieur et disposés de manière linéaire ou en cluster autour d'espaces de circulation extérieurs. Ils privilégient une architecture ouverte avec peu ou pas de galerie couverte, favorisant l'accès direct à chaque commerce.

Sites disposant de vastes parkings extérieurs souvent imperméabilisés et d'espaces de circulation intérieurs climatisés accueillant du public en continu. Leur toiture étendue et leurs infrastructures partagées (toiture, chauffage, ventilation, électricité) nécessitent une coordination entre tous les occupants.

Enjeux climatiques prioritaires :

- Résistance de la toiture aux vents violents et à la grêle,
- Maintien de la chaîne du froid,
- Gestion des eaux pluviales,
- Phénomènes d'îlot de chaleur urbain,
- Continuité d'activité des équipements et infrastructures mutualisés.

2

Les grandes et moyennes surfaces sans galerie marchande

Magasins installés sur leur propre terrain, généralement situés dans une zone d'activité commerciale, généralement caractérisés par un bâtiment de plain-pied avec de grandes surfaces de vente ouvertes au public, ils disposent de leur propre parking et de zones de livraison dédiées. Leurs toitures sont soit plates soit légèrement inclinées et couvrent de vastes espaces sans cloisons intérieures. La gestion simplifiée par une seule enseigne permet de leur faciliter la prise de décision en matière d'adaptation, néanmoins ces sites restent très vulnérables aux aléas climatiques, en raison de leur configuration qui les expose directement aux intempéries (vent, grêle, fortes pluies) et de leur dépendance aux équipements de production de froid (chambres froides, meubles frigorifiques de stockage en espace de vente, etc.).

Enjeux climatiques prioritaires :

- Résistance de la toiture aux vents violents et à la grêle,
- Maintien de la chaîne du froid,
- Gestion du ruissellement au niveau des voiries et parkings.

Typologies d'actifs immobiliers étudiées

3

Les commerces en milieu urbain

Les commerces en centre urbain sont globalement caractérisés par une façade vitrée donnant directement sur la rue, le manque/absence d'espace extérieur privé et les contraintes de travaux/aménagement imposés par la copropriété.

En fonction du caractère historique des bâtiments occupés, peuvent s'imposer des contraintes patrimoniales limitant les interventions. La vétusté potentielle des installations et la difficulté d'adapter des structures anciennes aux exigences climatiques modernes peuvent également impacter leur vulnérabilité.

L'absence de parking privé et les livraisons en voirie rendent ces sites dépendants de l'accessibilité urbaine. On distingue deux typologies :

Les commerces de pied d'immeuble :

Occupant le rez-de-chaussée d'immeubles d'habitation ou de bureaux, ils partagent les infrastructures du bâtiment (toiture, murs, réseaux) avec les locataires des niveaux supérieurs.

Les commerces en cœur de ville :

Ces commerces occupent l'intégralité d'un bâtiment, souvent ancien et situé en cœur de ville. La vente se fait sur l'ensemble des étages qui peuvent accueillir, tandis que les autres niveaux sont destinés à l'usage de stockage, réserves, de bureaux ou propices à l'implantation d'espaces techniques.

Enjeux climatiques prioritaires :

- **Protection contre les inondations par ruissellement (débordement de cours d'eau et remontées de nappe si exposition avérée),**
- **Gestion de l'inconfort thermique estival (surchauffe des vitrines exposées au soleil),**
- **Dépendance aux décisions collectives de copropriété,**
- **Adaptation des bâtiments anciens sans dénaturer le patrimoine,**
- **Accessibilité logistique en cas d'évènement climatique.**

Aléas traités

Les aléas traités dans ce guide sont ceux auxquels les espaces commerciaux sont les plus exposés (cf module 2) :

Vagues de chaleur



⇒ Définition de l'aléa :

Chaleur intense qui peut être de courte durée ou de plusieurs jours. Au niveau national, on parle de vague de chaleur quand la température moyenne quotidienne nationale dépasse 25,3°C.

⇒ Statistiques :

Elles sont à l'origine de l'inconfort des salariés, de dégradations voire de ruptures de fonctionnement des équipements de production et des chaînes d'approvisionnements. Par rapport à la moyenne annuelle de la période 1990-1999, En 2021, 139h auraient été perdues par personne sur l'année 2021 vs. 1990-1999. (Lancet, 2022).

Inondations



(par débordement de cours d'eau, ruissellement ou remontée de nappe)

⇒ Définition de l'aléa :

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau.

⇒ Statistiques :

Elles représentent 59% des indemnisations accordées depuis 1982 par le régime CatNat ([Géorisques](#)).

En moyenne, les inondations par ruissellement représenteraient 15 000€ de coûts pour les professionnels de tous secteurs confondus (CNPP et MRN, 2026). Dans le cas des entreprises de vente en grandes surfaces, les pertes matérielles à elles seules peuvent dépasser rapidement ce montant.

Tempêtes



⇒ Définition de l'aléa :

Événement météorologique intense caractérisé par des vents violents, des précipitations importantes et une baisse de la pression atmosphérique.

Une majeure partie de la France métropolitaine est concernée.

⇒ Statistiques :

Le coût des sinistres en 2020 est estimé à de 6,7 milliards d'euros constants d'après la Fédération Française de l'Assurance (FFA) (Mission Risques Naturels, 2026).

Grêles



⇒ Définition de l'aléa :

Les épisodes de grêle sont corrélés aux orages violents. Cet aléa n'est pas modélisé mais on estime que l'ensemble de l'Hexagone est concerné par ces épisodes, et plus particulièrement les régions du Sud-Ouest et Centre-Est.

⇒ Statistiques :

La CNPP évalue le montant moyen des dommages à 303M€/an sur la période 1990-2022, et 3,3Mds d'€ seulement sur l'année 2022 avec un total de 17000 communes touchées en France. (CNPP et MRN, 2026).

A NOTER

- 1 **Corrélation aux épisodes de vagues de chaleur, l'aléa sécheresse a été exclu de cette première version de la boîte à outils.** Des mesures permettant de réduire la vulnérabilité des espaces commerciaux à la sécheresse sont proposées dans le Guide « Eaux et Biodiversité dans les Espaces Commerciaux » et le guide « Eau » réalisés par Perifem, avec le soutien financier de l'Agence de l'eau Seine-Normandie.
- 2 Du fait des spécificités bâtementaires du secteur, **le phénomène de Retrait-Gonflement des argiles du n'est pas traité dans ce guide.** Il pourra faire l'objet de présentation de solutions techniques dans une future mise à jour.
- 3 **Les aléas vague de froid et hausse du niveau de la mer ne pas traités dans ce guide,** les espaces commerciaux étant moins directement impactés.

Rappels réglementaires

Sur le périmètre des bâtiments

Pour tout bâtiment tertiaire (magasin, centre commercial, entrepôt, bureaux), le propriétaire et/ou gestionnaire de site est tenu de respecter la réglementation en vigueur et de démontrer, autant que possible, une gestion rigoureuse des risques.

Dans la pratique, cela passe par une revue réglementaire propre à chaque actif, car les exigences varient fortement selon :

- La localisation des bâtiments (documents locaux opposables) ;
- Leur catégorie d'usage (ERP/ERT) ;
- Leur environnement (zone inondable, littoral, massif forestier) ;
- Et selon la mesure appliquée, de la nature des travaux (neuf, rénovation, aménagement, remise en état après sinistre)

Cette section propose donc des repères **non exhaustifs**, structurés par aléa, afin d'aider les enseignes à identifier rapidement les références réglementaires en vigueur au 23 septembre 2026 concernant la prévention et la protection des espaces commerciaux face aux différents aléas induits par le changement climatique sur le territoire français et les principaux documents à consulter.

L'importance de la mise en conformité

La conformité avec ces textes permet de renforcer la résilience des bâtiments tertiaires face aux aléas climatiques, tout en protégeant les occupants et les activités qu'ils abritent. D'autre part, même si elles ne sont pas réglementaires au *stricto sensu*, les **exigences formulées par les assureurs** (en termes de prévention, maintenance, caractéristiques minimales, protections complémentaires - *exemple : APSAD D20 pour les panneaux photovoltaïques*) influencent fortement la conformité effective attendue pour rester assurable et limiter les franchises voire les exclusions. Elles doivent être prises en compte dès la sélection des solutions de remplacement (*exemple : lanternes, panneaux photovoltaïques, protections spécifiques, etc.*).

Bonnes pratiques

Prendre connaissance des documents locaux de prévention et de protection permet d'aligner les mesures techniques et organisationnelles avec les dispositifs publics, de rédiger les plans d'urgence internes en cohérence, d'identifier les ressources territoriales mobilisables et d'anticiper les contraintes d'accessibilité lors d'une crise climatique majeure.

- Le **DICRIM** (*Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs*), mis en place par les communes, décrit les risques liés aux aléas climatiques et les mesures de prévention, de sauvegarde et les consignes de gestion associées. Ce document complète les dispositifs de gestion de crise du **Plan Communal de Sauvegarde** (PCS) ;
- Le **PCS** est un document public élaboré par les communes pour organiser la protection des populations face aux risques majeurs. Il recense les moyens d'alerte, les zones refuges, les contacts d'urgence et les procédures d'évacuation locales.
- Le **Plan ORSEC** est le dispositif public de gestion de crise activé par le préfet lors d'événements majeurs (inondations, canicules, tempêtes). Il mobilise les secours, coordonne les moyens publics et privés, et organise l'alerte des populations.
- Le **DDRM** (*Document Départemental des Risques Majeurs*), établi par le préfet, recense les risques naturels et technologiques majeurs de chaque département et cartographie les zones exposées.

L'ensemble de ces plans sont consultables sur les sites de vos collectivités territoriales ou sur le site [Géorisques](#).

Rappels réglementaires

Cette section a pour but de rappeler, de façon non-exhaustive, les principes réglementaires ou normatifs encadrant la prévention, la protection et la gestion face aux risques d'aléas climatiques.



De façon générale, et pour tous les aléas s'appliquent les éléments suivants



Les bâtiments situés dans des zones couvertes par un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN), créé par la loi Barnier (1995), doivent respecter les prescriptions constructives et d'usage liées aux risques naturels, généralement annexées au PLU(i) en vigueur localement. Il existe plusieurs types de PPR : certains traitent simultanément plusieurs risques comme les PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels), tandis que d'autres centrent les efforts sur un seul risque. C'est le cas des PPRL (Plan de Prévention des Risques Littoraux), PPRI (Plans de Prévention des Risques Inondations) et PPRIF (Plan de Prévention au Risque d'Incendie Forestier), notamment. Ces plans imposent des prescriptions en matière de conception, de travaux, d'aménagement, parfois d'exploitation (cotes plancher, protection des réseaux, restrictions en sous-sol, dispositifs anti-retour, conditions de stockage, etc.), ainsi que des mesures de prévention et de sauvegarde.



Les projets de construction neuve de bâtiments dont tertiaires, sont soumis aux exigences locales d'urbanisme : PLU(i), SCOT, etc... Ces documents peuvent porter des exigences spécifiques en matière d'adaptation, notamment dans les intercommunalités de plus de 20 000 habitants, qui doivent intégrer l'adaptation dans leur PCAET (décret du 28 juin 2016), qui influence les documents locaux ;



Les bâtiments endommagés à la suite d'un aléa climatique relevant du dispositif CAT-NAT (1982) doivent être réparés dans le cadre assurantiel.



Cas particulier : Dans certaines collectivités, les documents de planification et règlements locaux peuvent fixer des orientations ou prescriptions favorables à l'adaptation au changement climatique (végétalisation, gestion des sols, ombrage, traitement des parkings, gestion de l'eau). Ces exigences sont à consulter dans les **PLU(i)** et, plus largement, dans les documents climat-énergie territoriaux (**PCAET**) lorsque ceux-ci influencent l'instruction des projets.



Concernant le **risque de ruissellement urbain**, au-delà des PPRI, certaines intercommunalités imposent des règles de gestion des eaux pluviales à la parcelle (infiltration, limitation du débit de fuite, volumes de rétention, désimperméabilisation, etc.). Ces exigences se consultent également dans les documents d'urbanisme : PLU(i), zonages pluviaux et règlements de service d'assainissement. Ces règles peuvent conditionner la faisabilité des solutions d'adaptation sur les parkings et leurs abords. Pour comprendre les réglementations applicables à chaque typologie de parking, se reporter au [Guide Parking Perifem](#), 2026.

Rappels règlementaires

Sur le périmètre des activités

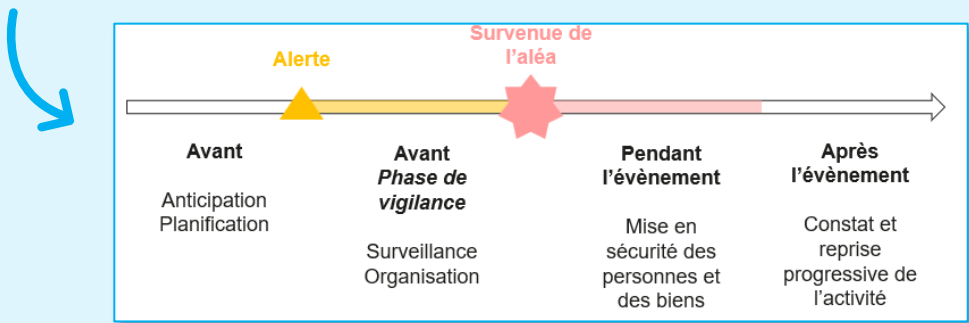
Au-delà des exigences portant sur le bâti, le périmètre opérationnel des enseignes doit justifier d’une stratégie de maîtrise du risque par la mise en place de mesures combinant prévention, organisation du travail et préparation à la crise. En parallèle, les organisations doivent répondre aux exigences en matière de transparence et de traçabilité. Depuis l'entrée en vigueur du décret n°2025-482, les obligations ont évolué :

Les entreprises de la grande distribution sont notamment concernées par :

- La réalisation et mise à disposition des salariés d’un **Document Unique d’Évaluation des Risques Professionnels (DUERP)** Ce document constitue le socle de prévention, identifiant les expositions aux risques (par postes, tâches, et périodes) et planifiant des mesures de protection.
- Dans le cas des fortes chaleurs, telles que définies dans l’arrêté du 27 mai 2025, l’employeur doit intégrer le risque au DUERP et mettre en œuvre des mesures de prévention dès l’atteinte de niveaux d’alerte ou de vigilance (exemple : réorganisation du travail, des horaires et pauses, accès renforcé à l’eau, moyens techniques de réduction de la chaleur, information/formation).

Procédures internes de gestion de crise

Bien que non règlementées, il est recommandé à tout site en exploitation de définir et d’implémenter des procédures internes de gestion d’événements (mise en sécurité, fermeture préventive, balisage, sécurisation des éléments extérieurs, rondes, consignes aux équipes et aux prestataires). L’objectif est de définir des mesures permettant de couvrir toutes les phases autour de l’évènement, selon les principes suivants :



Phases de gestion de crise autour d'un évènement d'aléa climatique et principes opératoires associés

Ces procédures de gestion de crise doivent être définies en cohérence avec les obligations liées à l'accueil du public et à la protection des travailleurs, aussi il est pertinent de consulter l'ensemble des parties prenantes de la chaîne de valeur pour structurer ces plans (cf. L'écosystème commercial, Module 2).



Une fiche action « **Principes de gestion de crise** » détaille plus spécifiquement les bonnes pratiques à implémenter à ce sujet.

Rappels réglementaires et normatifs



Enfin, certaines obligations de transparence et de gouvernance influencent indirectement les choix opérationnels :



L'article 29 de la loi Énergie-Climat, précisé par le décret n°2021-663, impose un **reporting climat/biodiversité** à de nombreux acteurs financiers (assureurs et réassureurs, mutuelles et institutions de prévoyance, sociétés de gestion, établissements de crédit et entreprises d'investissement pour leurs activités de gestion/conseil, ainsi que plusieurs institutions publiques de retraite), avec une structuration autour de la stratégie, de la gouvernance et de la gestion des risques ; même si ces obligations ne ciblent pas directement les enseignes, elles se traduisent de plus en plus par des attentes renforcées de leurs financeurs et assureurs en matière de continuité d'activité et de réduction des vulnérabilités.



Les organisations et bâtiments concernés par la **Taxonomie Européenne** (Règlement UE, 2020) doivent réaliser une analyse des risques climatiques physiques et démontrer la conformité au principe DNSH (« Do No Significant Harm », qui peut se traduire par « Ne pas heurter significativement ») pour l'enjeu Adaptation. Ce principe signifie que les actions et investissements ne doivent causer aucun préjudice environnemental significatif à l'un des objectifs de la Taxinomie européenne. Autrement dit, même si un projet contribue positivement à un enjeu (comme l'adaptation), il doit prouver qu'il ne détériore pas d'autres dimensions environnementales.

Pour rappel, les 6 objectifs environnementaux de la Taxonomie Européenne sont :

- 1 Atténuation du changement climatique ;
- 2 Adaptation au changement climatique ;
- 3 Utilisation durable et protection des ressources aquatiques et marines ;
- 4 Transition vers une économie circulaire ;
- 5 Prévention et réduction de la pollution ;
- 6 Protection et restauration de la biodiversité et des écosystèmes.



Sur l'adaptation au changement climatique, la **CSRD** oblige les organisations concernées à réaliser une évaluation rigoureuse des risques climatiques physiques (inondations, canicules, sécheresses, tempêtes) et à mettre en place un plan de résilience documenté respectant les Solutions fondées sur la Nature (SafN). Concrètement, les entreprises doivent cartographier leurs vulnérabilités climatiques, intégrer des projections sur plusieurs horizons temporels (2030, 2050) et démontrer comment leurs investissements et actions n'entraînent aucun préjudice environnemental significatif à d'autres dimensions environnementales.



Chapitre 2

Construire sa stratégie d'adaptation



Retenir des bouquets d’actions alignés sur sa trajectoire d’adaptation

Il est important de structurer un bouquet d’actions évolutif qui permette une adaptation de l’organisation à plusieurs échéances, sans compromettre la performance de l’entreprise en termes de **moyens dédiés** et de **résultats escomptés**.



Les 6 vérifications incontournables avant tout projet d’adaptation

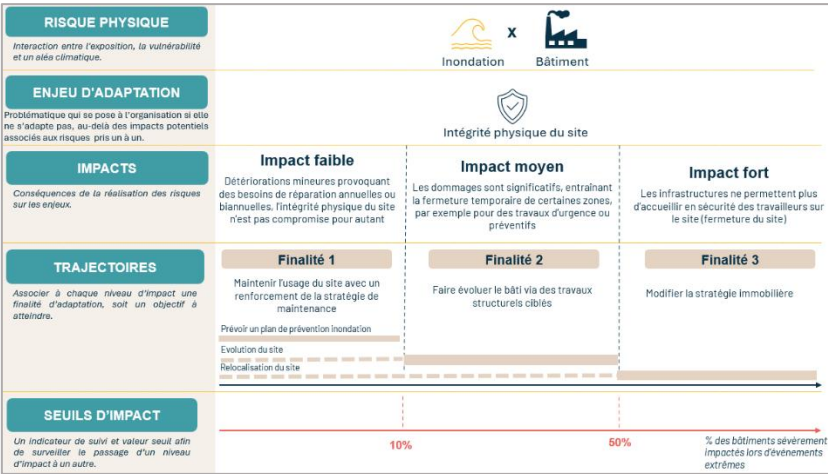
- 1. Vérifier les contraintes réglementaires (cf. [Chapitre 1](#)) ;
- 2. Identifier les contraintes de gouvernance (copropriété, ASL, etc.) ;
- 3. Contrôler les règles d’urbanisme et les éventuels avis des ABF ;
- 4. Vérifier la compatibilité avec les exigences de l’assureur (cf. [Volet 2 – Guide de l’adaptation au changement climatique des espaces commerciaux](#)) ;
- 5. Réaliser une étude de faisabilité intégrant CAPEX, OPEX et stratégie globale.
- 6. Poursuivre les actions pour réduire les émissions de GES

Face à la diversité des solutions d’adaptation disponibles, l’enjeu pour les enseignes est de **construire une stratégie globale** : un cadre structurant une vision commune de l’adaptation qui permettra d’orienter le choix des mesures à la suite.

Une stratégie d’adaptation efficace cherchera à cibler à la fois :

- ✓ La réduction de la dépendance, robustesse : *la capacité à résister aux impacts* ;
- ✓ La résilience : *la capacité à absorber et recouvrer des impacts* ;
- ✓ L’adaptabilité : *la capacité à évoluer, se transformer après l’évènement*.

La nouvelle version de la méthodologie ACT pas-à-pas, développée par l’ADEME, aide les organisations à construire une stratégie de décarbonation alignée avec l’Accord de Paris et une stratégie d’adaptation au changement climatique. Elle permet de construire des trajectoires d’adaptation en fonction de l’aggravation des impacts du changement climatique : des actions d’ajustement aux actions transformationnelles.



ADEME, 2026

L’enjeu d’adapter toute la chaîne de valeur, dont les bâtiments

Le risque climatique est un risque physique, et à ce titre les bâtiments sont centraux dans la résilience d’un acteur. Beaucoup d’approches méthodologiques de diagnostics et/ou de stratégies évaluent les processus sans considérer le bâtiment. Ses fonctions d’hébergement de personnes, de ressources et de stocks, en font pourtant un pilier de la stratégie et un enjeu majeur pour l’entreprise.

Retenir des bouquets d'actions alignés sur sa trajectoire d'adaptation

Construire sa stratégie d'adaptation

Il est recommandé de statuer sur une stratégie :



En consultant au préalable toutes les **parties prenantes** de la chaîne de valeur ;



Combinant des actions de différentes **natures** (techniques, organisationnelles, fondées sur la nature), afin de couvrir l'ensemble des déterminants de la vulnérabilité.



Articulant des mesures porteuses de **plusieurs niveaux d'ambition** : actions curatives pour traiter l'urgence, actions préventives pour éviter les impacts des aléas, et actions transformationnelles lorsque les tendances climatiques imposent un changement de modèle.

En complément, il est essentiel de vérifier que **l'horizon d'effet des mesures** retenues (leur délai de mise en œuvre et d'efficacité réelle) soit antérieur à **l'horizon de survenue des aléas** : une action n'est pertinente que si elle produit ses effets avant que les impacts climatiques ne deviennent critiques.

Etapes de la démarche

Une fois les risques majeurs hiérarchisés, la constitution d'une stratégie d'adaptation nécessite de **dépasser la logique de la mesure isolée** pour bâtir de véritables trajectoires d'adaptation.

Cela implique, avant de passer à l'action, de procéder par étapes :



Étape 1

Définir des objectifs d'adaptation par horizon temporel



Étape 2

Cartographier les différents scénarios permettant d'y parvenir



Étape 3

Séquencer les actions dans le temps et anticiper les bifurcations nécessaires en fonction de l'évolution des aléas

Une fois la stratégie long-terme définie et mise en cohérence avec les objectifs de chacun, la sélection d'un bouquet d'actions peut être réalisée. L'étape de **brainstorming** réalisée par Perifem et Bureau Veritas Solutions pour la rédaction de ce module, a d'ores et déjà permis d'effectuer une première sélection (non-exhaustive) de mesures d'adaptation adaptées aux enseignes commerciales.

Du geste isolé à la stratégie d'adaptation globale : Comment composer un bouquet d'actions vraiment efficace ?



Bien que ce guide présente 24 solutions d'adaptation sous forme de fiches individuelles, cette structuration pédagogique ne doit pas conduire à une approche fragmentée.

- Il est souvent utile et plus économique de traiter plusieurs aléas concomitamment : Il est donc recommandé de passer par la mise en œuvre d'une ou plusieurs fiches solutions en **priorisant les fiches solutions couvrant plusieurs aléas** ;
- L'efficacité des mesures d'adaptation croît fortement avec leur intégration dans un **bouquet cohérent d'une rénovation plus globale** (approche systémique).

Les 3 raisons principales qui justifient cette approche

1. Les synergies techniques

Chaque action et bouquet de travaux est à penser au travers du calcul de son **retour sur investissement (ROI)**, en mettant en regard les investissements (CAPEX) avec les économies générées, mais aussi avec les **pertes futures évitées ou réduites face aux aléas climatiques**, afin d'apprécier **le seuil de rentabilité** sur la durée de vie de la solution.

Le dimensionnement budgétaire doit intégrer l'investissement initial, les coûts d'exploitation (OPEX), les risques opérationnels et le coût potentiel de l'inaction, pour retenir la solution offrant le meilleur équilibre entre performance économique et résilience.

Par exemple

- Une solution de végétalisation (par ses effets combinés de création d'ombrage, d'évapotranspiration, et de réduction du phénomène d'îlot de chaleur) amplifie l'efficacité d'un système de rafraîchissement sobre (cf. [Fiche 7](#) et [Fiche 8](#)) ;
- Un système de gestion intégrée des eaux pluviales contribue à la fois à réduire le risque d'inondation et à abaisser les températures par création de zones perméables.
- La mise en place de protections solaires (cf. [Fiche 11](#)) peut être complétée par l'isolation de la toiture avec l'utilisation de matériaux à déphasage thermique (cf. [Fiche 10](#)) si le budget le permet, pour renforcer la réduction de dépendance à la climatisation.

2. L'efficacité économique

Certaines mesures partagent des prérequis communs (diagnostic thermique, études hydrauliques, formation des équipes). Un investissement groupé réduit les coûts transversaux et améliore le ROI global.

3. La résilience systémique

Une mesure isolée ne suffit pas toujours à traiter l'ensemble des vulnérabilités. **Le bouquet de solutions doit réduire la vulnérabilité de l'ensemble du site et de sa chaîne de valeur**, tout en s'inscrivant dans la **démarche d'adaptation du territoire** en tenant compte des interdépendances avec ses infrastructures, réseaux et acteurs.



Avant de sélectionner des mesures, il est nécessaire de cartographier les vulnérabilités prioritaires (cf. [Volet 2 – Guide de l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux](#)), et d'identifier des mesures adaptées qui ciblent plusieurs vulnérabilités.

Du geste isolé à la stratégie d'adaptation globale : Comment composer un bouquet d'actions vraiment efficace ?

Une approche aboutissant sur 3 niveaux de bouquets

Des mesures sans-regret

Actions rapides, peu coûteuses, sans prérequis, dont l'efficacité est immédiate ;

Exemple : Formation des équipes + procédures de crise (cf. [Fiche 3](#)) + maintenance renforcée.

Des mesures d'adaptation progressive

Mesures techniques et organisationnelles complémentaires, dont l'efficacité est observée à court-terme (entre 2 et 5 ans après mise en place) ;

Exemple : Formation des équipes + procédures de crise (cf. [Fiche 3](#)) + protections spécifiques (batardeaux, claustras) (cf. [Fiche 15](#)) + premières solutions gestion des eaux pluviales.

Un scénario de rénovation global intégrant tous les enjeux

Son efficacité est mesurée à moyen voire long-terme (entre 5 et 10 ans après mise en place) ;

Exemple : refonte enveloppe thermique + isolation (cf. [Fiche 9](#), [Fiche 10](#), [Fiche 12](#)) + optimisation des menuiseries extérieures (cf. [Fiche 15](#)) + mises en place de protection solaires (cf. [Fiche 11](#)) + changement d'équipements techniques + restructuration paysagère (cf. [Fiche 14](#)).



Point de vigilance

- Toutes les solutions ne pèsent pas le même poids : une même enveloppe budgétaire n'aura pas le même impact selon les mesures choisies !

Par exemple, renforcer l'isolation thermique de votre façade réduira la chaleur plus efficacement qu'installer des brise-soleils de façon isolée.

De même, un système de gestion des eaux pluviales favorisera la résilience face aux inondations et aux vagues de chaleur (dans le cas de parcelles éponges par exemple, cf. [Fiche 14](#)).

- Une même solution n'est pas universelle, ce qui fonctionne sur un site peut être inutile sur un autre. De même pour les estimations de coûts. Toute solution et tout chiffrage doit être regardé en étape de faisabilité préalable en fonction du contexte de site, du bâti, ses usages et son vécu.

Par exemple, un hypermarché très mal isolé tirera un bénéfice important d'une rénovation thermique tandis qu'un bâtiment neuf aux normes RE 2020 n'en aura aucun besoin ;

Un entrepôt en zone inondable doit absolument investir dans la gestion des eaux tandis qu'un site en altitude peut reporter cet investissement.

**Hierarchiser chaque mesure selon son ROI réel pour le site
(après étude de vulnérabilité et brainstorming)**

Déployer des mesures organisationnelles cohérentes

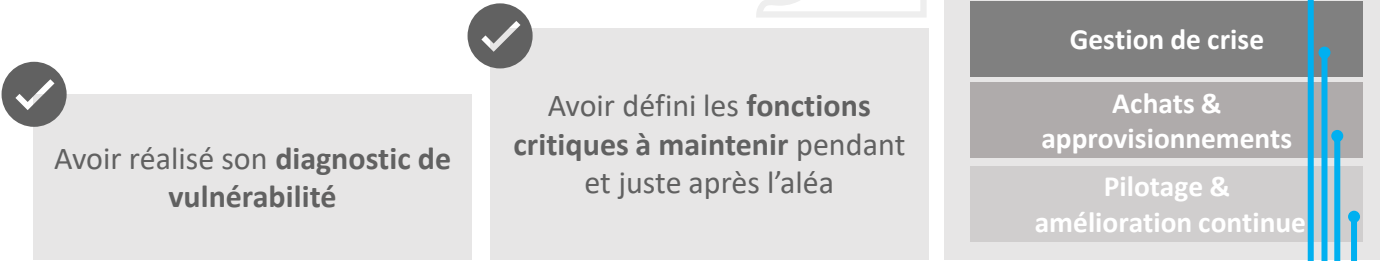
L'effectivité des solutions techniques adoptées ne peut être assurée que si des mesures organisationnelles sont anticipées en amont de l'aléa :

- Une obturation n'a de valeur que si elle est posée au bon moment ;
- Un clapet anti-retour ne sert que si son contrôle est planifié ;
- Une climatisation sobre ne tient que si la consigne et le pilotage sont maîtrisés en exploitation.

Il est donc essentiel d'articuler ces mesures avec les solutions techniques existantes.

La méthodologie consiste à s'appuyer sur :

- un raisonnement en **3 temps**,
- et une stratégie en **4 briques** :



Exemples :

- une alerte météorologique et des seuils simples d'escalade
- fixer qui décide, qui agit et dans quel ordre
- sécuriser les flux et les stocks sensibles
- Identifier quelques indicateurs et prévoir un retour d'expérience après chaque épisode

Ensuite, pour rester aligné avec votre trajectoire, vous pouvez composer votre bouquet avec différents types d'actions :

Sans regret	Très efficaces, immédiatement déployables, actives dès la mise en œuvre, peu coûteuses
Adaptation progressive	Très efficaces, déployables sous réserve de mettre en œuvre des prérequis, actives dès la mise en œuvre ou avec un léger décalage, parfois plus coûteuses
Transformationnelles	Très efficaces, déployables sous réserve de mettre en œuvre des prérequis progressifs, actives dès la mise en œuvre ou avec un délai, parfois très coûteuses

Déployer des mesures organisationnelles cohérentes

L'importance de sensibiliser, former et tester

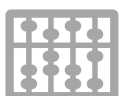
Conditions impératives pour garantir l'efficacité globale de l'adaptation d'une organisation, la formation et la réalisation d'exercices tests sont un socle de prérequis à un bouquet d'actions cohérent, vivant et réellement opérationnel au moment où l'aléa survient.

En effet, une organisation non entraînée réagit trop tard, se disperse ou applique mal des consignes pourtant écrites.

Concrètement, vous gagnez à prévoir :

- ✓ une **sensibilisation courte** à l'arrivée des nouveaux salariés,
- ✓ des **formations complètes** réalisées annuellement,
- ✓ des **rappels saisonniers** avant les périodes à risque,
- ✓ et surtout des **tests réguliers** adaptés au terrain, comme un exercice "table" de gestion de crise, un test chronométré de déploiement des procédures d'alerte et de mise en sécurité, et une vérification pratique des gestes clés sur site.

L'objectif des tests est notamment de **vérifier régulièrement** des indicateurs de déploiement et d'action, simples et mesurables :



- *le temps de diffusion de l'alerte,*
- *la disponibilité des kits,*
- *la compréhension des rôles,*
- *la capacité à sécuriser stocks et zones sensibles,*
- *la mise en œuvre des décisions achats en mode dégradé.*



Après chaque test ou événement réel, un retour d'expérience générant **trois actions correctives** maximum, permet d'ancrer l'amélioration continue sans alourdir l'exploitation.

L'étude de faisabilité préalable: un investissement stratégique incontournable à toute adaptation

Pourquoi une étude de faisabilité en amont ?

Quelle que soit la solution d'adaptation envisagée, il est fortement recommandé de démarrer sa mise en œuvre par une **étude de faisabilité approfondie, conduite par un expert bâtiminaire compétent**. Cette phase initiale, souvent sous-estimée, **constitue le socle d'une adaptation réussie** et s'impose d'autant plus dans le cas de **bâtiments existants** caractérisés par de nombreuses contraintes techniques, réglementaires et opérationnelles spécifiques.



Bien que les fiches solutions de ce guide présentent les « **Prérequis** » nécessaires pour contourner les freins techniques et une « **Check-list pour une mise en œuvre réussie** », il paraît opportun de mener une étude de faisabilité spécifique préalablement à toute décision pour garantir :

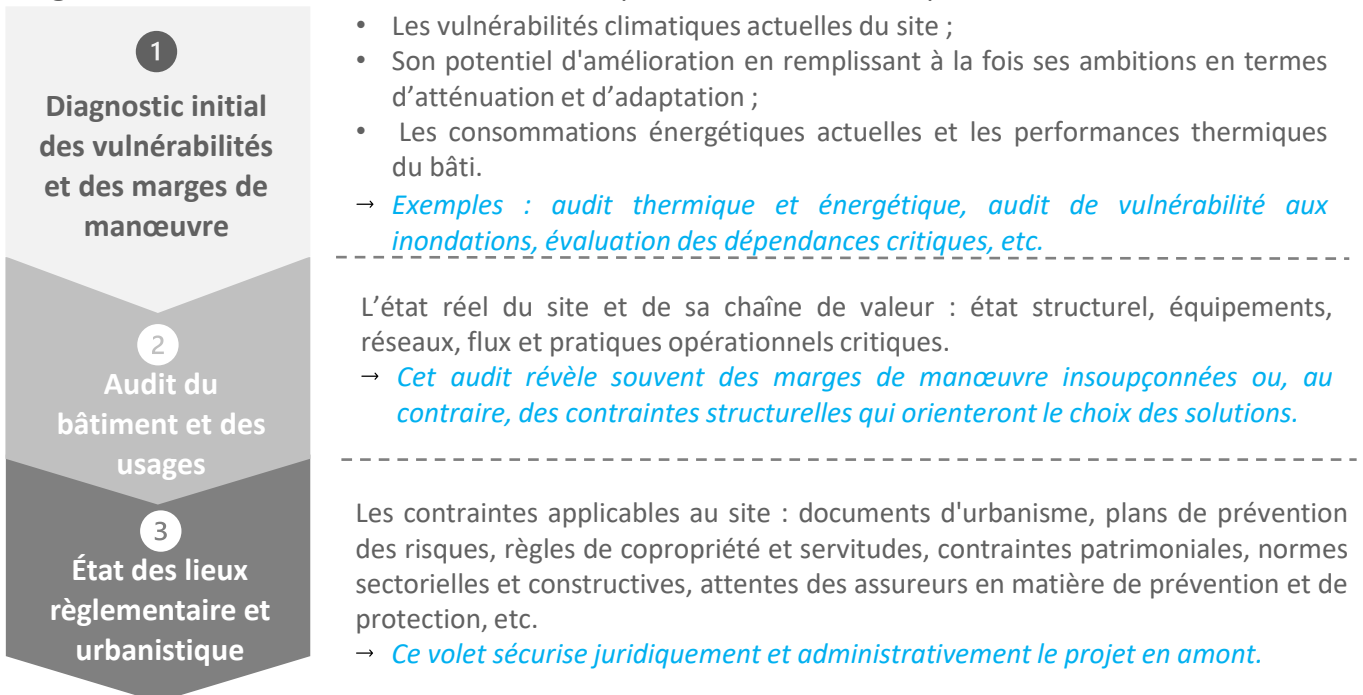
- **Qu'aucun point critique ne sera oublié ;**
- **La satisfaction totale du MOA** : cohérence avec sa vision patrimoniale et stratégique, ambitions, cadrage d'une durée et d'un budget prévisionnel, horizons d'adaptation ciblés...etc.

Cette étude permet notamment d'éviter 3 écueils fréquents :

- 1 **La maladaptation technique** : Choix de solutions inadaptées au contexte réel du site, générant des investissements improductifs ;
- 2 **L'inefficacité économique et opérationnelle** : Sous-dimensionnement ou surdimensionnement des équipements, entraînant des surcoûts d'exploitation ou une inefficacité réelle ;
- 3 **La découverte tardive d'infaisabilité** : Obstacles réglementaires ou techniques révélés en phase de conception ou de chantier, générant retards, surcoûts et parfois abandon du projet.
- 4 **La maladaptation avec des externalités sociales et environnementales négatives** : Mise en œuvre de solutions qui, tout en réduisant une vulnérabilité, peuvent en créer ou en aggraver d'autres pour le site, les populations ou l'environnement.

Les 3 volets complémentaires de l'étude de faisabilité

Portée par un expert en bâtiment (AMO, MOE, Bureau d'étude, etc.) dont le rôle est critique, l'étude s'organise autour de trois volets indissociables, permettant d'identifier précisément :



Importance de l'entretien et de la maintenance

Un prérequis à l'efficacité

Au même titre que les impératifs de sensibilisation, de formation et d'exercice, la planification d'un entretien et d'une maintenance préventive adaptés aux actifs existants permet de garantir leur efficacité maximale, leur longévité et parfois de réduire le temps de retour sur investissement propre à la mesure.

De manière générale, il est absolument nécessaire pour l'organisme de s'assurer que tous les risques soient couverts par un contrat d'assurance, et les mesures mises en œuvre par un contrat de maintenance et/ou entretien.



Il peut être judicieux à ce titre de **créer un COPIL dédié à l'adaptation en entreprise**, constitué de représentants des différentes directions de l'entreprise (gouvernance, achats, approvisionnement, technique, opérationnelle, logistique, etc.) afin de vérifier que l'adaptation soit prise en compte et intégrée de façon générale dans les pratiques et les contrats.

Les préconisations d'entretien régulier, sont intégrées à chaque fiche action dans sa partie « [Check-list pour une mise en œuvre réussie](#) », et font également l'objet d'un chiffrage estimatif dans la partie « [Estimations budgétaires - OPEX](#) ».

Elles sont résumées dans les sections suivantes.

Les postes d'entretien principaux associés à plusieurs aléas sont :

- **L'entretien des espèces plantées, zones végétalisées et des espaces verts, impératif** pour garantir leur efficacité en matière de rafraîchissement et de gestion des eaux pluviales. Cela inclut la **taille**, **l'entretien des espèces sur les murs végétalisés** (cf. [Fiche 7 – Installer un mur végétalisé en déporté sur structure indépendante](#)) et zones végétalisées, **l'arrosage dégressif** pour les nouvelles plantations, le **désherbage** des espaces végétalisés, le **contrôle du système d'irrigation** et remplacement des végétaux ;
- **La maintenance des contrats et prestataires si possible par** formalisation de contrats-cadres pluriannuels pour garantir la pérennité des dispositifs d'adaptation (espaces verts, entretien des réseaux d'eaux, contrôles réglementaires, etc.). Des contrats bien cadrés, aux clauses régulièrement adaptées par RETEX, assurent la continuité des opérations de maintenance, l'amélioration continue des processus et évitent les oublis ;
- **La traçabilité et la documentation** des interventions permet d'assurer le suivi, de prouver la conformité réglementaire et l'amélioration continue. Les principes les plus efficaces sont la **mise en place de carnets de maintenance**, la **réalisation d'une revue annuelle** des opérations d'entretien et de maintenance et la **documentation complète des interventions** (DOE, notices, procédures).

Importance de l'entretien et de la maintenance

Vagues de chaleur

Entretien et maintenance préventive des systèmes de rafraîchissement passifs et actifs

pour éviter surconsommations énergétiques et ruptures de chaîne du froid. Prévoir notamment le **nettoyage annuel haute pression des toitures réfléchissantes** (cf. Fiche 9), la **réalisation d'inspections semestrielles** et reprises localisées et la **maintenance des systèmes de production de froid actifs** (cf. [Fiche 22](#)), et des **armoires électriques** selon normes en vigueur ;

Entretien des équipements en toiture (isolation, étanchéité, fixations, état des équipements) par inspections régulières, contrôle hygrométrique annuel et entretien des équipements de production de froid sur toiture (cf. [Fiche 22](#)) ;

Entretien des protections solaires et des menuiseries pour garantir leur fonction de régulation thermique (cf. [Fiche 11](#) ; [Fiche 12](#)) ;

Maintenance des systèmes de ventilation, climatisation et production de froid (cf. [Fiche 13](#), [Fiche 22](#), [Fiche 23](#) et [Fiche 24](#)) pour limiter les fuites de fluides frigorigènes et garantir leur performance ou leur exploitation raisonnée.



Tempête, grêle

Maintenance des protections anti-grêle pour garantir leur résistance, avec des **contrôles post-aléa** et vérification des fixations (cf. [Fiche 19](#)) ;

Contrôle des équipements extérieurs par inspection semestrielle des ancrages du mobilier (cf. [Fiche 18](#)) et remplacement préventif des ancrages dégradés (curatif après aléa).



Inondations

par débordement de cours d'eau, ruissellement ou remontée de nappe

Entretien des réseaux et canalisations (EU, EP) et de leurs équipements spécifiques (noues, bassins d'infiltration, clapets anti-retours, séparateurs d'hydrocarbures, pompes de relevage, etc.) (cf. [Fiche 8](#), [Fiche 14](#) et [Fiche 17](#)) ;

Entretien des systèmes de détection et d'alerte, comprenant **contrôles et maintenance préventive** notamment sur les détecteurs de présence d'eau (cf. [Fiche 6](#)) ;

Entretien des protections contre les inondations après aléa et la vérification régulière de leur état pour garantir leur efficacité en cas de nécessité (cf. [Fiche 15](#), [Fiche 16](#) et [Fiche 17](#)) ;

Maintenance des équipements électriques en zone inondable pour éviter les courts-circuits et garantir la continuité d'activité, dont la réalisation des contrôles réglementaires d'étanchéité des installations électriques, les tests des dispositifs de coupure automatique et l'inspection des tableaux électriques et équipements critiques selon les normes en vigueur (cf. [Fiche 20](#)).





Chapitre 3

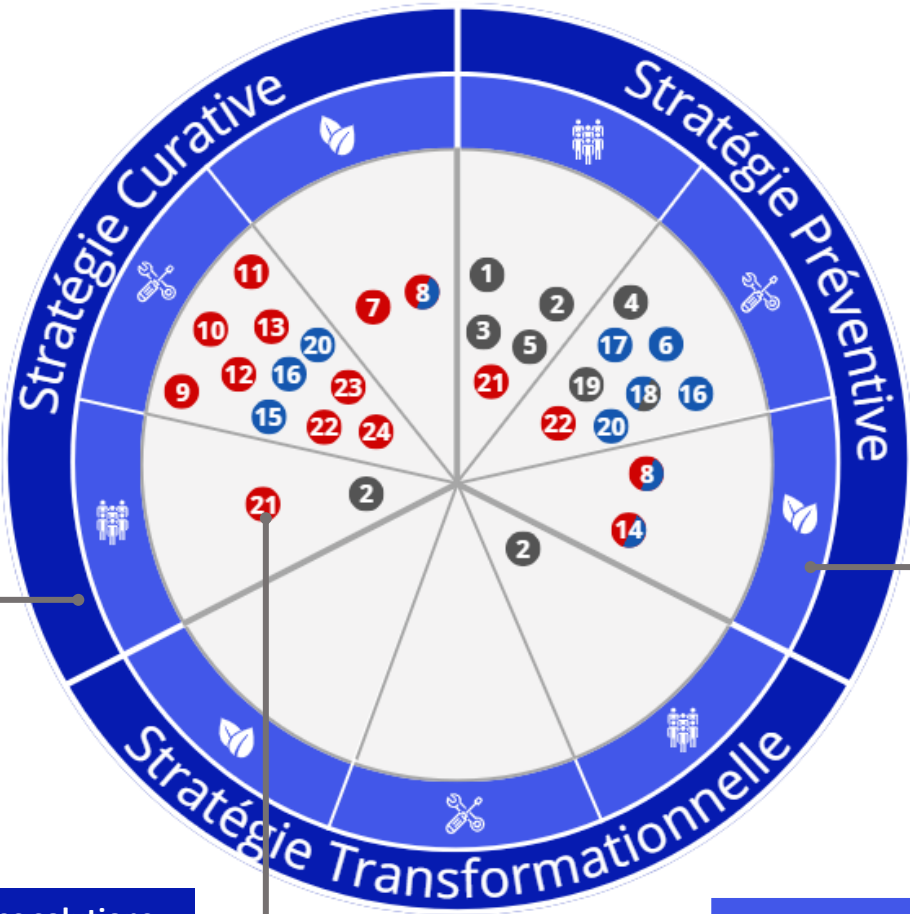
Présentation de l'outil et mode d'emploi



Classification des solutions

Cliquez sur chaque rubrique pour extraire les fiches associées

La boîte à outils



La stratégie des solutions

- Curative ;
- Préventive ;
- Transformationnelle.

La nature des solutions

- Organisationnelle ;
- Technique ;
- Solution fondée sur la nature.

Les aléas

- Multiples ;
- Inondations ;
- Vagues de chaleur ;
- Tempêtes et/ou Grêles.

Classification des solutions

Cette matrice, classifie les mesures au travers :

La stratégie des solutions



O Curative :
 La mesure permet de réagir dès lors que l'aléa se manifeste sans pour autant réduire la vulnérabilité structurelle
Exemple : Installer des batardeaux, Installer un système de refroidissement temporaire.



O Préventive :
 La mesure permet de réduire les risques avant qu'ils ne surviennent.
Exemple : Former les équipes aux aléas, choisir des matériaux ou équipements résilients aux aléas.



O Transformationnelle :
 La mesure implique des changements profonds et durables du système dans les sphères structurelles, organisationnelles voire comportementales, et permet d'adapter le système au climat de demain, pas seulement aux impacts.
Exemple : Modifier les horaires de travail en été, repenser entièrement les systèmes de froid pour passer à des technologies adaptées aux températures plus élevées.

La nature des solutions



Organisationnelle :
 La mesure relève d'une adaptation des opérations et processus ;



Technique :
 La mesure relève d'une adaptation des actifs immobiliers ;



Solutions fondées sur la nature :
 La mesure s'appuie sur le fonctionnement des écosystèmes pour atténuer la vulnérabilité. Au travers de ce guide, cette appellation est surtout intégrée par la restauration, la préservation ou la création d'écosystèmes.

Selon l'UICN, ces solutions visent à « protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ».

Rappel du Volet 2

Décryptage d'une fiche action

Chaque fiche action est composée de 3 pages :

Page 1/3

Titre de la mesure

Nature de la solution

Objectifs de la mesure

Description technique et opérationnelle de la solution

INSTALLER DES RAfraîCHISSEURS ADIABATIQUES SUR TOITURE

SOLUTION TECHNIQUE



Objectifs

- Compléter les dispositifs de rafraîchissement passifs du bâtiment pour sortir des températures d'inconfort d'été lorsque c'est nécessaire ;
- Garantir une température d'intérieur confortable en période estivale

Description

Face à l'intensification des vagues de chaleur, le rafraîchissement des espaces intérieurs devient un enjeu majeur de confort et de continuité d'activité. Le rafraîchissement adiabatique, contrairement à la climatisation, constitue une alternative sobre exploitant l'évaporation naturelle de l'eau pour abaisser la température intérieure sans recourir aux systèmes frigorifiques et donc aux fluides frigorigènes). Cette fiche guide le choix, le dimensionnement et l'intégration de ces dispositifs pour réduire la température intérieure des espaces commerciaux.

Le principe du rafraîchissement adiabatique, aussi appelé "éco-climatisation", est de faire traverser l'air chaud dans un filtre humidifié (généralement en cellulose). L'eau contenue dans le filtre s'évapore, et l'air sortant est alors refroidi naturellement puis diffusé dans le bâtiment. Ce système fonctionne uniquement avec de l'eau et un moteur de ventilation peu énergivore. Il introduit 100% d'air neuf et filtré, améliorant ainsi la qualité de l'air intérieur sans générer de rejet de chaleur vers l'extérieur. Plusieurs configurations existent :

- **Systèmes directs** : l'air extérieur est directement humidifié puis insufflé dans les locaux. Cette configuration convient aux grands volumes avec faible densité d'occupation (tels que les entrepôts logistiques et grandes surfaces commerciales) tolérant une humidité relative (HR) jusqu'à 70%. Un dimensionnement type d'installations en système direct serait : débit 10-15 m³/h/m² ; consommation d'eau 0,5-1 L/m²/jour ; puissance électrique 5-10 W/m² ;
- **Systèmes indirects** : l'air est refroidi via un échangeur sans ajout d'humidité dans les locaux. Cette configuration s'impose pour les espaces à forte occupation (tels que les bureaux et les commerces de proximité) nécessitant une humidité relative < 65%. Un dimensionnement type d'installations en système direct serait : débit 8-12 m³/h/m², consommation d'eau 1-2 L/m²/jour, puissance électrique 8-15 W/m² ;
- **Systèmes couplés** (indirect + direct) : cette combinaison permet d'optimiser simultanément la performance et la maîtrise de l'humidité. Elle est parfaitement adaptée aux bâtiments tertiaires complexes.

Le choix du système doit reposer sur trois critères :

1. **Le taux d'occupation du bâtiment** : Par exemple, on privilégiera un système direct si l'occupation est > 0,1 pers/m² ;
2. **L'humidité relative cible selon l'usage**. Pour des bureaux, il faut viser HR < 65% ; pour des zones logistiques plutôt > 70% ;
3. **La hauteur sous plafond (HSP)**. Par exemple, on privilégiera un système direct pour des volumes avec une hauteur > 4m.

L'intégration aux systèmes CVC existants nécessite de réaliser préalablement une **étude de compatibilité** pour définir le positionnement des rafraîchisseurs dans la chaîne de traitement d'air, la gestion des basculements sec/humide selon HR mesurée, et l'asservissement à la régulation du bâtiment. Les centrales de traitement d'air (CTA) existantes peuvent souvent intégrer des modules adiabatiques en complément.

Cette solution doit s'inscrire dans une stratégie globale de rafraîchissement (cf. Mesures prioritaires mentionnées dans la Fiche 23), combinant protections solaires (cf. Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire), une isolation performante, la ventilation nocturne (cf. Fiche 13 - Planifier et permettre la sur-ventilation nocturne) et la gestion des apports internes. D'autre part, la consommation d'eau de ce type de dispositif, bien que modérée (0,5-2 L/m²/jour), nécessitera un approvisionnement constant et doit être couplée à la récupération d'eaux pluviales selon les obligations réglementaires en vigueur, notamment en zones de stress hydrique.

#24 - INSTALLER DES RAfraîCHISSEURS ADIABATIQUES SUR TOITURE

Guide sur l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux - Version 1 - octobre 2026




Nature de la solution

-  Technique
-  Organisationnelle
-  Solution fondée sur la nature

Numéro de fiche

24

Aléas Ciblés

-  Vagues de chaleur
-  Inondations
-  Tempêtes
-  Grêles

Stratégie

Curative, Préventive, Transformationnelle.
Cf définition p.42

Lot du bâtiment ciblé

(Uniquement pour les solutions techniques) : Fondations, Structure, Enveloppe, Etages inférieurs & RDC, Toiture, Rafraîchissement, Réseau électrique, Tous réseaux confondus, Extérieurs, Bâtiments, Site entier.

Étapes dans la vie du site au cours de laquelle il est possible de mettre en place la solution : Etudes spécifiques, Construction neuve, Travaux, Rénovation, Exploitation, Cycle de vie complet.

Décryptage d'une fiche action

Page 2/3

Rapidité d'effet

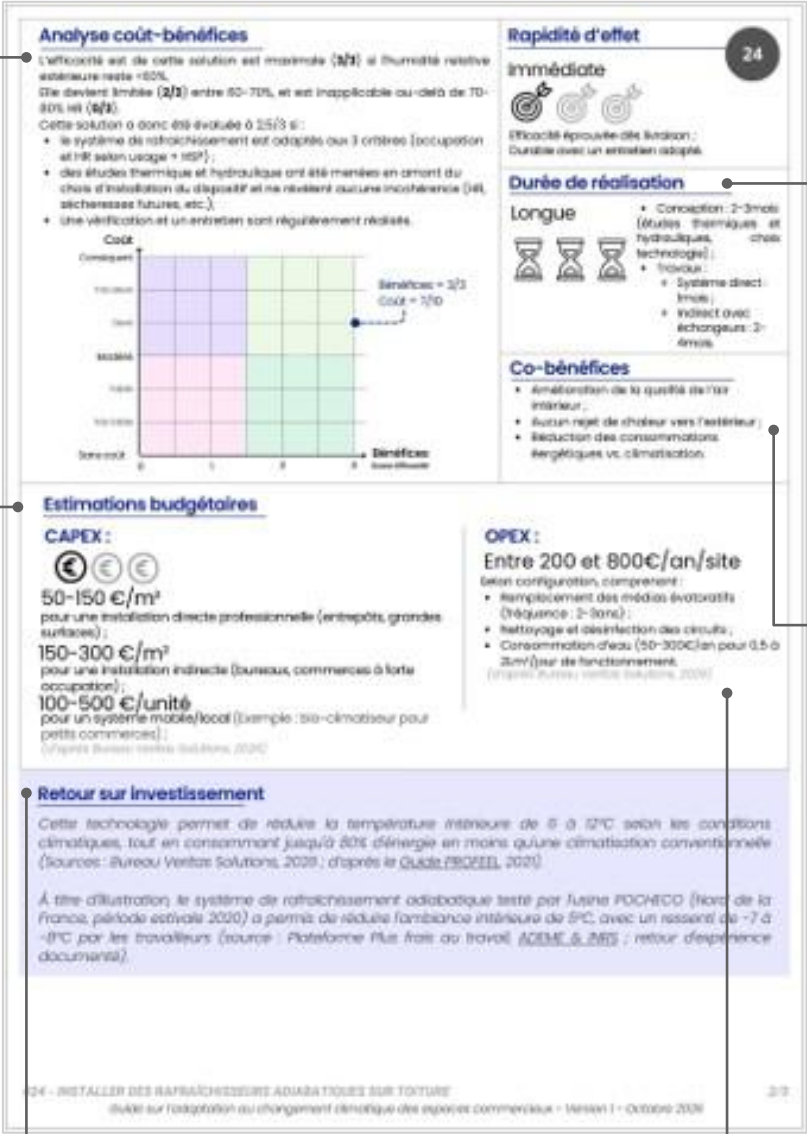
Indiquer si l'effet de la solution est immédiat ou dans un délai +/- long après mise en place.

Ex. : Le temps de croissance d'espèces plantées influencera l'efficacité de la végétalisation (création d'ombrage notamment).

Analyse de la mesure

Sur échelle non-absolue et à dire d'expert.
Cf p. 50

Fourchette de coûts indicative pour l'investissement nécessaire à la mesure suivant différents postes détaillés, accompagnée d'un détail sur l'unité chiffrée (ex : €/m² de surface traitée), ainsi que sur la source et date de la mesure.



Décryptage d'une fiche action

Page 3/3

Typologies de bâtiments

Pour faciliter et accélérer l'identification de solutions adaptées à chaque site et enseigner selon ses caractéristiques intrinsèques, 3 types d'espaces commerciaux ont été définis pour évaluer chaque mesure selon deux critères clés :

1. Les caractéristiques techniques ou constructives du bâti :

Ex. Bâtiment neuf ou ancien ; présence d'espaces verts, etc. ;

2. Les contraintes de décision :

Ex. Pleine propriété, copropriété, règles d'urbanisme, contraintes patrimoniales.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

Etapes incontournables par ordre de progression pour s'assurer de la qualité d'exécution de la mesure et de l'intégration des principales exigences (techniques, réglementaires urbaines, environnementales, etc.) afin de limiter les écueils mentionnés dans la partie « [Points de vigilance](#) ».

Pré-requis

à l'intégration de la mesure pour garantir son efficacité et éviter un défaut de perf. technique (Ex non complétude de l'étape de faisabilité avant début de conception) ou des non-conformités administratives (Ex sollicitation des ABF), réglementaires (Ex; dégradation de la fonction désenfumage)

Risques de limites techniques :

Mention des freins à la faisabilité, compatibilité ou efficacité de la mesure, et/ou risques de maladaptation : Risques de maladaptation climatique associés.

Indicateurs de suivi

Suggestion de KPI pour:
1/ Mesurer l'efficacité réelle de la solution mise en œuvre
Ex gains température.
2. Suivre l'exploitation ou la maintenance de la mesure en exploitation.
Il s'agit préférentiellement d'indicateurs quantitatifs, sinon qualitatifs.

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés aux fortes chaleurs. Les solutions seront bien sûr à adapter au regard des spécificités de l'édifice et de son contexte urbain. Les recommandations de systèmes sont en généralités :

- Entrepôts et grandes surfaces commerciales direct ;
- Bureaux et commerces de proximité indirect ;
- Bâtiments tertiaires complexes, centres commerciaux ;
- Combats.

Pré-requis

L'entreprise doit disposer du préalable :

- D'un audit thermique complet identifiant les besoins de rafraîchissement par zone et les conditions climatiques locales (données HR moyennes estivales sur 10 ans) ;
- D'un diagnostic qualité d'eau (durée <25% ou prélèvement spécifique) ;
- De plans CVC à jour pour étudier l'intégration avec les systèmes existants ;
- D'une analyse de disponibilité de la ressource en eau, incluant la faisabilité de récupération d'eau pluviale selon les obligations réglementaires en ;
- D'une gouvernance claire pour le pilotage des consignes (température HR) et la maintenance préventive.

Risques de maladaptation

- Pression sur la ressource en eau : En zones de stress hydrique, la consommation de 0,5-2 l/m²/jour aggrave la tension sur les réseaux, la coupure avec la récupération d'eau pluviale devient obligatoire selon les réglementations locales en vigueur relatives à la gestion des eaux pluviales ;
- Effet rebond énergétique : Le confort accru peut entraîner une augmentation de la durée d'occupation ou un abaissement des températures de consigne, annulant les économies d'énergie initiales. En combinaison, une gouvernance stricte des consignes de température et d'usage est indispensable ;
- Vulnérabilité aux sécheresses futures : la dépendance à l'eau en contexte de raréfaction (projections G4C : -30 à -45% des débits estivaux d'ici 2050) crée un risque d'arrêt du système lors des pics de chaleur, précédemment quand le besoin est maximal.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

24

- ☐ Récupérer un audit thermique complet du bâtiment : identification des gains solaires et besoins de rafraîchissement par zone (côté/m²/an) ;
- ☐ Analyser le climat local (notamment les données de HR moyennes estivales) : il est primordial de valider un taux HR sur 10 ans pour mettre en place cette solution ;
- ☐ Diagnostiquer la qualité d'eau et valider que la durée est <25%, sinon spécifier un prélèvement ;
- ☐ Choisir la technologie du système (direct/indirect) selon le type d'occupation (direct < 10 pers/m²), HR cible et la hauteur sous plafond des volumes à rafraîchir ;
- ☐ Dimensionner l'approvisionnement hydraulique quotidien nécessaire : Débit calculé (m³/s) = 0,5-2 l/m²/jour x surface traitée (m²) ;
- ☐ Intégrer aux systèmes CVC existants un schéma de principe validé par bureau d'études thermiques spécifiant la gestion des flux/écoulements thermiques selon usage HR ;
- ☐ Sélectionner des équipements certifiés (HR ou équivalent) avec une garantie supérieure à 3 ans minimum ;
- ☐ Pour les cas de surfaces extérieures, commander des médias évaporatifs certifiés compatibles avec le contact alimentaire ;
- ☐ Récupérer le media utilisé à une température ambiante de 20°C pendant 2h pour vérifier l'absence de fuites ;
- ☐ S'assurer que le raccordement électrique est conforme aux normes en vigueur ;
- ☐ Réaliser un test de fonctionnement socio-technique selon usage HR à la mise en service de la solution ;
- ☐ Mesurer les performances et valider que :
 - la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur est <1°C ;
 - le taux de ref. final <10% en conditions nominales ;
- ☐ Régler la rampe du nivel. de maintenance et une alarmisation redondante au responsable technique du site ;
- ☐ Nettoyer les médias dès le premier mois et contrôler l'absence de dépôts calciques + maintien du débit nominal ;
- ☐ Contrôler les végétaux à 3 mois de l'installation, selon les normes sanitaires en vigueur.

Indicateurs de suivi

KPI 1

Réduction température intérieure :
(ΔT°C) entre air entrant (extérieur)
et air soufflé mesuré à débit nominal
Cible: ΔT°C=1°C

%

KPI 2

Fréquence annuelle d'inspection des médias
Cible : 2/an minimum
(printemps/automne)

%

Exemples et liens utiles

- Guide rafraîchissement adiabatique dans les bâtiments tertiaires en rénovation, [POCHES 2023](#) ;
- La rafraîchissement adiabatique, Plateforme "Plus frais au travail", [ADEME & IRS](#) :
 - » Voir notamment les RETEX de POCHECO et COMFECT ;
- RETEX Systèmes de rafraîchissement adiabatique en PACA, [Colloque SATIRAS 2024](#).

Solutions associées

- Fiche 1 - [Réaliser des dispositifs de protection solaire](#) ;
- Fiche 13 - [Planifier et permettre la surventilation nocturne](#) ;
- Fiche 2 - [Climatisation : intégration et points de vigilance](#).

24 - INSTALLER DES RAFFRAÎCHISSEURS ADIABATIQUES SUR TOITURE
(Bâtiment pour l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux - Version 1 - Octobre 2024)

Exemples et liens utiles

Pour aller plus loin : ressources institutionnelles en libre ou des témoignages

Solutions associées

La liste des mesures présentées est non-exhaustive. Elle cible prioritairement les aléas jugés prioritaires pour le secteur et des leviers organisationnels (procédures, formation, gestion de crise) et techniques (bâti, équipements, aménagements extérieurs).

Guide Perifem sur l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux – Module 3

33

Précisions méthodologiques

Méthodologie appliquée concernant la pondération de certaines rubriques des fiches actions.

Analyse coûts-bénéfices

Concernant les bénéfices, le score se base sur une analyse à dire d'expert réalisée sur échelle non-absolue, allant de 0 à 3.

La pondération des bénéfices prend en compte l'efficacité de la mesure en évaluant les critères suivants :

- La stratégie de la mesure (les mesures transformationnelles étant jugées plus efficaces sur la réduction de vulnérabilité que les solutions préventives et curatives, au même titre que les mesures préventives sont considérées plus efficaces que les curatives).
- L'apport de robustesse, de redondance ou de réduction de la dépendance de l'activité, à sur l'enjeu (dans le cas d'une solution organisationnelle ou fondée sur la nature) ou le lot du bâtiment (dans le cas d'une solution technique) ciblé par la mesure.

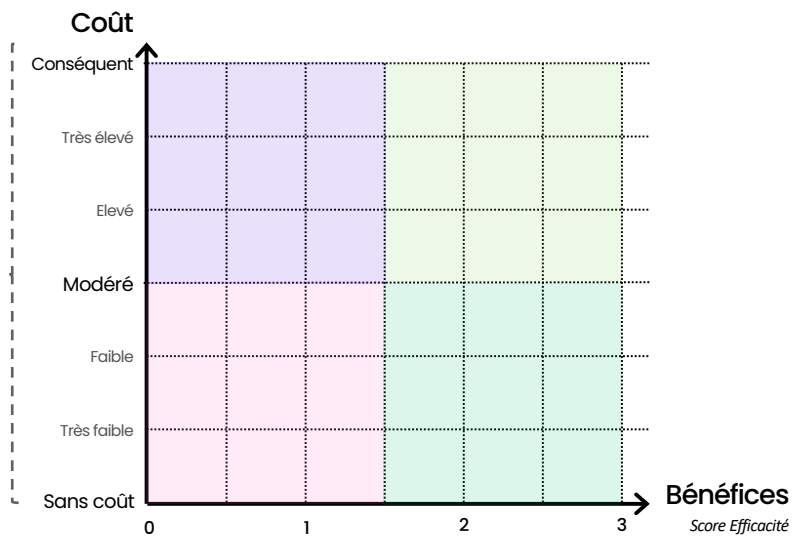
Le score « Bénéfices » attribué à chaque mesure est expliqué dans la fiche action.

Concernant le coût, le score se base sur une échelle non-absolue, allant de la mesure « sans-coût » à la mesure à « coût conséquent » avec accroissement exponentiel.

Le coût évalué comprend le total CAPEX + OPEX pour 10 ans d'exploitation.

Les échelles de grandeur considérées sont les suivantes :

- Un coût très faible correspond à 10k€ ;
- Un coût faible correspond à 50k€ ;
- Un coût modéré correspond à 100k€ ;
- Un coût élevé correspond à 200k€ ;
- Un coût très élevé correspond à 500k€ ;
- Un coût conséquent correspond à 1M€.



Rapidité d'effet

Quantifie l'horizon de survenue de l'effet de la mesure à la suite de sa mise en place, sur la réduction de vulnérabilité, la robustesse, la redondance ou la réduction de la dépendance.

Concernant les échelles de grandeur, il a été considéré les rapidités suivantes :

- Immédiate : Effet appréciable dès la mise en œuvre
- Court-terme : Effet appréciable dans un délai inférieur à 5ans après mise en œuvre ;
- Moyen-terme : Effet appréciable dans un délai compris entre 5ans et 10 ans après mise en œuvre ;
- Long-terme : Effet appréciable dans un délai compris entre 5ans et 10 ans après mise en œuvre.

Ce texte peut être accompagné d'un détail de temps de déploiement de la mesure (comme par exemple sur la fiche action »batardeaux », qui doivent être disponibles sur site puis déployés en réaction à une alerte).

Précisions méthodologiques



Estimations budgétaires

Les estimations de CAPEX et OPEX fournies dans ce module reposent en priorité sur :

- Les retours d'expérience de travaux accompagnés, des bases de chiffrage de maîtrise d'œuvre et de la connaissance du marché de Bureau Veritas Solutions au regard de son expertise technique en transition climatique et résilience des infrastructures et bâtiments ;
- Le cas échéant, de données partagées par les adhérents et partenaires Perifem au cours d'entretiens avec Bureau Veritas Solutions ;
- Le cas échéant, des sources de littérature grise en libre disposition (institutionnelles, scientifiques, etc.) ;
- Le cas échéant, d'apporteurs de solutions par le biais de consultation de documentation en libre accès, ou privée par le biais d'échanges.

Néanmoins, l'attention des lecteurs est attirée sur les points suivants :

CAPEX

Les estimations d'investissement nécessaire à l'intégration de mesures techniques et organisationnelles peuvent varier selon divers facteurs indépendants, propres à chaque contexte :

- La taille, l'usage, les spécificités du site ;
- Les matériaux, les caractéristiques techniques, les catégories d'équipements du site ;
- Les éléments inclus au chiffrage (fourniture, étude, coût de main d'œuvre, etc.).

Aussi, Bureau Veritas Solutions a intégré à ses hypothèses la nature des bâtiments, et des principes constructifs liés aux [« Typologies d'actifs immobiliers étudiés »](#), ainsi que de l'usage des bâtiments et de leur vécu.

Les fourchettes de prix se basent sur les postes de coûts et unités définies dans chaque fiche action.

Il conviendra de confronter ces prix à la réalité du contexte de votre actif, au regard de ses propres caractéristiques, au moyen d'une étude de faisabilité et d'un diagnostic initial de chaque bâtiment, mené par un expert en bâtiment, un bureau d'études techniques ou un maître d'œuvre. L'indication des prix s'entend pour une base moyenne en France Métropolitaine et ne tient pas compte des effets de régionalisation.

» Il s'agit donc d'une approche absolue et non particulière.

OPEX

Les estimations de coûts opérationnels sont variables selon :

- La taille, l'usage, les spécificités du site ;
- Le type de solution retenue, les caractéristiques d'entretien, de maintenance et les fournitures/consommables ;
- Les missions de maintenance et/entretien réalisables directement par l'enseigne.

Les fourchettes de prix se basent sur l'addition des postes de coûts définis dans chaque fiche action.

Il conviendra de confronter ces prix à la réalité du contexte de votre enseigne, ce qui peut faire l'objet d'un accompagnement par une maîtrise d'œuvre ou bureau d'étude.

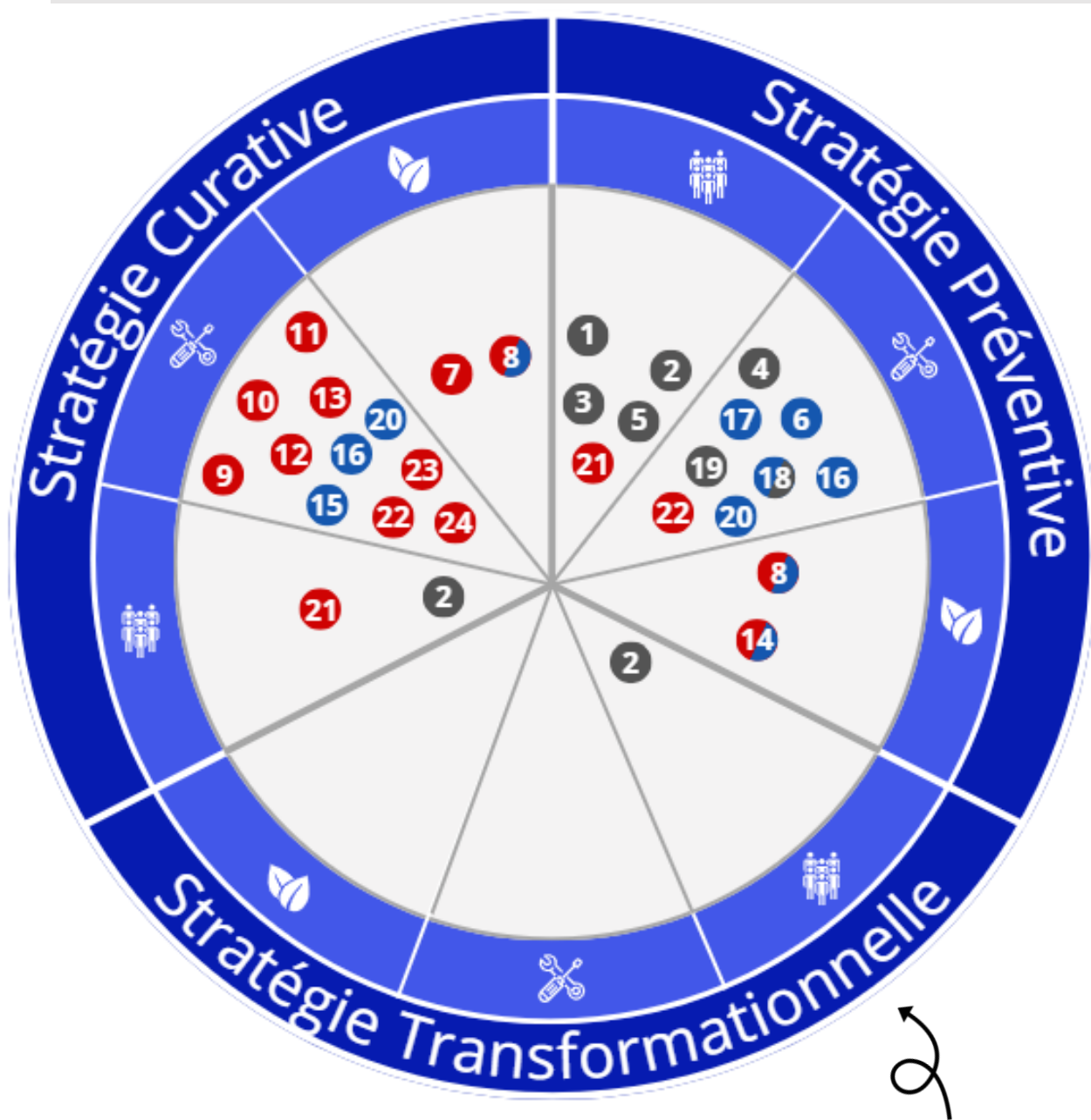
Néanmoins, pour plusieurs solutions les postes en OPEX n'ont pas été chiffrés, et seulement listés. Cela est dû à :

- Une diversité de solutions techniques proposées pour une même fiche action ;
- Une trop forte variabilité des fourchettes de prix selon les postes ;
- Une indisponibilité de la donnée.



Chapitre 4

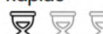
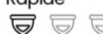
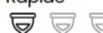
Accédez à la boîte à outils



Cliquez sur un numéro de fiche ou sur une rubrique !

Tableau de synthèse des fiches actions

1/3

N°	Titre de la mesure	Aléas ciblés	Nature	Stratégie	Objectifs	Réalisation	
1	Bonnes pratiques à destination des services achats non-marchands	 +			Eviter et/ou solutionner les ruptures d'approvisionnement pour assurer la continuité d'activité du site en cas d'aléa majeur	Rapide 	KPI 1 % Taux de fournisseurs critiques disposant d'un RCA documenté Cible : > 80% KPI 2 Nombre/An De tests de substitution réalisés Cible : > 1 test/fournisseur critique
2	Préconisations générales sur l'évaluation des risques	 +			Identifier les risques climatiques majeurs pour la sécurité des personnes et des éléments de valeurs (stocks, bâtiments, équipements), et la continuité d'activité ; Bâti une base solide pour construire une feuille de route d'adaptation et prioriser les actions.	Rapide 	KPI 1 Temps Délai moyen entre diagnostic et mise en œuvre de la première action Cible : < 6 mois KPI 2 % Taux de couverture des risques majeurs par au moins une mesure d'adaptation Cible : 100%
3	Principes de gestion de crise	 +			Construire une organisation capable de se préparer et se protéger face à l'aléa pour garantir la sécurité des personnes et des éléments de valeurs (stocks, bâtiments, équipements), et la continuité d'activité.	Rapide 	KPI 1 Nombre De salariés formés aux protocoles de gestion de crise KPI 2 Temps De déploiement d'un plan d'urgence en cas d'aléa Cible : Pour une crise, viser un temps < 10min KPI 3 Nombre Exercice de simulation/an Cible : 1/an minimum KPI 4 % Taux de mise à jour des plans après événement Cible : 100% des plans mis à jour < 1 mois après événement
4	Créer une redondance dans les réseaux (télécoms, électricité, internet)	 +			Préserver la continuité d'activité en cas de rupture d'un de ces réseaux à l'échelle locale. (Exemple : rupture de service du réseau de téléphonie mobile.	Moyenne 	KPI 1 Temps Délai de reprise d'activité/ locaux et reprise des réseaux Cible : < 15 min après détection de panne KPI 2 Nombre/An Fréquence des tests de basculement (réseaux électriques et télécoms) Cible : 2 tests/an minimum
5	Mettre en place une alerte météorologique	 +			Organiser la vigilance de l'enseigne et maximiser le temps de déploiement des plans d'urgence en cas d'aléa.	Rapide 	KPI 1 Taux De couverture des sites d'une enseigne à l'échelle nationale par un dispositif d'alerte hyperlocal KPI 2 O/N Intégration des niveaux d'alerte dans les plans de gestion de crise de l'enseigne ou du site KPI 3 Temps Délai moyen entre alerte et déclenchement du plan d'urgence Cible : Délai < 30min
6	Mettre en place des détecteurs de présence d'eau				Détecter l'arrivée d'eau au plus tôt ; Maximiser le temps disponible au déploiement des plans d'urgence ; Compléter la vigilance territoriale liée aux crues et aux pluies par une vigilance locale ciblée ; Réduire les délais de retour à la normale ainsi que le coût des dommages.	Rapide 	KPI 1 Temps Entre détection eau et notification équipes Cible : Viser un temps < 2 minutes KPI 2 Nombre/An Déclenchements erronés Cible : Viser < 1 par trimestre KPI 3 Nombre/An d'opérations de maintenance préventive + mises à jour des seuils

Légende :

Nature de la solution :

 Organisationnelle

 Technique

 Solution fondée sur la nature

Stratégie de la solution :

 Curative

 Préventive

 Transformationnelle

Tableau de synthèse des fiches actions

2/3

7	Installer un mur végétalisé en déporté sur structure indépendante				Éviter les échanges thermiques entre intérieur et extérieur ; Réduire l'inconfort thermique pour les usagers et les impacts sur les stocks sensibles en intérieur du bâti	Moyenne 	KPI 1 °C Différence de °C température de surface des façades en été (après horizon 14-18h) Cible : Température façade végétalisée - Température façade témoin - 3°C minimum KPI 2 % Taux de couverture végétale objective par inspection visuelle trimestrielle Cible : 85% surface couverte en permanence (seul client) - 70%
8	Végétaliser les parkings et abords de voiries				Rafrâchir les extérieurs, infiltrer les eaux pluviales courantes à la parcelle ; Se mettre en conformité avec les textes réglementaires en vigueur.	Longue 	KPI 1 % Taux d'infiltration des eaux pluviales Cible : 80% du volume annuel précipité (sans rejet au réseau public) KPI 2 % Taux de survie végétale (comptage annuel) sur années 1 à 5 Cible : 80% sujets vivants, déclenchement régénération si < 85%
9	Améliorer la réflectance solaire des aménagements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment				Augmenter le pouvoir réfléchissant (albédo) des toitures pour limiter les échanges thermiques entre intérieur et extérieur ; Réduire l'inconfort thermique pour les usagers et les impacts sur les stocks sensibles en intérieur du bâti.	Moyenne 	KPI 1 °C Différence de température de surface en toiture Cible : ΔT 18°C (pour ensoleillement 2h-18h, T'ext > 32°C) KPI 2 % Taux de réflectivité effectif Cible : 50-80% valeur initiale Exemple : si initial = 62 → min = 66
10	Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture				Améliorer l'isolation des toitures pour décaler la restitution de chaleur emmagasinée, à des périodes d'inoccupation du bâtiment ; Réduire l'inconfort thermique pour les usagers tout en évitant le recours à la climatisation.	Moyenne 	KPI 1 °C Différence de température intérieure en été (avant/après travaux) Cible : ΔT > 3°C (pour T'ext > 32°C) KPI 2 Nombre / An Fréquence d'inspections annuelles (état d'entretien, fuites, absence de condensation interstitielle) Cible : minimum 2/an (post-hiver et post-été)
11	Installer des dispositifs de protection solaire				Réduire l'apport d'énergie solaire (lumière, chaleur) en intérieur en périodes chaudes ; Limiter l'inconfort thermique pour les usagers et les impacts sur les stocks sensibles en intérieur du bâti.	Moyenne 	KPI 1 °C Réduction température intérieure estivale (par rapport à la T° intérieure) Cible : Réduction + 2°C (ex. 32°C → 30°C) KPI 2 Nombre / An Fréquence des interventions de maintenance Cible : minimum 2/an (post-hiver et post-été)
12	Considérer le facteur solaire des menuiseries				Optimiser l'apport d'énergie solaire (lumière, chaleur) vers l'intérieur du bâtiment selon les saisons ; Réduire le transfert thermique vers l'intérieur du bâtiment en été, tout en bénéficiant de luminosité naturelle ; Optimiser les apports solaires en période hivernale.	Moyenne 	KPI 1 % Economies sur les consommations CVC liées au rafraîchissement estival et 0 mi-saison (analyse n vs année référence pré-travaux corrigée du degré-jours (DJ) pour comparabilité interannuelle) KPI 2 Nombre / An Fréquence d'inspections menuiseries (état d'entretien, jeu couvertures) Cible : minimum 2/an (post-hiver et post-été)
13	Planifier et permettre la sur ventilation nocturne				Rafrâchir le bâtiment de façon passive ; Planifier la pratique en dehors des périodes de forte fréquentation ou usage afin de limiter l'inconfort aéraulique pour les usagers.	Moyenne 	KPI 1 % Economies sur les consommations CVC liées au rafraîchissement estival et mi-saison (analyse n vs année référence pré-travaux corrigée du degré-jours (DJ) pour comparabilité interannuelle) KPI 2 Nombre / An Taux de disponibilité système Cible : Taux > 95% (distance 10 pour parties capteurs, maintenance préventive, conditions météo estimées au conditions pollution extrême)
14	Aménager les espaces verts en parcelle éponge ou jardin de pluie				Infiltrer les eaux pluviales à la parcelle pour des épisodes de précipitations exceptionnelles ; Réduire le risque d'inondation par ruissellement urbain ; Rafrâchir les extérieurs en créant un point d'eau.	Moyenne 	KPI 1 % Taux d'infiltration des eaux pluviales Cible : 80% du volume annuel précipité (sans rejet au réseau public) KPI 2 Nombre / An Fréquence annuelle d'inspections fonctionnelles Cible : 2 visites/an minimum + après chaque épisode pluie > 50 mm
15	Installer des batardeaux				Résister face à une inondation de courte durée ; Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.	Rapide 	KPI 1 % Taux d'ouvrages critiques équipés et opérationnels Cible : 100% des ouvertures du R+1 équipées KPI 2 Temps Temps de déploiement Cible : < 8min/ouverture

Légende :

Nature de la solution :



Organisationnelle



Technique



Solution fondée sur la nature

Stratégie de la solution :



Curative



Préventive



Transformationnelle

Tableau de synthèse des fiches actions

3/3

16	Colmater les entrées d'eau contre la survenue d'inondation directe ou indirecte				Résister face à une inondation ; Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.	Rapide 	KPI 1 % Taux de points critiques traités KPI 2 Minutes Temps de mise en œuvre des dispositifs d'abandon amovibles Ex: Viser <2minutes
17	Installer des clapets anti-retour pour contre l'inondation par saturation de réseaux				Empêcher l'eau de remonter par les canalisations et éviter les pollutions associées ; Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.	Rapide 	KPI 1 % Taux de réseaux critiques équipés et opérationnels Cible : 100% KPI 2 Nombre /période Fréquence de contrôle et/ou de maintenance des clapets existants Cible : 1 contrôle/trimestre + 1 contrôle après chaque sév.
18	Arrimer et fixer les équipements sensibles ou éléments de mobiliers extérieurs				Garantir la sécurité des usagers, des actifs mobiliers et immobiliers en empêchant le déplacement incontrôlé de charges dans l'espace.	Rapide 	KPI 1 % Taux de mobilier sécurisé (nombre d'équipements sensibles fixés / total d'équipements sensibles) Cible : > 95% et + sur les zones à fort enjeu humain KPI 2 Nombre /An Fréquence annuelle d'inspection fonctionnelle Cible : 2/an minimum (avant/après saison orageuse)
19	Assurer une protection mécanique contre la grêle				Préserver les équipements essentiels extérieurs des impacts de chutes de grêlons lors de tempêtes pour réduire les risques d'endommagement et de rupture d'activité associés ; Renforcer la résistance aux vents violents.	Rapide 	KPI 1 Nombre/An D'endommagements extérieurs sensibles endommagés/épisodes à cause de chutes de grêle Cible : Réduction observable sur 5-10 ans selon fréquence des épisodes KPI 2 Nombre /An Fréquence annuelle d'inspections préventives Cible : 2/an minimum + après chaque tempête et chute de grêle
20	Renforcer la résilience du réseau électrique face au risque inondation				Résister face à une inondation de courte durée ; Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.	Longue 	KPI 1 Temps Délai de retour à la normale (temps entre fin d'alerte jusqu'à remise en service totale) KPI 2 Nombre /An Fréquence annuelle de contrôles préventifs Cible : 2/an minimum (printemps/automne - avant saisons à risque)
21	Equiper les salariés d'EPI adaptés à l'inconfort d'été				Préserver la santé et la sécurité des collaborateurs exposés aux fortes chaleurs ; Limiter le ressenti d'inconfort thermique et maintenir les conditions de travail acceptables ; Réduire le risque d'incidents liés au stress thermique.	Moyenne 	KPI 1 Nombre /An Nombre d'incidents ou d'arrêt de travail liés à la chaleur Cible : 0/an KPI 2 % Taux de satisfaction des collaborateurs sur les mesures de gestion des fortes chaleurs Cible : >80% minimum
22	Recommandations pour équipements de production de froid (meubles)				Maintenir la température intérieure des meubles froids lors d'épisodes de fortes chaleurs pour préserver la chaîne du froid ; Se préserver des risques sanitaires, technologiques et énergétiques ; Éviter la perte de puissance frigorifique et les dérives de consommations ; Préserver l'état et la valeur des stocks, éviter le gaspillage alimentaire ; Préserver la continuité d'activité.	Moyenne 	KPI 1 Ratio saisonnier de performance du système froid KWh élec. / KWh froid utile KPI 2 % Taux d'opérations de maintenance préventive et curative, et de nettoyage réalisées par an KPI 3 Cartographie d'incidents (incidents en cours, lit et maintenances en face, approche coût complet dont curatif, nombre de jours d'incidents) KPI 4 O/N Conformité SA des contrats frigoristes
23	Climatisation : intégration et points de vigilance				Compléter les dispositifs de rafraîchissement passifs du bâtiment pour sortir des températures d'inconfort d'été lorsque c'est nécessaire ; Auto-limiter son utilisation pour éviter le report de vulnérabilités.	Moyenne 	KPI 1 SEER Performance énergétique saisonnière (SEER) Cible : SEER > 4,5 (systèmes centralisés performants) ou > 4,0 (géothermie/free-cooling) KPI 2 % Taux de fuite annuel des fluides frigorigènes Cible : <5% par an.
24	Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture (CVC)				Compléter les dispositifs de rafraîchissement passifs du bâtiment pour sortir des températures d'inconfort d'été lorsque c'est nécessaire ; Garantir une température d'intérieur confortable en période estivale.	Longue 	KPI 1 % Réduction température intérieure (ATPC) entre air entrant (extérieur) et air soufflé, mesure à débit nominal Cible : >1°C KPI 2 % Fréquence annuelle d'inspection des médias Cible : 2/an minimum (printemps/automne)

Légende :

Nature de la solution :



Organisationnelle



Technique



Solution fondée sur la nature

Stratégie de la solution :



Curative



Préventive



Transformationnelle

Sommaire

Fiche 1 – Bonnes pratiques à destination des services achats.....	41
Fiche 2 – Préconisations générales sur l'évaluation des risques.....	44
Fiche 3 – Principes de gestion de crise.....	47
Fiche 4 – Créer une redondance dans les réseaux (télécoms, électricité, internet).....	50
Fiche 5 – Mettre en place une alerte météorologique.....	53
Fiche 6 – Mettre en place des détecteurs de présence d'eau.....	56
Fiche 7 – Installer un mur végétalisé en déporté sur structure indépendante.....	59
Fiche 8 – Végétaliser les parkings et abords de voiries.....	62
<i>Avec RETEX de Décathlon.....</i>	<i>65</i>
Fiche 9 – Améliorer la réflectance solaire des aménagements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment (travaux d'amélioration du bâti).....	67
Fiche 10 – Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture.....	70
<i>Avec RETEX d'ÉlectroDépôt.....</i>	<i>73</i>
Fiche 11 – Installer des dispositifs de protection solaire.....	75
<i>Avec RETEX d'ÉlectroDépôt.....</i>	<i>78</i>
Fiche 12 – Considérer le facteur solaire des menuiseries et/ou le ratio de surface vitrée selon les orientations en rénovation.....	80
Fiche 13 – Planifier et permettre la sur ventilation nocturne.....	83
Fiche 14 – Aménager les espaces verts en parcelle éponge ou jardin de pluie.....	86
Fiche 15 – Installer des batardeaux ou dispositifs pour résister face à l'inondation.....	89
Fiche 16 – Colmater les entrées d'eau contre la survenue d'inondation directe et indirecte.....	92
Fiche 17 – Installer des clapets anti-retours pour contrer l'inondation par saturation de réseaux...	95
Fiche 18 – Arrimer et fixer les équipements sensibles ou éléments de mobiliers extérieurs susceptibles d'être emportés par les aléas inondations et tempêtes.....	98
Fiche 19 – Assurer une protection mécanique contre la grêle ciblée sur les équipements sensibles en toiture et façades	101
Fiche 20 – Renforcer la résilience du réseau électrique face au risque inondation.....	104
Fiche 21 – Equiper les salariés d'EPI adaptés à l'inconfort d'été.....	107
<i>Avec RETEX de Norauto.....</i>	<i>110</i>
Fiche 22 – Recommandations pour équipements de production de froid.....	112
Fiche 23 – Climatisation : intégration et points de vigilance.....	116
<i>Avec RETEX de Carrefour.....</i>	<i>119</i>
Fiche 24 – Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture (CVC).....	122
Focus – Feu de forêt <i>Avec RETEX d'Intermarché</i>	125

BONNES PRATIQUES À DESTINATION DES SERVICES ACHATS NON-MARCHANDS

SOLUTION ORGANISATIONNELLE



1

Objectifs

Eviter et/ou solutionner les ruptures d'approvisionnement pour assurer la continuité d'activité du site en cas d'aléa majeur

3 leviers d'action :

1. La **résilience** des approvisionnements ;
2. La **robustesse** des contrats-cadres ;
3. L'**intégration d'indicateurs** d'adaptation dans le pilotage fournisseurs.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Description

Une rupture d'approvisionnement lors d'une canicule ou d'une inondation peut paralyser un site commercial en quelques heures. Cette fiche guide les services achats pour sécuriser les flux critiques et garantir la continuité d'activité face aux aléas climatiques.

1. Dans un premier temps, il s'agit d'identifier les produits ou services critiques et leurs dépendances, ce qui peut être fait au moyen de réalisation de **chaînes d'impacts**.

Chaîne d'impacts : méthode permettant de cartographier les effets directs et indirects d'un aléa sur les activités d'un organisme. Exemple : Rupture de fournisseur principal → Arrêt de ligne de production → Perte de CA estimée à 15k€/jour.

Les normes en vigueur relatives à l'adaptation climatique (et sur ce point précis en particulier la norme ISO 14091 dans sa version 2021) décrivent notamment le processus de conception de ces chaînes grâce à l'usage d'indicateurs quantitatifs sinon qualitatifs.

→ Dans le cadre de la réalisation de chaînes d'impacts, seront ainsi priorisés des processus ou des approvisionnements sensibles dont la rupture occasionnera par exemple une rupture d'activité immédiate, par rapport à d'autres processus ou approvisionnements qui n'impacteront pas la continuité d'activité.

→ La réflexion peut aussi se faire sur une approche combinant continuité d'activité et volume de chiffres d'affaires associé.

2. Dans un second temps, il revient à la direction des achats de chercher à **sécuriser les flux à risques** par une stratégie s'appuyant sur des actions de :

- multi-sourcing ET/OU montage de contrats de substitution (à déclencher en cas d'alerte interne) ;

→ Le multi-sourcing est particulièrement adapté si tout ces éléments sont avérés :

- le produit/service est essentiel à la continuité d'activité ;
- le délai de substitution du fournisseur alternatif est rapidement activable (exemple : activation sous 48h : valide, 1 semaine : non valide) ;
- le coût de rupture est élevé en k€/jour de perte d'exploitation (exemple de seuil : 2k€/jour - dépend du site).

- prise de connaissance auprès des parties prenantes (fournisseurs, prestataires, transporteurs de produits, services, réseaux, télécoms, internet, etc.) de leur connaissance de leur exposition et vulnérabilité aux aléas climatiques, et potentiellement, des actions de réduction de la vulnérabilité mises en œuvre ; le cas échéant, leur connaissance des risques.

- contrôle auprès des parties prenantes de l'existence et de la mise en place des plans de continuité d'activité (PCA) en s'appuyant sur la visibilité amont et une relation structurée et durable.

- contrôle de la visibilité sur la *supply chain* amont, notamment au-delà du rang 1 ;
- collaboration et de partage d'informations dans la durée avec les parties prenantes.

3. En parallèle des actions ciblant la chaîne de valeur de l'entreprise. Les achats doivent également agir sur le site pour réduire sa vulnérabilité :

- Mettre en place les **contrats-cadres nécessaires** à l'efficacité des mesures mises en œuvre par leur propre entreprise, en intégrant des clauses opérationnelles (obligations de maintenance/entretien, capacité de substitution, retours d'expérience des prestataires) ;
- Planifier des investissements d'adaptation continus, non seulement des réactions ponctuelles aux aléas.
- Analyser les devis suivant la performance des prestataires en matière de résilience par l'intégration d'une note "adaptation" (exemple de critère analysé : capacité d'intervention, disponibilité, performance résilience).

4. Enfin, les achats doivent piloter la performance de la résilience de la chaîne de valeur via des **indicateurs** qui mesurent :

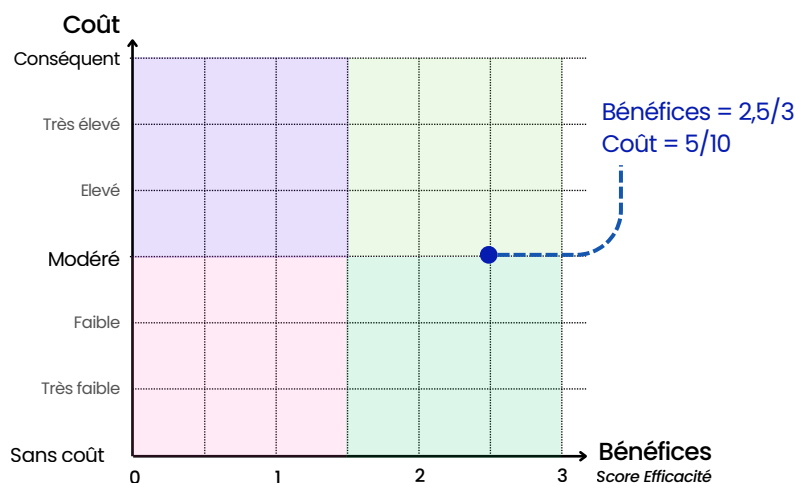
- La capacité de bascule d'un prestataire à un autre (cf. Fiche 3 - Principes de gestion de crise) ;
- La couverture des approvisionnements critiques,
- La résilience des fournisseurs stratégiques.

Concernant ses propres achats, l'entreprise doit aussi veiller à intégrer les conséquences du changement climatique sur la santé et la sécurité de ses prestataires (exemple : programmer sa réfection de toiture en dehors des périodes de fortes chaleurs).

Analyse coût-bénéfices

Pour une stratégie respectant l'ensemble de ces préceptes, on évalue l'efficacité à **2,5/3** en particulier pour les sites à enjeu de continuité d'activité importants (type centres commerciaux, hypermarchés, sites logistiques).

L'efficacité maximale (3/3) nécessiterait une visibilité sur la supply chain au-delà du rang 2, ce qui est rarement atteint en pratique.



Rapidité d'effet

1

Court-terme



Efficacité à court-terme (< 5 ans).

Amélioration continue

Durée de réalisation

Rapide



Compter 2 à 4 mois (sans option d'outil de gestion numérique).

Co-bénéfices

Sans objet (solution organisationnelle).

Points de vigilance

Pré-requis

L'enseigne doit d'abord disposer :

- D'une cartographie des flux, identifiant les flux critiques (produits, prestations, services supports) ;
- D'une hiérarchisation des risques au regard de la hiérarchisation des postes de chiffre d'affaires ;
- D'une connaissance minimale de la supply-chain amont (rangs 1 et 2) ;
- D'une gouvernance achats/supply partagée, car la résilience se construit autant par les contrats que par l'exécution (prévisions, stocks tampons, itinéraires alternatifs, solutions de délestage) et par la capacité à partager des données fiables avec l'écosystème de parties prenantes.

Risques de limites techniques

- Sous-diversification : réduire le nombre de fournisseurs pour optimiser les coûts peut fragiliser la résilience. Trouver un équilibre entre coût et sécurisation ;
- Déploiement trop rapide de l'outil de gestion numérique : pour éviter cela, commencer par un pilote sur 2-3 sites représentatifs avec un outil SRM existant enrichi de KPI climat, avant déploiement groupe. Privilégier l'intégration progressive plutôt qu'une solution nouvelle complexe.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Cartographier les approvisionnements critiques et repérer les points de rupture potentiels ;
- ☐ Identifier les aléas auxquels sont soumis les fournisseurs comme critiques ;
- ☐ Définir une stratégie de sécurisation par famille d'approvisionnements ;
- ☐ Exiger des fournisseurs à fort impact un PCA documenté, couvrant scénarios, délais, capacités et ressources, à lier aux contrats ;
- ☐ Formaliser les substituts et préciser les conditions d'activation (seuils, délais, décision) ;
Exemple : alerte météo orange + indisponibilité fournisseur principal confirmée OU délai d'intervention >48h.
- ☐ Intégrer aux revues fournisseurs un audit résilience (capacité, dépendances amont, risques climatiques, rangs) ;
- ☐ Dans les contrats, rendre obligatoire la maintenance des mesures d'adaptation (fréquences, preuves, pénalités) pour garantir leur efficacité dans la durée ;
- ☐ Définir des clauses de disponibilité en cas de crise pour les prestataires critiques ;
- ☐ Mettre en place une traçabilité robuste (carnet de maintenance) et une revue annuelle des opérations d'entretien et de maintenance ;
- ☐ Réaliser des tests de l'activation de contrats de substitution ;
- ☐ En complément, mettre à jour 1 fois/an les contrats de substitution (et vérifier la cohérence avec les plans d'urgence) ;
- ☐ Option : mise en oeuvre d'un outil numérique de gestion de fournisseurs, intégrant des KPI résilience, à l'échelle du site opérationnel ou du siège.
Exemple :
 - Plateforme SRM (Supplier Relationship Management) avec
 - Module Climat pour un hypermarché complexe
 - Module PowerBI avec des indicateurs intégrés pour un site de proximité.

Estimations budgétaires

CAPEX :



Entre 5 et 20k€/site/an

Sans outil de gestion.

Entre 20 et 60k€/site/an

Avec outil numérique de pilotage fournisseurs.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

- Revue de résilience régulière des parties prenantes ;
- Audits de PCA sur les fournisseurs critiques et suivi des plans d'action ;
- Contrôle d'exécution des contrats de maintenance/entretien liés aux solutions d'adaptation ;
- Tests annuels de substitution et mise à jour des documents.

1

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux de fournisseurs critiques disposant d'un PCA documenté
Cible : > 80%

KPI 2

Nombre/
An

De tests de substitution réalisés
Cible : ≥ 1 test/an/fournisseur critique

Exemples et liens utiles

- Livre Blanc – Résilience de la Supply Chain, [France Supply Chain](#), 2025 ;
- Norme ISO 14091:2021 – “ Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques”, [ISO](#).

Solutions liées

- [Fiche 2 – Evaluation des risques \(cartographie des flux critiques\)](#) ;
- [Fiche 3 – Principes de gestion de crise \(plans d'urgence et PCA\)](#) ;
- [Fiche 5 – Mettre en place une alerte météorologique \(déclenchement des contrats de substitution\)](#).

PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES SUR L'ÉVALUATION DES RISQUES

SOLUTION ORGANISATIONNELLE



2

Objectifs

1. **Identifier les risques climatiques majeurs** pour :
 - o La sécurité des personnes ;
 - o La sécurité des éléments de valeurs (stocks, bâtiments, équipements) ;
 - o La continuité d'activité.
2. **Bâtir une base solide pour construire une feuille de route** d'adaptation et prioriser les actions.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive ; Curative ; Transformationnelle

Description

Cette fiche action vise à souligner les bonnes pratiques pour l'évaluation des risques d'un site. Les enjeux de ce type d'étude sont détaillés dans le volet 2 du Guide "Adaptation au Changement Climatique des Espaces Commerciaux" de PERIFEM.

La démarche globale du diagnostic doit au préalable être cadrée par la vision stratégique de la gouvernance :

- Traduction en intentions stratégiques permettant de cibler la précision attendue de l'étude ;
→ Une démarche macro peut suffire en première approche. Une visite de site, peut également être nécessaire pour préciser l'exposition dès lors que l'on envisage des investissements travaux.
- Définition du périmètre d'évaluation des risques (nombre et nature d'actifs, localisation) ;
- Analyse des dommages déjà subis et correction des vulnérabilités identifiées ;
- Allocation de moyens (temps/prestataires internes ou externes).

Les normes en vigueur relatives à l'adaptation climatique (type ISO 14091) structurent l'approche suivante :

1. **Une étude d'exposition** des actifs à tous les aléas présents et futurs (inondations, sécheresses, tempêtes, canicules...) :
 - Identification d'indicateurs clés pour évaluer l'évolution des aléas dans le temps,
 - Intégration de projections par rapport à une période de référence, de l'historique des aléas et des impacts (pour le site, et sa chaîne de valeur),
 - intégration de l'historique des aléas et sinistres dans la définition de stratégie :
→ L'exposition se construit avec des modèles prédictifs mais aussi en regardant comment les actifs se comportent face aux événements.
2. **Une analyse de vulnérabilité** du périmètre de l'étude et de ses actifs principaux (bâti, équipements, processus, personnel, etc.), sans et avec les mesures déjà en place et de leur efficacité. L'évaluation doit aussi intégrer :
 - L'étude des plans de gestion des risques existants (locaux et propres à l'entreprise et son site) ;
 - Les infrastructures et réseaux critiques (énergie, gaz, eau, transports, etc.) de l'environnement immédiat. Il est nécessaire d'investir simultanément sur la résilience de l'actif ET sur celle des infrastructures proches pour assurer une continuité d'activité sur un site physique ;
 - L'écosystème territorial (collectivités, réseaux, bailleurs/locataires, accès) car les vulnérabilités dépassent souvent la parcelle.
3. **Une analyse de criticité des processus et dépendances de la chaîne de valeur** (énergie, gaz, eau, télécoms/internet, accès clientèle et logistiques, prestataires amont/aval/support, approvisionnements) est tout aussi importante que l'évaluation des risques bâtimentaires. La cartographie des risques de sa chaîne de valeurs est incontournable pour traduire les risques en impacts opérationnels et financiers (continuité d'activité, dommages aux biens et personnes, etc.). (cf. [Fiche 1 - Bonnes pratiques à destination des services achat](#)).
4. **Une hiérarchisation des risques** afin de concentrer les efforts sur les enjeux prioritaires. A noter que la hiérarchisation gagne en robustesse si l'on distingue risque "brut" et risque "net".
[Risque brut](#) : risque avant prise en compte des mesures existantes.
[Risque net](#) : risque résiduel après incrémentation de l'efficacité sur la réduction des risques par les mesures déjà en place.

Il est recommandé de s'assurer :

- du cadrage du périmètre de l'évaluation (échelle, horizons, processus intégrés ou exclus),
- de la pluralité des sources analysées (documentation sur l'état du site, documentation institutionnelle, littérature grise, visite terrain, entretiens métiers) et de leur documentation.
- de la réalisation d'une visite terrain et d'entretiens : ils sont indispensables car permettent d'ajuster les conclusions à la réalité du terrain.

- De même, l'évaluation doit être menée pour plusieurs horizons temporels, pour permettre la robustesse de la stratégie d'adaptation à long-terme.

→ L'horizon de temps dépend de la finalité derrière l'évaluation des risques, de la durée de vie de l'actif et de la durée de vie des solutions techniques adoptées. Il faut notamment retenir des choix de solutions techniques cohérents par rapport à la durée de vie de l'actif. A l'inverse, ne pas investir sur un actif (ou avoir une vision sur un horizon de temps trop lointain) si un déménagement est prévu, par exemple si l'objectif derrière l'évaluation des risques est de constituer une stratégie d'adaptation, on prendra en compte le scénario le plus critique.

Enfin, l'expertise bâtiminaire et terrain est nécessaire dès lors que l'on souhaite initier une faisabilité technique de travaux et passer à l'action. Le profil technique de l'expert bâtiment devra être fixé face à la nature de l'aléa : ingénieur thermique pour des préconisations relatives au confort d'été, ingénieur structure pour des préconisations face au RGA, etc...

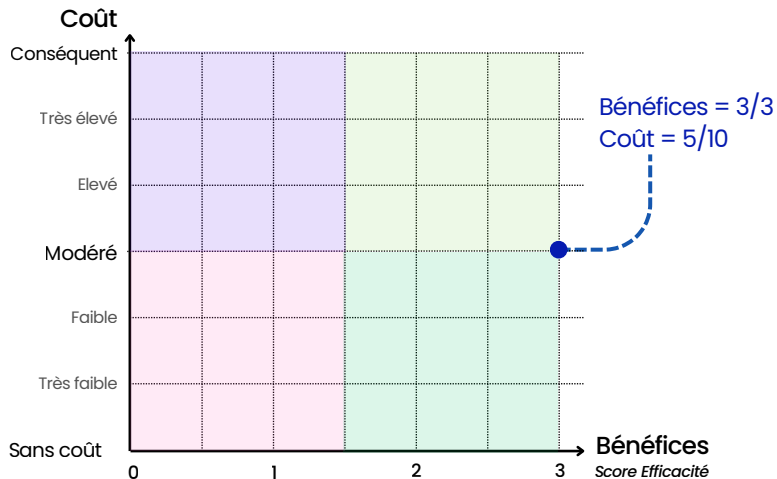
→ Par exemple, il est recommandé de déclencher une étude hydraulique par un expert bâtiment, si le site a un historique d'inondation et/ou si le site est situé dans un sous-sol fortement sollicité.

Cette démarche globale permettra de corriger les vulnérabilités identifiées, voire d'identifier les sites nécessitant une réorganisation profonde, une relocalisation totale ou partielle.

Analyse coût-bénéfices

Cette mesure n'est efficace que si une stratégie d'adaptation est définie et déployée en conséquence.

L'efficacité d'une stratégie basée sur un diagnostic respectant les recommandations mentionnées dans cette fiche, est évaluée à **3/3**.



Rapidité d'effet

Court-terme



Efficacité visible dès mise en oeuvre d'une stratégie ; durable avec de l'amélioration continue.

Durée de réalisation

Rapide



Entre 1 et 6 mois selon périmètre étudié

- Bâtiment : 1 mois ;
- Evaluation complète : 3 mois minimum.

Co-bénéfices

Sans objet (solution organisationnelle).

Retour sur investissement

- Les diagnostics de terrain (exposition/vulnérabilité) permettent d'identifier des risques non documentés dans les PPRN dans environ **30% des cas** selon les retours d'expérience d'organismes spécialisés (Sources : d'après RETEX Bureau Veritas Solutions, 2026 ; MRN, Répertoire des référentiels de résilience, 2024).
- Les mesures préventives qui en découlent (drainage, surélévation, protection localisée) représentent un investissement moyen de 10 000 à 50 000 € pour un site logistique, et **permettent d'éviter des dommages estimés entre 100 000 et 500 000 €** lors d'événements majeurs. (Source : d'après RETEX Bureau Veritas Solutions, 2026).
- Selon la Banque Mondiale, **investir dans des infrastructures résilientes génère 4 dollars de bénéfices pour chaque dollar investi**, grâce à la réduction des pertes économiques, des interruptions de services et à la protection des populations vulnérables (Source : Rapport "Adapt Now : A global call for leadership on climate resilience", Global Commission on Adaptation, 2019).

Estimations budgétaires

CAPEX :



6k€

Diagnostic de risque climatique orienté maturité et chaîne de valeur.

Entre 5 et 8k€

Diagnostic de risque climatique orienté ingénierie de vulnérabilité bâtiminaire (selon le nombre d'aléas), avec visite de site.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

A l'échelle d'un site :

- Actualisation des données, hypothèses, état des lieux et des entretiens, mise à jour des risques, priorités, mesures adoptées depuis le premier rapport.

Points de vigilance

Pré-requis

L'entreprise doit préparer un minimum d'informations d'entrée :

- un inventaire (pôles, processus, équipements, contrats avec les prestataires clés, retours d'expérience d'événements passés) ;
- objectifs de l'étude ;
- documentation relative au site (état du bâtiment, plan de gestion des risques) ;

En parallèle, il est recommandé d'avoir mis en place une gouvernance de validation : un représentant (direction site/immobilier/sûreté), un référent technique (maintenance) et un référent métier (exploitation), afin de pouvoir arbitrer la criticité, valider la réalité opérationnelle des constats et faciliter la transformation en feuille de route.

Risques de limites techniques

Les points de vigilance portent surtout sur les risques de maladaptation climatique :

- Sous-dimensionnement des risques lié à l'intégration d'horizons futurs, à une analyse documentaire pauvre en sources ;
- Non-intégration des incertitudes et hypothèses ;
- Non-intégration des impacts en cascade (déterminants pour un site retail/logistique) ;
- Ignorance de la vulnérabilité du bâti : les méthodologies se concentrent trop souvent uniquement sur l'exposition et ignorent la vulnérabilité, ce qui biaise la détermination du risque. Exemple : deux sites voisins soumis à la même vague de chaleur peuvent avoir une vulnérabilité différente selon leur caractéristiques : leurs impacts seront donc différents.
- Omission de l'évaluation de la chaîne de valeur (fournisseurs, transport, accès, prestataires) : risque d'inadaptation ou maladaptation en aval.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

2

- ☐ Définir un périmètre clair (échelle d'un/de site(s), de pôles d'activités, de l'enseigne, limites de l'analyse, etc.) et des horizons temporels (présent et futurs) ainsi que l'objectif derrière l'évaluation (sécurité, continuité, investissement) ;
- ☐ Définir le livrable souhaité (modèle simple : rapport d'étude complet ; modèle numérique, etc.) ;
- ☐ Cartographier les dépendances critiques du périmètre d'étude ;
- ☐ Exiger :
 - l'intégration d'aléas présentant des risques majeurs ;
 - la documentation des sources d'exposition, les limites de résolution, les incertitudes ;
 - l'analyse d'un socle documentaire sur l'état du site, constitué a minima de plans à jour, audits, études, rapports, inventaire équipements critiques, contrats prestataires clés ;
 - l'analyse des documents de gestion des risques locaux et des documents de gestion de crise du site,
 - l'intégration des effets dominos dans la synthèse des risques ;
 - une hiérarchisation claire croisant exposition et vulnérabilité (et, si possible, criticité métier), avec distinction des risques bruts et nets ;
 - une synthèse à destination des décideurs.
- ☐ S'assurer de la réalisation d'une visite de site par l'expert et programmer des entretiens avec les responsables de site ;
- ☐ Déclencher des études complémentaires si l'expert le préconise (confort d'été, hydraulique, structure, géotechnique) ;
- ☐ Prévoir un atelier de validation (technique + exploitation)
- ☐ Présenter les résultats aux salariés ;
- ☐ Transformer la hiérarchisation en priorités d'action ;
- ☐ Fixer une fréquence de mise à jour (annuelle si possible).

Indicateurs de suivi

KPI 1

Temps

Délai moyen entre diagnostic et mise en œuvre de la première action
Cible : < 6 mois

KPI 2

%

Taux de couverture des risques majeurs par au moins une mesure d'adaptation
Cible : 100%

Exemples et liens utiles

- Guide sur l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux, 2e module : Diagnostics, risques et enseignements de terrain, [Perifem](#) ;
- Guide méthodologie OCARA, [Carbone4](#) ;
- Guide méthodologique pour l'adaptation des bâtiments existants au changement climatique, [CEREMA](#) ;
- Parcours d'adaptation au changement climatique pour les entreprises, [ADEME](#), 2026.

Solutions associées

- [Fiche 1 - Bonnes pratiques à destination des services achat](#) ;
- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique](#).



SOLUTION ORGANISATIONNELLE

Objectifs

Construire une organisation capable de se préparer et se protéger face à l'aléa pour garantir :

- La sécurité des personnes ;
- La sécurité des éléments de valeurs (stocks, bâtiments, équipements) ;
- La continuité d'activité.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Description

Lors d'une inondation ou d'une canicule, chaque minute compte. Cette fiche guide la mise en place d'une organisation capable de réagir vite et efficacement pour protéger les personnes, les biens et la continuité d'activité.

Une stratégie efficace se structure autour de quatre phases :

1. Avant l'événement :

Phase d'anticipation, de planification et d'entraînement

2. Après déclenchement d'une alerte :

Phase de vigilance, organisation de la réponse opérationnelle.

3. Pendant l'événement :

Mise en sécurité des personnes et des biens, déploiement de la réponse opérationnelle

4. Après l'événement :

Constat, reprise en dégradé de l'activité, retour à la normale progressif, mise à jour régulière des plans.

Anticiper nécessite notamment de :

- Recenser les moyens susceptibles d'être utilisés en mode dégradé du site, pour sécuriser les personnes et soutenir les dispositifs de secours.
- Mettre en place des détecteurs d'alerte (météorologiques, hydrologiques, capteurs d'eau sur site, etc.) et fixer des seuils ou combinaisons de déclenchement. Exemple : Déclenchement lié à une combinaison : Alerte Vigicrues + Détection d'eau en sous-sol. Des solutions combinées d'alerte météorologique et d'anticipation stratégiques (plateformes, licence, etc.) peuvent s'avérer pertinentes pour réduire la latence entre déclenchement et réaction.
- Définir des objectifs de continuité d'activité par phase (sauvegarde/urgence/continuité ou reprise d'activité), et les hiérarchiser au regard des scénarios de risques existants, des objectifs cibles de continuité (ORSEC, activité d'intérêt public). Décliner ces objectifs en missions à tous niveaux de l'organigramme.

A savoir qu'en cas de crise, la direction du site doit jouer un rôle pivot en mobilisant les parties prenantes publiques et privées, en organisant la communication et en coordonnant l'action interne et intervention externe.

La démarche de gestion de crise consiste ensuite à doter le site d'une combinaison de plans successifs, conçus pour être utilisables en situation réelle :

- des **Plans d'Urgence** (PU) pour chaque aléa, souvent sous forme de fiches réflexes (mise en sécurité, arrêt sûr des systèmes dangereux, inventaire des éléments à protéger, annuaires et messages types)
- un **Plan de Gestion de Crise** (activation d'une cellule, règles de décision, communication et coordination)
- un **Plan de Continuité d'Activité** (PCA) pour tenir en mode dégradé,
- un **Plan de Reprise d'Activité** (PRA) pour revenir au nominal.

Il est nécessaire d'intégrer un processus de gestion de crise à son système de management santé-sécurité existant. Cela permet aussi d'aligner cette organisation interne avec le cadre institutionnel : Plan ORSEC, Plans Communaux de sauvegarde, etc.

[ORSEC](#) : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile (dispositif public de gestion de crise)

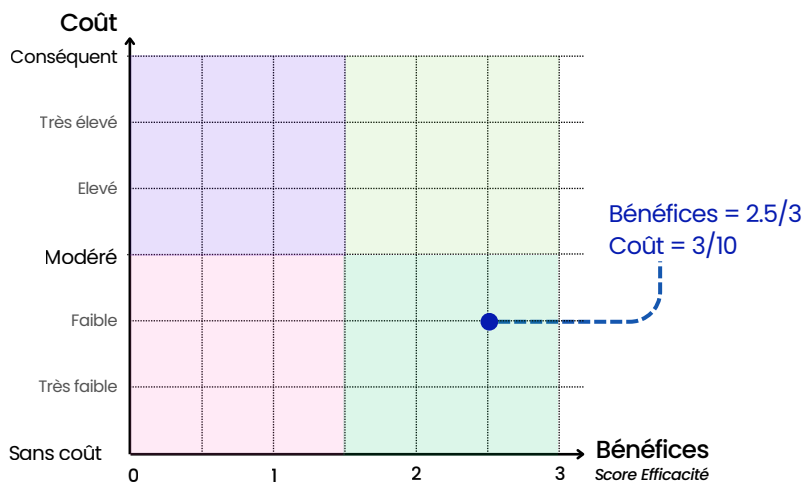
[PCS](#) : Plan Communal de Sauvegarde (plan local de protection des populations).

[DICRIM](#) : Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs.

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité d'une mesure organisationnelle est complexe à pondérer en raison de la variabilité de contextes des sites, enseignes, autres facteurs.

Néanmoins, pour une organisation respectant l'ensemble de ces préceptes on évalue l'efficacité à **2,5/3**.



Rapidité d'effet

3

Court-terme



Efficacité visible dès la formation des salariés ; durable avec de l'amélioration continue.

Durée de réalisation

Rapide



Selon le périmètre :

- Site : 2-4 mois ;
- Multi-sites : 6-10 mois.

Co-bénéfices

Sans objet (solution organisationnelle).

Points de vigilance

Pré-requis

L'entreprise doit avoir, en amont :

- Réalisé une analyse de criticité des processus constituant sa chaîne de valeur (activités essentielles, impacts d'arrêt, dépendances, et délais tolérables) ;
- Nommé une gouvernance de crise ;
- Identifié l'écosystème territorial de son site (mairie/EPCI, SDIS, forces de l'ordre) et connaître les plans de gestion de crise et plans de prévention existants (ORSEC, PCS, ; PPRN, DICRIM, etc.) ;
- Défini un protocole d'alerte et intégré une chaîne d'alerte (cf. Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique).

Risques de limites techniques

- Complexité opérationnelle des plans : production de documents complexes ou trop détaillés, difficilement appropriables par les équipes terrain, ou centrés sur un scénario trop précis.

Pour éviter cela, les conditions d'efficacité des plans de gestion de crise sont :

- La simplicité (KPI : Fiche réflexe <2 pages).
- L'appropriation par les équipes (KPI : 1 exercice/an) ;
- La mise à jour régulière des plans (KPI : 1 mise à jour/an) ;
- Les RETEX après chaque évènement.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Définir clairement le périmètre (sites, activités, scénarios) et fixer des objectifs séquencés chronologiquement par phase (avant / vigilance / pendant / après), avec des déclencheurs simples ;
- ☐ Définir des déclencheurs simples et objectifs ;
Exemple : alerte météo orange + Vigicrues orange OU Détection d'eau en sous-sol OU Température intérieure >30°C pendant 3h.
- ☐ Arbitrer les priorités de mise en sécurité des personnes, actifs critiques et réaliser une cartographie des dépendances logistiques critiques ;
- ☐ Construire la succession de plans dans l'ordre chronologique de leur opérabilité (PU ; Plan de gestion de crise ; PCA ; PRA) ;
- ☐ Co-construire ces plans avec l'ensemble de l'écosystème commercial (cf. Guide PERIFEM Volet 2), former salariés et locataires à leur mise en place ;
- ☐ Formaliser un RACI (décision, exécution, communication) et une cellule de crise avec suppléants, règles de déclenchement, d'escalade et de traçabilité des décisions ;
→ Cette matrice est plus efficace si elle est spécifique au type de crise (exemple : inondations) plutôt qu'unique à tous les aléas.
- ☐ Mettre à jour un annuaire opérationnel (interne ET externe intégrant prestataires, locataires, co-propriétaires, collectivités, SDIS, etc.) et garantir sa disponibilité hors ligne ;
- ☐ Définir les procédures d'arrêt sécurisé des actifs critiques ;
- ☐ Préparer des modes dégradés de certaines activités, des solutions de repli (transfert d'activité, contrats de bascule, sous-traitants, sites distants, procédures temporaires) et des critères/indicateurs de retour à la normale ;
- ☐ Pré-rédiger les messages-clés (personnel, clients, partenaires) et définir les canaux de communication en crise, y compris en cas de réseaux saturés ou indisponibles ;
- ☐ Vérifier l'alignement avec le cadre public ;
- ☐ Prévoir des visuels courts, centrés sur les dix premières minutes d'action et sur les priorités de sécurité et d'action ;
- ☐ Programmer au moins un exercice complet par plan d'urgence par an, plus un RETEX systématique après évènement, et mettre à jour les plans en conséquence.

CAPEX :



Entre 15 et 35k€

Structuration du dispositif, mise en place opérationnelle et montée en compétence initiale (formation + premier exercice)

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

A l'échelle d'un site :

- Maintien documentaire
- Entraînement
- Alerte et outillage

Estimé entre 5 et 12k€ par an.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Indicateurs de suivi

KPI 1

Nombre

De salariés formés aux protocoles de gestion de crise

KPI 2

Temps

De déploiement d'un plan d'urgence en cas d'aléa
Cible : Pour une crue, viser un temps <10min

KPI 3

Nombre

Exercice de simulation/an
Cible : 1/an minimum

KPI 4



Taux de mise à jour des plans après événement
Cible : 100% des plans mis à jour <1 mois après événement

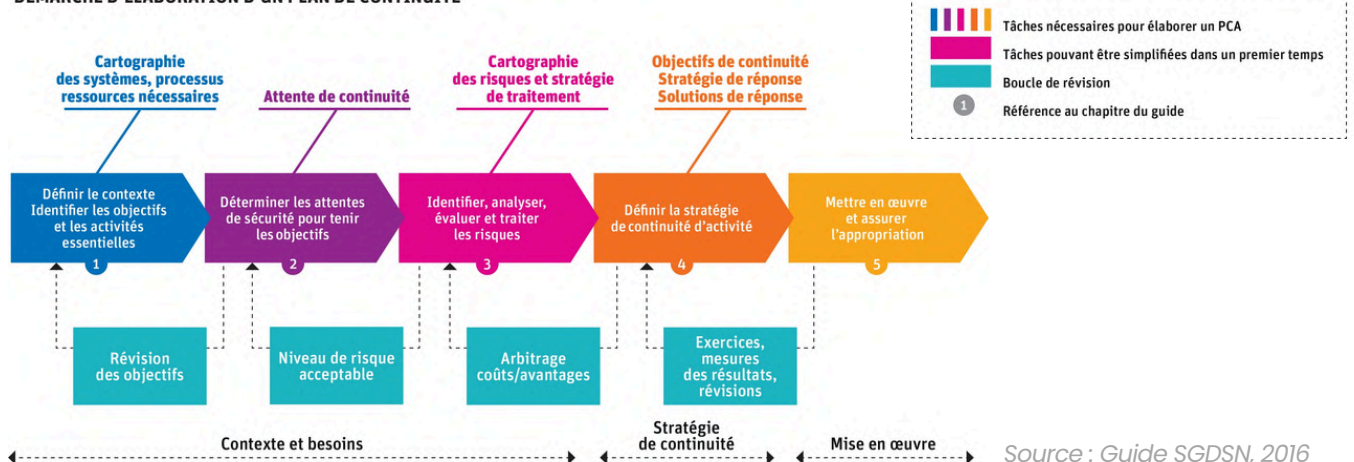
Exemples et liens utiles

- Guide sur la continuité d'activité, [Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale \(SGDSN\)](#) ;
- Entreprise - Guide conseils à suivre en cas d'inondation, [EpiSeine](#) ;
- Employeur - de la responsabilité à la mise en œuvre de la prévention, [INRS](#) ;
- Organigramme "L'écosystème commercial" et article "Communiquer avec les collectivités : un levier clé avant et pendant les crises, [Guide PERIFEM Volet 2](#).

Solutions associées

- [Fiches 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique](#) ;
- [Fiche 6 - Mettre en place des détecteurs de présence d'eau](#) ;

DÉMARCHE D'ÉLABORATION D'UN PLAN DE CONTINUITÉ



CRÉER UNE REDONDANCE DANS LES RÉSEAUX (TÉLÉCOMS, ÉLECTRICITÉ, INTERNET)

SOLUTION TECHNIQUE



4



Image générée par IA

Objectifs

- Préserver la continuité d'activité en cas de rupture d'un de ces réseaux à l'échelle locale.

Exemple : rupture de service du réseau de téléphonie mobile.

Description

Les interruptions d'électricité, de télécommunications ou d'internet accompagnent fréquemment les périodes de fortes chaleurs, inondations et tempêtes. Elles génèrent des pertes d'exploitation dont le coût horaire doit être quantifié pour dimensionner une stratégie de redondance adaptée. Cette fiche guide la mise en place d'architectures maillées permettant au site de maintenir ses activités critiques en mode dégradé, même en cas de rupture d'un tronçon, d'un équipement ou d'un fournisseur.

La première étape de la démarche consiste à analyser l'historique des incidents sur 3 ans (coupures électriques, ruptures de fibre, indisponibilités opérateur) et à évaluer leur impact sur les processus critiques liés à l'activité du site (Exemple : serveurs, caisses, systèmes logistiques, équipements de sûreté, etc.). Cette quantification permet de définir le budget justifiable et de comparer 3 scénarios de travaux de redondance :

- La création d'une redondance électrique limitée aux circuits prioritaires ;
- L'ajout d'un double opérateur télécom ;
- Le maillage complet des infrastructures (électricité + télécoms + internet).

Le retour sur investissement (ROI), calculé sur 10 ans et intégrant les coûts d'installation et de maintenance permettra de déterminer le scénario optimal au regard des enjeux économiques préalablement identifiés.

La mise en œuvre de ces scénarios repose sur quatre piliers complémentaires, auxquels seront associées les opérations suivantes :

- Électricité** : Installation d'alimentations doublées avec basculement automatique (temps de bascule cible : < 30 secondes), création de chemins de câbles physiquement séparés (distance minimale : ≥ 3 m pour éviter les défaillances communes), et mise en place d'un tableau de secours avec commutateur de transfert automatique. Les circuits alimentant les zones critiques (serveurs, caisses, éclairage de sécurité, pompes) seront systématiquement doublés ;
- Télécoms et internet** : Duplication des arrivées opérateurs (2 opérateurs distincts ou 2 chemins physiques d'un même opérateur), redondance des fibres optiques, configuration de switches et routeurs en haute disponibilité permettant le reroutage automatique du trafic. Dans les zones logistiques, des boucles radio ou 4G/5G de secours maintiendront les connexions critiques (scanners, WMS, terminaux mobiles) ;
- Séparation physique** : Les cheminements devront être posés dans des gaines ou tranchées distinctes, avec protection mécanique renforcée pour les zones exposées, afin d'éviter qu'un même aléa (inondation, incendie) ne détruise l'ensemble des infrastructures ;
- Locaux techniques** : Centralisation des équipements d'onduleurs, contrôle thermique et organisation permettant le maintien du service minimal.

Les installations devront respecter les normes en vigueur et faire l'objet de contrôles indépendants avant mise en service, incluant des tests de coupure volontaire pour valider les basculements réels.

La mise en œuvre se déroulera par phases prioritaires, en commençant par les circuits alimentant les zones critiques identifiées lors de l'audit initial. Les plans complets des architectures déployées seront fournis (schémas unifilaires, plans de câblage "tel que construit") et les équipes d'exploitation devront être formées aux procédures de maintien en conditions opérationnelles.

Enfin, le dimensionnement devra anticiper l'augmentation en fréquence et intensité des événements extrêmes liés au changement climatique, et susceptibles d'impacter les équipements (cf. Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques).

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Lot du bâtiment

Réseaux électriques

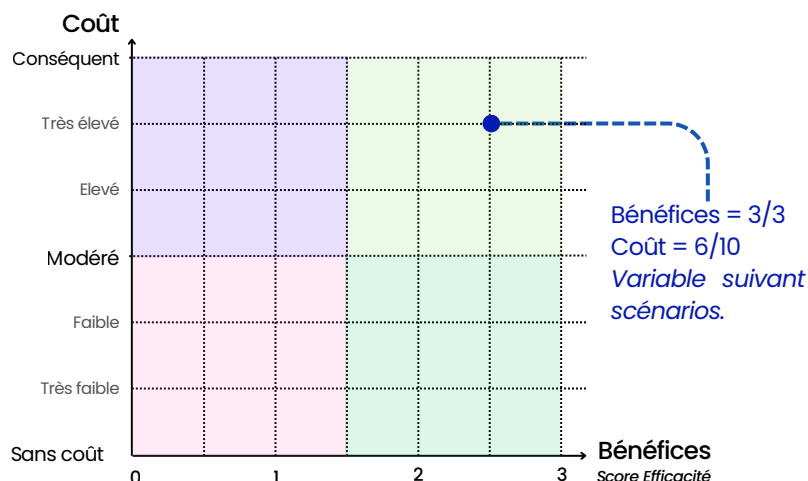
Étapes

Construction / Rénovation
Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **3/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement repose sur une quantification précise du coût horaire de perte d'exploitation/zone critique ;
- Les scénarios de redondance sont comparés selon leur ROI à 10 ans ;
- La séparation physique des chemins de câbles (≥ 3 m) est validée par un bureau de contrôle ;
- Les tests de basculement annuels (coupure volontaire) sont réalisés avec traçabilité des résultats.



Rapidité d'effet

4

Court-terme



Premiers effets observables sur les mois/années post-travaux.

Durée de réalisation

Moyenne



Durée totale : 5-10mois
• Conception : 2-4 mois (audit initial, dimensionnement, validation budgétaire) ;

- Travaux : 3-6mois selon surface et complexité du site.

Co-bénéfices

- Amélioration de la sécurité des données et de la continuité de service.

Estimations budgétaires

CAPEX :



80-150€HT/m²
pour un bâtiment tertiaire ;
150-800k€HT/site
pour un entrepôt logistique.
incluant :

- doublage de l'alimentation électrique et fourniture d'onduleurs ;
- doublage d'opérateur télécom + fourniture d'équipements réseau ;
- séparation des chemins de câbles avec études et contrôles associés.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

8-12k€/an/site

selon taille du site, comprenant :

- maintenance préventive ;
- tests de basculement semestriels et audits annuels ;
- pièces de rechanges, mises à jour logicielles.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Retour sur investissement

Par retour d'expérience, un site commercial ou logistique dont le coût horaire de perte d'exploitation atteint 50k€/h (exemple : entrepôt automatisé de 10 000 m²) justifie économiquement une redondance complète. **L'investissement initial est généralement amorti dès le premier incident évité.** (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026)

La mise en œuvre combinée de circuits électriques individualisés, de double opérateur télécom et de basculement automatique < 30 secondes permet de **diviser par 3 le délai de reprise d'activité après sinistre**, limitant ainsi les pertes d'exploitation cumulées. (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026)

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires avec activités critiques nécessitant une continuité de service (centres commerciaux, grandes surfaces, entrepôts logistiques, bâtiments de bureaux).

Pré-requis

L'entreprise doit disposer, en amont :

- D'une évaluation des risques comprenant une analyse de criticité des processus constituant sa chaîne de valeur (cf. [Fiche 2](#)) et une cartographie des dépendances critiques (alimentations électriques uniques, armoires non doublées, boucles télécom interrompues, dépendance à un opérateur unique) ;

D'autre part, si le site est exposé aux inondations, il est nécessaire d'associer cette stratégie à la solution développée en [Fiche 20 - Renforcer la résilience du réseau électrique face au risque inondation](#)).

- D'un schéma unifilaire et des plans de câblage à jour ;
- D'une validation de la capacité portante des structures pour les équipements de secours (groupes électrogènes, onduleurs centralisés).

Risques de limites techniques

- Séparation physique insuffisante : Des chemins de câbles trop proches (< 3 m) annulent la redondance en cas d'inondation ou d'incendie ;

Pour éviter cela, respecter les distances minimales réglementaires et privilégier des tranchées distinctes.

- Dimensionnement sous-évalué : Un audit initial incomplet conduit à mal allouer le budget (circuits prioritaires non identifiés, scénarios de dimensionnement inadaptés).

A ce titre, il est recommandé d'exiger une quantification précise du coût horaire de perte d'exploitation par zone critique au moment de l'audit initial.

- Basculement non testé : Une configuration théorique non validée en conditions réelles risque d'entraîner une défaillance lors d'une rupture de réseau. Imposer des tests de coupure volontaire annuels avec traçabilité des résultats permet de mitiger ce risque.
- Compatibilité équipements : La mise en œuvre de matériel de marques différentes (électrique/télécom) peut présenter des incompatibilités entre les protocoles de communication respectifs de ces derniers. Il est impératif de vérifier leur interopérabilité avant achat.
- Absence de documentation : Des schémas unifilaires et plans de câblage non mis à jour rendent la maintenance impossible, c'est pourquoi il est nécessaire d'exiger un dossier d'ouvrage exécuté (DOE) complet à la réception.

Indicateurs de suivi

KPI 1

Temps

Délai de reprise d'activité/
bascule et reprise des
réseaux
*Cible : < 15 min après
détection de panne*

KPI 2

Nombre /An

Fréquence des tests de
basculement (réseaux
électriques et télécoms)
Cible : 2 tests/an minimum

Exemples et liens utiles

- Guide d'application - "La résilience des réseaux face aux risques naturels", [Ministère de la transition écologique](#), 2025 ;
- Guide ORSEC "Mode d'action : rétablissement et approvisionnement d'urgence des réseaux [...]", [République Française](#) ;

Check-list pour une mise en œuvre réussie

4

- ☐ Quantifier les pertes d'exploitation historiques sur 3 ans et documenter le coût horaire moyen (€/h) par zone critique ; Concernant l'analyse de portefeuille d'actifs, prioriser les sites dont le coût horaire de perte d'exploitation dépasse 10k€/h ;
- ☐ Cartographier les circuits critiques au regard de l'activité du site (caisses, serveurs, chambres froides, équipements de sûreté) et annoter les puissances (kW) sur un plan ;
- ☐ Définir 3 les scénarios de dimensionnement (redondance électrique seule, ajout double opérateur télécom, maillage complet) et calculer le retour sur investissement sur 10 ans pour chaque scénario ;
- ☐ **Pour les scénarios 1 et 3 :**
 - Valider la séparation physique des chemins de câbles (≥ 3 m) par un bureau de contrôle et intégrer les plans dans le dossier de conception ;
- ☐ **Pour les scénarios 2 et 3 :**
 - Signer des contrats avec deux opérateurs télécoms distincts, en contractualisant un accord de niveau de service (SLA) avec intervention < 4 h ;
- ☐ Installer des alimentations électriques doublées et vérifier la conformité aux normes en vigueur ;
- ☐ Poser des chemins de câbles séparés avec étanchéité IP65 si zone inondable (cf. [Fiche 20 - Assurer la résilience du réseau électrique face aux inondations](#)) ;
- ☐ Déployer des fibres optiques redondantes (2 opérateurs minimum) en veillant à ce que les tracés soient distincts et proscrire les tranchées communes ;
- ☐ Configurer les équipements réseau (switches, routeurs) en haute disponibilité avec basculement automatique cible < 30 secondes ;
- ☐ Réaliser un test de coupure volontaire du circuit principal et valider le basculement sans interruption de service ;
- ☐ Réaliser un test de coupure volontaire de l'opérateur télécom 1 et valider le reroutage automatique vers l'opérateur 2 ;
- ☐ Obtenir l'attestation de conformité Consuel (électrique) ;
- ☐ Exiger la remise du dossier d'ouvrage exécuté (DOE) incluant schémas unifilaires et plans de câblage "tel que construit" ;
- ☐ Former 100 % des équipes d'exploitation aux procédures de maintien en conditions opérationnelles (émargement) ;
- ☐ Intégrer les procédures de basculement aux plans de gestion de crises (cf. [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#)) ;
- ☐ Signer le procès-verbal de réception avec levée de toutes les réserves.

Solutions associées

- [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 4 - Créer une redondance dans les réseaux \(électricité, télécoms, internet\)](#) ;
- [Fiche 20 - Renforcer la résilience du réseau électrique face au risque d'inondation](#).

METTRE EN PLACE UNE ALERTE MÉTÉOROLOGIQUE



5

SOLUTION ORGANISATIONNELLE

Objectifs

- Organiser la vigilance de l'enseigne ;
- Maximiser le temps de déploiement des plans d'urgence en cas d'aléa.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Description

Lors d'une crue ou d'une canicule, chaque heure de préparation compte. Cette fiche guide la mise en place d'une chaîne d'alerte pour transformer l'information météorologique en actions concrètes et gagner du temps avant l'événement.

Ainsi, mettre en place une alerte météorologique consiste à organiser une **chaîne de veille** météorologique et hydrologique, l'**interprétation** des indicateurs surveillés, et la **diffusion** des signaux.

Il faut notamment distinguer vigilance et alerte interne :

- La vigilance est une information officielle graduée par couleur qui signale un danger probable sur un territoire et rappelle les précautions à prendre.
- L'alerte interne est la décision de l'enseigne de déclencher ses protocoles selon la criticité du site, ses vulnérabilités et ses seuils, pour transformer l'information en actions.

Ce type de dispositif se met en place en trois étapes :

- La sélection des sources et des indicateurs actionnables** : niveau couleur, phénomène, fenêtre temporelle, zone concernée et tendance d'aggravation ou de stabilisation, à partir des bulletins ;
- La définition de seuils internes** ;
- L'automatisation d'une diffusion** multi-canaux avec accusés de réception et escalade.

Le dispositif peut être opéré en interne ou renforcé par une solution annexe lorsque l'enseigne a besoin d'une lecture hyperlocale, de seuils personnalisés et d'un appui décisionnel sur sites sensibles qui croisera données publiques et vulnérabilités des sites.

De nombreuses sources institutionnelles sont consultables en France :

- Les bulletins de vigilance météorologique nationaux sont actualisés selon les protocoles en vigueur (généralement 2 fois/jour minimum et plus souvent si nécessaire, avec une carte aujourd'hui et une carte demain. Vigilance Météo-France couvre plusieurs phénomènes dont pluie-inondation, orages, vent violent, canicule et vagues-submersion, et fournit des bulletins détaillés en cas d'alerte orange et en rouge.
- Pour les crues des principaux cours d'eau surveillés, Vigicrues complète l'information avec une carte de vigilance et des bulletins, produits à minima à 10h et 16h et renforcés en situation de crise. Pour les crues soudaines sur petits cours d'eau, Vigicrues Flash fournit un avertissement automatique dédié et complémentaire du dispositif Vigicrues classique.
- Pour les pluies intenses très localisées et le ruissellement, APIC avertit à l'échelle communale et envoie des messages automatiques aux abonnés avec une actualisation fréquente.

Des plateformes sous licence permettent de centraliser la gestion de ces alertes institutionnelles et de les croiser avec les vulnérabilités propres à chaque site.

À l'échelle européenne, MeteoAlarm agrège les avertissements et s'appuie sur des formats standardisés dont le protocole CAP, utile pour une diffusion homogène multi-pays.

CAP : Common Alerting Protocol (protocole standardisé d'échange d'alertes, utilisé à l'échelle européenne)

En complément, il est nécessaire d'avoir un téléphone satellitaire pour permettre la réception de signal en cas de coupure de réseau (cf. Fiche 4 - Créer une redondance dans les réseaux (électricité, télécoms, internet)).

Rapidité d'effet

Immédiate



Efficacité appréciable dès mise en place de la chaîne d'alerte.

Durée de réalisation

Très rapide

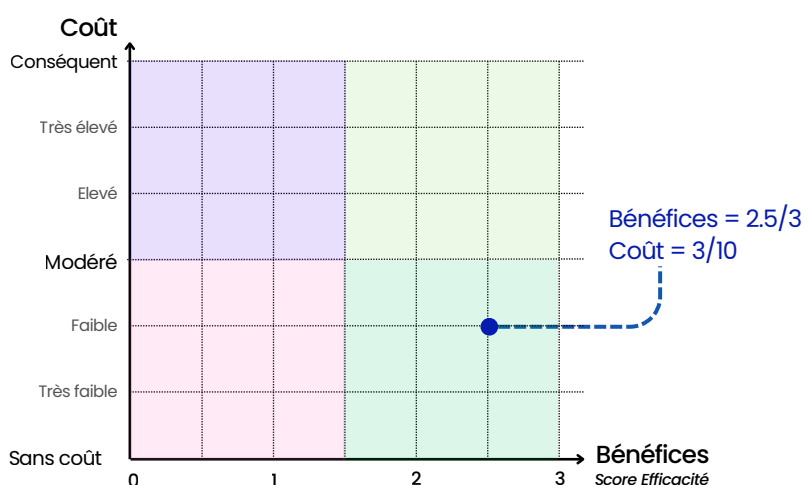


- Sources institutionnelles : <1 mois.
- Option numérique : entre 1 et 3 mois.

Co-bénéfices

Sans objet (solution organisationnelle).

L'efficacité d'une mesure organisationnelle est complexe à pondérer en raison de la variabilité de contextes des sites, enseignes, autres facteurs. Néanmoins, pour une organisation respectant l'ensemble de ces préceptes on évalue l'efficacité à **2,5/3**.



Retour sur investissement : Exemple du cas de l'inondation

- Par retour d'expérience, pour l'aléa inondation, les plateformes d'alerte hyperlocales permettent de **gagner 4 à 6 heures de préparation** par rapport aux bulletins Vigicrues classiques. Ce délai supplémentaire permet le déploiement des batardeaux, la mise en sécurité des personnes, et des locaux techniques, et l'évacuation des stocks sensibles et. (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026).
- Le **coût moyen d'un évènement inondation** pour une PME étant de 20k€ l'accès à une plateforme est ainsi rentabilisée très rapidement. (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Pré-requis

L'enseigne doit disposer au préalable :

- d'un rapport complet d'évaluation de ses risques climatiques (cf. Fiche 2 – Préconisations générales sur l'évaluation des risques) ;
- de procédures de gestion de crise associées et activables, afin que chaque niveau d'alerte interne déclenche des actions concrètes et proportionnées (cf. Fiche 3 – Principes de gestion de crise) ;
- d'une gouvernance et d'une répartition des rôles claires. Une matrice RACI doit exister et clarifier la responsabilité de mise en œuvre de :
 - la définition des seuils internes : direction de site, référent sureté, etc. ;
 - la veille et la diffusion des alertes: astreinte sécurité, astreinte climat, etc.

Cette matrice est plus efficace si elle est spécifique au type de crise (exemple : inondations) plutôt qu'unique à tous les aléas.

Risques de limites techniques

- Sous-déclenchement/sur-déclenchement des alertes : seuils non adaptés à la réalité du terrain, analyse mono-sourcée, automatisation sans contrôle humain, etc.

En résumé :

Un critère d'alerte est efficace si :

Les seuils de déclenchements sont

- ✓ Adaptés aux vulnérabilités du site ;
- ✓ Mis à jour par RETEX.

L'analyse des indicateurs est

- ✓ Multi-sourcée avec contrôle humain.

La diffusion est

- ✓ Multi-canal (SMS+mail+hors-ligne) ;
- ✓ Avec accusé de réception obligatoire et escalade.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Définir le périmètre opérationnel : sites couverts, aléas prioritaires, amplitude horaire, délai cible de mise en sécurité ;
- ☐ Définir les niveaux de vigilance et d'alerte interne ;
Exemple : Vert ; Jaune ; Orange ; Rouge.
- ☐ Formaliser la règle interne qui transforme la vigilance officielle en niveau d'alerte interne, avec déclencheurs simples et compréhensibles ;
Exemple :
 - Alerte orange Météo-France + Vigicrues orange ;
 - OU Alerte APIC + Détection d'eau en sous-sol ;
 - OU Température extérieure >35°C pendant 3h.
- ☐ Mettre en place un bouquet de sources : Vigilance Météo-France, Vigicrues, et selon l'exposition APIC et Vigicrues Flash, puis MeteoAlarm si activité multi-pays ;
- ☐ Option : Sur les sites critiques, en compléter les sources publiques par l'abonnement à des plateformes croisant vulnérabilités du site avec les alertes territoriales ;
- ☐ Relier les niveaux de vigilance et d'alerte aux seuils internes de déclenchement des procédures d'urgence par aléa ;
- ☐ Déployer une diffusion multi-canal : mail, SMS, et hors-ligne, puis tester régulièrement la délivrabilité et la mise à jour des listes d'astreinte ;
- ☐ Vérifier la cohérence avec les plans de crise existants en alignant niveaux internes, rôles, consignes, supports de communication et traçabilité des décisions ;
- ☐ Réaliser un test à blanc annuel, organiser un retour d'expérience après chaque épisode significatif ;
- ☐ Mettre à jour les seuils, contacts et procédures et favoriser les retours d'expérience après chaque épisode pour corriger les dérives.

CAPEX :



env. 30-40k€/site

Accès plateforme de prévision et d'alerte hyperlocale

env. 30k€/an

Abonnement + accès à une plateforme SaaS (vulnérabilité, prévisions, alertes, etc), pour une enseigne de +200 sites.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

env. 300€/mois/site

A l'échelle d'un site :

- Actualisation des données et hypothèses, état des lieux et des entretiens ;
- Mise à jour des risques, priorités, mesures adoptées depuis le premier rapport.

Indicateurs de suivi

KPI 1

Taux

De couverture des sites d'une enseigne à l'échelle nationale par un dispositif d'alerte hyperlocal

KPI 2

O/N

Intégration des niveaux d'alerte dans les plans de gestion de crise de l'enseigne ou du site

KPI 3

Temps

Délai moyen entre alerte et déclenchement du plan d'urgence
Cible : Délai < 30min

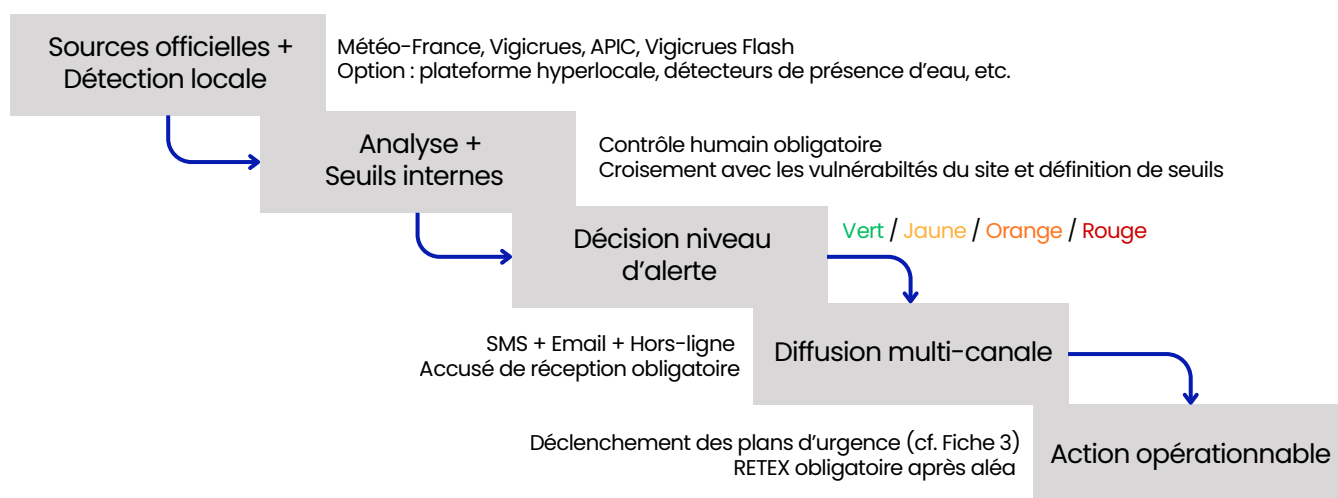
Exemples et liens utiles

- Article : "Comment la Vigilance de MétéoFrance est-elle élaborée ?", [MétéoFrance](#) ;
- Présentation du dispositif Vigicrues, [SCHAPI](#) ;
- Brochure Avertissement de pluies intenses à l'échelle des communes (APIC) et Vigicrues Flash, [MétéoFrance](#).

Solutions associées

- [Fiches 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 6 - Mettre en place des détecteurs de présence d'eau](#).

Schéma d'une chaîne d'alerte



METTRE EN PLACE DES DÉTECTEURS DE PRÉSENCE D'EAU



6

SOLUTION TECHNIQUE

Objectifs

- Détecter l'arrivée d'eau au plus tôt ;
- Maximiser le temps disponible au déploiement des plans d'urgence ;
- Compléter la vigilance territoriale liée aux crues et aux pluies par une vigilance locale ciblée ;
- Réduire les délais de retour à la normale ainsi que le coût des dommages.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Description

Lors d'une remontée de nappe ou d'une crue, chaque minute de détection précoce compte. Cette fiche guide la mise en place d'un système de capteurs pour anticiper l'arrivée d'eau et maximiser le temps de réaction.

L'enjeu est de poser des capteurs au niveau des zones critiques à proximité des points d'entrée potentiels pour l'eau : sous-sols, vides sanitaires, fosses d'ascenseurs, regards et puisards de pompage, locaux techniques situés en parties basse (exemple : local TGBT, arrivée haute tension, local serveur, etc.).

Pour garantir l'efficacité de cette mesure, il est nécessaire de cartographier et de localiser en amont les actifs critiques et les chemins d'entrée d'eau au moyen d'un diagnostic de vulnérabilité aux inondations (cf. [Fiche 2 – Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)). Il revient au diagnostiqueur de croiser analyse documentaire et observations menées sur le terrain pour préconiser un maillage de détecteurs sur site avec des seuils de déclenchements et niveaux d'alertes avant dégradation.

Il existe plusieurs types de détecteurs, qui peuvent être à transmission autonome ou interconnectés par réseau sans-fil ou Wi-Fi :

- **Sondes ponctuelles** : pour déclenchement rapide ;
- **Cordons linéaires** : pour surfaces importantes ;
- **Capteurs de niveaux** : pour mesurer une hauteur d'eau exploitable.

Les capteurs et leurs modes de transmissions doivent être adaptés selon l'usage et les caractéristiques du site.

→ Par exemple, pour les centres commerciaux périurbains, l'exposition se concentre généralement sur les parkings enterrés, les galeries techniques mutualisées, les postes HTA/TGBT, les salles SSI et IT et les puisards de pompage ; on privilégiera donc des flotteurs dans les puisards, des capteurs de niveau dans les points bas et des cordons linéaires le long des galeries techniques.

→ Les flotteurs sont particulièrement recommandés pour les regards et puisards de pompes.

Il est également recommandé de relier ces équipements à une GTB ou GTC dédiée pour les grandes surfaces.

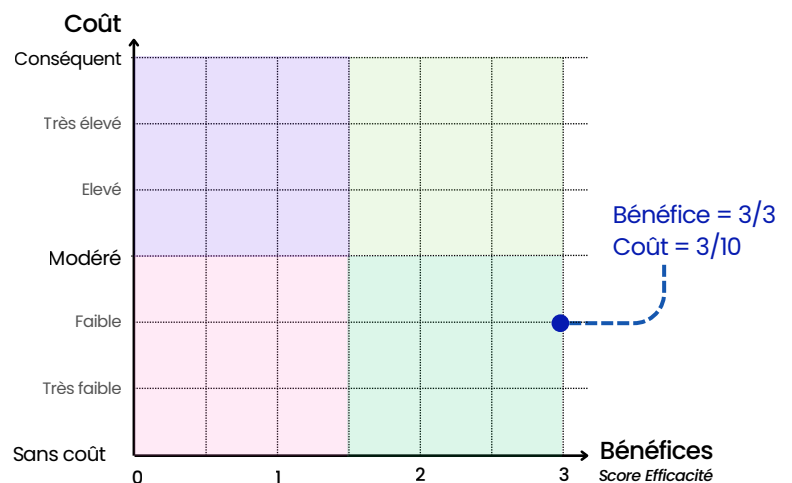
Pour garantir l'efficacité de cette mesure, il est impératif de prévoir :

1. La **programmation d'une alarme locale** et l'automatisation de la transmission multi-canal des niveaux d'alerte après déclenchement, vers GTB et téléphone (cf. [Fiche 5 – Mettre en place une alerte météorologique](#)) ;
2. L'**installation sur réseaux secours** pour assurer une continuité dans la remontée d'informations ;
3. L'**intégration aux plans d'urgence du site**, avec tests périodiques, réglages anti-faux positifs et maintenance planifiée (cf. [Fiche 3 – Principes de gestion de crise](#)).

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **3/3** si le dispositif remplit toutes les conditions suivantes :

- la détection de présence est liée à une stratégie de gestion de crise opérationnelle (notamment plans d'urgences inondation) ;
- les seuils d'alerte sont adaptés à la réalité du site et mis à jour régulièrement selon RETEX ;
- le déclenchement des seuils débouche sur une diffusion avec accusé de réception (direction de site/référents sureté) et obligation de levée de doutes.



Rapidité d'effet

Court-terme



Efficacité éprouvée dès livraison.
Durable avec de l'entretien et de la maintenance.

Durée de réalisation

Rapide



A l'échelle d'un site :

- Conception : 1-2 mois ;
- Travaux : <1 mois

Co-bénéfices

6

- Détection de fuites ;
- Réduction du risque de pollution en sur-aléa.

Estimations budgétaires

CAPEX :



Entre 15-45 €/m²

Variable selon densité de couverture.

Comprend fourniture capteurs + module central + installation et raccordements + dimensionnement + tests de paramétrage.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

- Tests trimestriels et vérifications ;
- Maintenance préventive et remplacement de capteurs ;
- Abonnement cellulaire de secours ;
- Mise à jour régulière et supervision du système.

Retour sur investissement

Par retour d'expérience, **l'investissement peut être amorti dès le 1er évènement évité ou atténué**. En effet, le délai supplémentaire obtenu grâce aux capteurs permet de déployer les dispositifs prévus pour faire face aux inondations (batardeaux, mise en sécurité des locaux techniques et stocks sensibles, etc.) (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés abritant des biens coûteux et/ou sensibles au RDC ou sous-sol.

Pré-requis

- Diagnostic de vulnérabilité aux inondations avec cartographie des points d'entrée d'eau, des zones à criticité élevée (postes électriques, salles informatiques, réserves) ;
- Plans d'urgence définis : une détection sans procédure associée ne réduit pas les dommages. Organisation claire des décisions ;
- Accessibilité aux zones d'implantation pour la maintenance et les tests.

Risques de limites techniques

- Sous-déclenchement/sur-déclenchement des alertes : mauvais positionnement des capteurs, dimensionnement insuffisant du maillage, réglages trop sensibles.

Pour éviter cela : réaliser un diagnostic de vulnérabilité préalable et ajuster les seuils par RETEX.

- Ecartement des risques soudains : épisodes éclairs (crues ou remontées de nappe soudaines) ;

Ce type de dispositif est efficace sur des inondations lentes ou remontées de nappes, qui laissent un délai de réaction suffisant pour mettre en place les mesures des plans d'urgence. Il permet aussi de signaler la remontée de nappe si aucune ronde n'est réalisée.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un diagnostic de vulnérabilité aux inondations avec cartographie des points d'entrée d'eau, zones à criticité élevée ;
- ☐ Définir les seuils d'alerte en cohérence avec l'historique du site, l'évaluation des risques et adapter les seuils à la criticité de chaque local ;
 - Dans un local sec (TGBT, archives,...), le niveau d'alerte est la présence d'eau ;
 - Dans local humide, potentiellement source d'inondation : (pompes, bouches d'égouts), le niveau d'alerte est un niveau anormal d'eau. Si le niveau d'une fosse est de -10cm de profondeur et que le capteur varie entre -10 et -2cm, l'alerte doit être donnée à 0cm de niveau.
- ☐ Choisir la technologie de détection la plus adaptée à chaque zone ;
- ☐ S'assurer de relier le dispositif à une alimentation secourue et une transmission d'alarme, incluant une solution alternative si le réseau principal est indisponible ;
- ☐ Installer une première phase pilote sur les zones les plus critiques afin de régler les temporisations et de vérifier la pertinence du positionnement ;
- ☐ Paramétrer une remontée d'alarme exploitable avec localisation précise, messages standardisés et destinataires identifiés avec escalade en cas de non-prise en compte ;
- ☐ Intégrer aux plans d'urgence inondation : procédure de réaction à chaque niveau d'alerte, annuaire d'astreinte, tests trimestriels de déclenchement (cf. Fiche 3 - Principes de gestion de crise) ;
- ☐ Réaliser des tests de réception, incluant une mise en eau contrôlée et un essai de perte d'électricité, puis consigner les résultats ;
- ☐ Livrer une documentation complète, incluant plans de repérage, synoptiques par zone, conseils de maintenance ;
- ☐ Planifier la maintenance : tests périodiques, enregistrement des fausses alertes, revue annuelle des réglages selon RETEX.

Indicateurs de suivi

KPI 1

Temps

Entre détection eau et notification équipes
Cible : Viser un temps < 2 minutes

KPI 2

Nombre /An

Déclenchements erronés
Cible : Viser <1 par trimestre

KPI 3

Nombre /An

d'opérations de maintenance préventive + mises à jour des seuils

Exemples et liens utiles

- Référentiel national de vulnérabilité aux inondations, [Ministère de la Transition Ecologique](#) ;
- Protéger les ascenseurs face aux inondations, [DGALN](#).

Solutions associées

- [Fiches 2 – Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 – Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 4 – Mettre en place une alerte météorologique](#) ;
- [Fiche 16 – Installer des batardeaux ou dispositifs pour résister face à l'inondation](#).

INSTALLER UN MUR VÉGÉTALISÉ EN DÉPORTÉ SUR STRUCTURE INDÉPENDANTE

SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE



7



Objectifs

- Éviter les échanges thermiques entre intérieur et extérieur ;
- Réduire l'inconfort thermique pour les usagers et les impacts sur les stocks sensibles en intérieur du bâti.

Description

Les bâtiments commerciaux et logistiques subissent des surchauffes estivales entraînant une surconsommation de climatisation mesurable et un inconfort des occupants. Grâce à l'évapotranspiration et à la création d'ombrage naturel, mettre en place un mur végétalisé en déporté de façade permet de réduire les transferts thermiques vers l'enveloppe des bâtiments, d'améliorer le confort intérieur lors des périodes chaudes et ainsi de diminuer la sollicitation des systèmes de climatisation.

Avant tout investissement, un **audit thermique préalable** est conseillé pour quantifier les besoins de rafraîchissement et les coûts de consommations énergétiques liés à l'utilisation de rafraîchissement passif et comparer trois scénarios :

- L'intégration de stores extérieurs automatisés (cf. [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire](#)) ;
- La réalisation d'une isolation extérieure renforcée (ITE) ;
- La mise en oeuvre d'un mur végétalisé en déport de façade.

Si le mur végétalisé est retenu pour ses bénéfices combinés d'isolation thermique, d'intégration de la biodiversité et de [biophilie](#), la mise en oeuvre suit une méthodologie rigoureuse.

Cette solution consiste à installer différents supports d'accroche pour des plantes grimpantes résistantes qui assureront un ombrage dense en été, tout en limitant l'entretien et la consommation excessive d'eau. Elle nécessite, en pied de façades, l'installation de bacs de plantation ou la création de fosses, équipés d'un substrat adapté. Les bacs doivent être munis d'un drainage dimensionné pour évacuer les surplus lors d'épisodes pluvieux intenses. Il est fortement recommandé d'équiper bacs ou fosses d'un système d'irrigation goutte-à-goutte couplé à la récupération d'eaux pluviales.

Il existe 2 types d'installations :

- une **ossature inox en déport de 10-30cm des façades** : composée de câbles tendus ou treillis dimensionnés aux efforts de vent selon les normes en vigueur et le poids d'une végétation adulte (soit entre 50-150 kg/m²). Les ancrages sont fixés sur la structure porteuse et/ou sur points renforcés du bardage, avec application d'un coefficient de sécurité de 1,5. Ce système global doit être compatible avec les contraintes du site existant : façade en bardage simple peau, présence de voiries pour engins ou poids lourds, zones d'accès nacelle et contraintes desécurité incendie. Les éléments métalliques doivent faire l'objet d'une protection anticorrosion pour usage extérieur, et des protections basses (type pare-chocs, potelets) doivent être installées dans les zones soumises aux chocs logistiques.
- un **système de câbles légers fixés sur le bâtiment** (type dispositifs à moindre accroche) : des câbles inox tendus (Ø 3-6mm) ancrés sur points de fixation espacés de 1,5 à 3 m, créent un réseau de guidage vertical ou en espalier pour plantes grimpantes. Ce système permet une mise en oeuvre rapide (< 2 jours pour 50 m²) et peut-être réversible pour permettre l'apport de lumière en hiver. Il offre une alternative adaptée aux façades sensibles ou budgets contraints.

Dans le cas des façades classées ERP ou ICPE : les distances coupe-feu et dégagements nécessaires autour des ouvertures, exutoires et équipements sensibles doivent être maintenus selon les normes en vigueur.

La réception doit comprendre les contrôles de tension des câbles, de stabilité mécanique, de continuité d'écartement, du bon fonctionnement de l'irrigation, contrôle du drainage, et de conformité aux prescriptions incendie.

Un plan de maintenance devra être remis au maître d'ouvrage précisant les opérations annuelles (entretien, vérifications, etc.)

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Enveloppe extérieure

Étapes

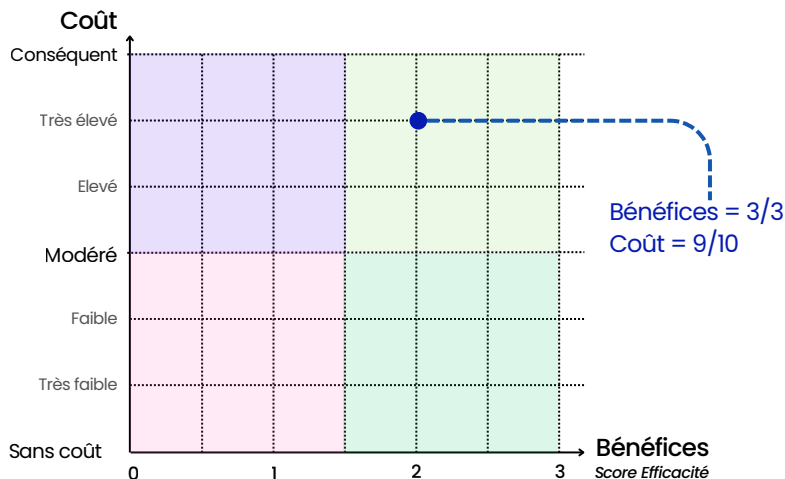
Rénovation

Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement hydraulique et structural valide la faisabilité technique ;
- La palette végétale est adaptée au climat local (incluant évolutions climatiques) et aux contraintes du site ;
- Un plan de maintenance pluriannuel (3-5 ans) est mis en place avec formation du personnel.



Rapidité d'effet

7

Moyen-terme



Optimisations observables entre 5-10 ans après livraison.

Durée de réalisation

Moyenne



Câbles légers :
<3 mois

Ossature inox : 5-9mois

- Conception : 3-5 mois (audit thermique, études, choix palette végétale) ;
- Travaux : 2-4mois selon surface, météo propice et complexité.

Co-bénéfices

- Réduction des consommations énergétiques et atténuation climatique ;
- Biodiversité et qualité de l'air : création d'habitats pour la faune urbaine ; captation de particules fines et CO₂ ;
- Valorisation du patrimoine immobilier et de l'image de l'enseigne ;
- Biophilie : amélioration confort physiologique et psychologique des usagers.

Estimations budgétaires

CAPEX :



200-400 €/m²

Ossature inox (fourniture seulement) :

- 80-120 €/m² pour une ossature inox + câbles tendus ;
- 40-70 €/m² pour un système d'irrigation goutte-à-goutte automatisé ;
- 50-100 €/m² pour plantations grimpantes et substrat
- Compter 30-110 €/m² pour les études de conception.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

300-400 €/m²

Câbles légers - installation standard

(d'après PERIFEM, 2026)

OPEX :

15-80 €/m²/an

Ossature inox selon :

- Taille et entretien végétal (2-3 interventions/an) ;
- Vérification fixations et corrosion ;
- Contrôle irrigation et remplacement végétaux.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

20-30€/m²/an

Pour des câbles légers.

(d'après PERIFEM, 2026)

Retour sur investissement

Les systèmes de façade végétalisée, de type ossature en déporté de façade, permettent la création d'une lame d'air ventilée qui est capable de **réduire l'échauffement des parois de 3 à 5°C** en période de vagues de chaleur. Cette meilleure isolation du bâti peut induire une baisse des consommations énergétiques liées à la climatisation de l'ordre de 5% à 68% selon l'implantation géographique du bâtiment (source : Malys et al. 2013).

Critères de choix du système de support

- **Ossature inox** : à privilégier pour des façades >100 m², exposées à des vents forts, ne présentant pas de contraintes d'ancrage.
- **Câbles légers** : à privilégier pour des façades <100 m², aux bardages sensibles, interventions en site occupé.
- **Mixte** : envisageable pour grandes façades avec zones sensibles localisées (ex: proximité menuiseries, zones sprinklées)

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Les 2 solutions sont optimales pour les **centres commerciaux et grandes surfaces** (hormis zones sprinklées) y compris sur de larges façades vitrées.

Risques de limites techniques

Ossature inox :

- Surcharge structurelle : un mur végétalisé mal dimensionné peut générer une surcharge dépassant la capacité portante de façades légères en bardage métallique ;

Pour éviter cela, exiger en amont une note de calcul structure validée par BET avant installation ;

- Propagation d'incendie en façade : des essences inflammables, un entretien insuffisant, ou le non respect des distances réglementaires augmentent le risque.

Système de câbles légers :

- Tension insuffisante : un câble sous-tendu (<300 N) favorise l'affaissement et l'enchevêtrement de la végétation.

Pour éviter cela prévoir des tendeurs réglables et un contrôle annuel de la tension.

- Ancrage sur bardage fragile : les fixations ponctuelles concentrent les efforts (50-150 kg/point).

Pour éviter cela, Vérifier impérativement la capacité portante par sondages destructifs avant installation.

- Guidage végétal complexe : les câbles nécessitent une taille de formation active les 2 premières années pour orienter la croissance. Prévoir un contrat de maintenance renforcé (4 interventions/an minimum).

Risques de maladaptation

- Défaillance d'irrigation en période de sécheresse : les restrictions d'eau estivales peuvent compromettre la survie de la végétation ;

Cette solution doit être alimentée par un système de récupération d'eaux pluviales couvrant ≥50% des besoins annuels : disposer d'un système de ce type est un **pré-requis à la mise en oeuvre** de cette solution.

- Inadaptation des essences au contexte climatique/maintenance insuffisante : l'absence d'entretien régulier (taille, vérification fixations, traitement anticorrosion) entraîne une dégradation et une annulation des bénéfices. Les essences peuvent également poser des contraintes (attraction de nuisibles, essence allergènes, consommation d'eau élevée, etc.).

Check-list pour une mise en œuvre réussie

7

- ☐ Réaliser un diagnostic thermique de façade comprenant cartographie infrarouge, relevé des consommations CVC sur 12 mois glissants et identification des zones de surchauffe (>28°C) intérieures en été ;
- ☐ Commander une étude structure dimensionnant les ancrages aux charges de vent selon les normes en vigueur et surcharges végétales (50-150 kg/m²), incluant sondages destructifs et PV de résistance ≥150 kg/m² du support ;
- ☐ Définir une palette végétale adaptée aux projections climatiques (horizon 2050) validée par écologue ou paysagiste et privilégier des espèces grimpantes résistantes, à faible entretien, consommation d'eau modérée et adaptées aux contraintes d'usage (allergènes, nuisibles, etc.) ;
- ☐ Dimensionner le système d'irrigation goutte-à-goutte couplé à la récupération des eaux pluviales avec schéma hydraulique incluant disconnecteur et secours hydrique ;
- ☐ Vérifier la conformité aux prescriptions ERP/ICPE si applicables, et obtenir la validation par la commission sécurité du site ;
- ☐ Uniquement pour l'ossature inox : obtenir les autorisations d'urbanisme (DP ou PC si surface >20 m²) avec récépissé de dépôt ou arrêté d'autorisation ;
- ☐ Réfectionner l'étanchéité de façade (joints, fissures) avec PV d'étanchéité établi par entreprise qualifiée ;
- ☐ Installer l'ossature inox et câbles tendus avec contrôle de tension par dynamomètre (500-800 N), PV de conformité mécanique et traitement anticorrosion pour usage extérieur ;
- ☐ Poser le système d'irrigation et effectuer des tests de pression et fuites : mise en eau 24h sans fuite détectée ;
- ☐ Planter les végétaux avec substrat adapté hors périodes de gel ou canicule : 100% plants vivants à réception, densité ≥4 plants/m² ;
- ☐ Installer des pare-chocs ou potelets (résistance 50 kN, distance ≥1,5 m) dans les zones logistiques exposées aux chocs ;
- ☐ Vérifier la stabilité mécanique de l'ensemble en réception : tension homogène des câbles ±10%, aucune déformation structurelle ;
- ☐ Tester l'irrigation automatique : 3 cycles consécutifs sans défaut de fonctionnement ;
Remettre le DOE complet ;
- ☐ Prévoir un contrat pluriannuel de maintenance précisant taille, entretien supports, vérification fixations, inspection anticorrosion et formation du personnel, avec obligations de résultats.

Indicateurs de suivi

KPI 1

°C

Différence de °C température de surface des façades en été (plage horaire : 14-16h)

Cible : Température façade végétalisée < Température façade témoin - 3°C minimum

KPI 2

%

Taux de couverture végétale objectif par inspection visuelle trimestrielle

Cible : ≥85% surface couverte en permanence (seuil alerte : <70%)

Exemples et liens utiles

- "Façades végétalisées : allier confort d'été et biodiversité", [Adaptaville](#) ;
- "Végétaliser la façade", Guide des actions adaptatives au changement climatique, [OID](#), 2024 ;
- Guide "Façades végétalisées", [CTSB](#), 2025.

Solutions associées

- [Fiche 10 - Considérer la réflectance solaire des éléments d'aménagements extérieurs et des revêtements d'enveloppe](#) ;
- [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire](#).

VÉGÉTALISER LES PARKINGS & ABORDS DE VOIRIES

SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE



8



Source : PERIFEM

Objectifs

- Rafraîchir les extérieurs ;
- Infiltrer les eaux pluviales courantes à la parcelle ;
- Se mettre en conformité avec les textes réglementaires en vigueur.

Description

La réglementation cherche à imposer une réduction des surfaces imperméabilisées notamment sur les parkings. Au-delà de la conformité réglementaire, cette mesure constitue un **levier d'adaptation majeur** : elle permet d'infiltrer les eaux pluviales à la source, de créer des îlots de fraîcheur et de limiter les pollutions et inondations liées aux phénomènes de ruissellement urbain. Cette fiche guide la transformation des parkings et abords de voiries en espaces végétalisés fonctionnels, capables d'absorber à minima les pluies courantes tout en rafraîchissant les abords du site.

La démarche doit respecter 3 principes fondamentaux :

1. Étudier le site et ses contraintes (géotechniques, hydrauliques, topographiques, perméabilité des sols, réseaux enterrés, etc.) ;
2. Étudier et combiner différentes solutions ;
3. Concevoir les projets avec une approche pluridisciplinaire, multifonctionnelle et multi-usages.

Il est préconisé de comparer économiquement sur 25 ans au minimum 2 scénarios parmi :

- Une mise en conformité minimale (retour sur investissement (ROI) estimé entre 15 à 20 ans) ;
- Une approche mixte équilibrée (ROI estimé entre 12 à 18 ans) ;
- Une végétalisation maximale (ROI estimé entre 10 à 15 ans).

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Le scénario retenu guidera ensuite le dimensionnement technique et devra comprendre un décaissement suffisant, la mise en place d'un soubassement drainant, la pose d'un substrat filtrant, des barrières anti-racines et des plantations d'arbres à haute tige, et large canopée (fosses de 6 à 12 m³), le cas échéant d'arbres de pluie ou d'arbustes selon le budget, avec possibilité de respect des 3 strates arborées pour favoriser le respect de la biodiversité.

→ A ce titre, les ARB et ARBe locales mettent souvent à disposition des listes d'espèces à planter.

Toutes les pluies ne pouvant être gérées de la même manière, il est recommandé d'articuler un ensemble de solutions pour gérer les différents niveaux de pluies (courantes à exceptionnelles), en visant à gérer le maximum à la source. Toutefois, si aucune espèce végétale plantée ne permet de l'éviter, un arrosage goutte-à-goutte temporaire sur 3 ans sera intégré et les trop-pleins calibrés sur les prévisions de pluies exceptionnelles.

La conformité aux règles professionnelles (type NF) devra être validée par un bureau de contrôle indépendant, avec essais de perméabilité in situ après travaux et une garantie décennale sur les plantations devra inclure un taux de reprise de 70 % minimum.

Les travaux seront réalisés par phases pour maintenir l'activité du site, sur une durée de 6 à 12 mois selon surface : il faudra sécuriser les zones de chantier, protéger les réseaux enterrés identifiés par DICT, protéger les futurs sols infiltrants en respectant les recommandations spécifiques aux sols voués à l'infiltration et réutiliser localement sinon limiter les déblais (30 à 50 m³ pour 100 m² traités).

Enfin, un plan de maintenance détaillant les préconisations d'arrosage dégressif, de désherbage trimestriel, de contrôle annuel des drains si non évitables, et de curage décennal des ouvrages hydrauliques sera remis au maître d'ouvrage.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative ; Préventive

Lot du bâtiment

Extérieurs

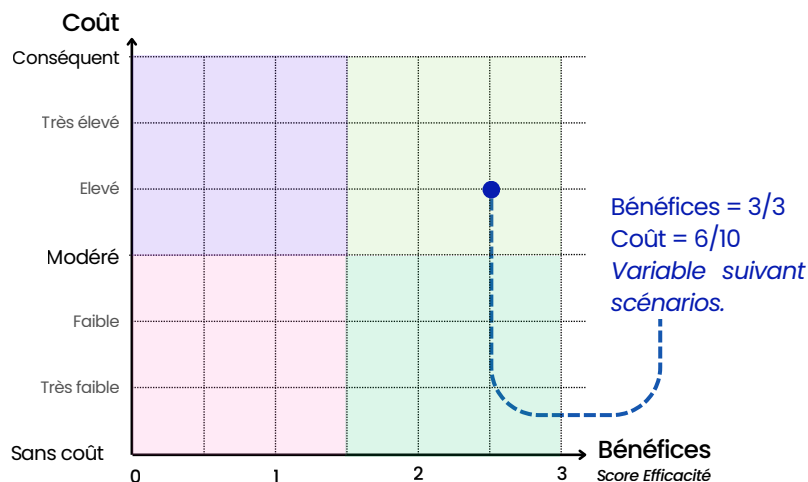
Étapes

Construction / Rénovation
Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **3/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement hydraulique et la palette végétale sont adaptés aux volumes d'eau à gérer et intègrent les projections climatiques futures (fortes précipitations, sécheresses, vagues de chaleurs, etc.) ;
- Une stratégie de gestion des eaux pluviales pensée en collaboration avec les collectivités existe et couvre l'ensemble des pluies (courantes à exceptionnelles) ;
- Un entretien régulier (contrôles 2x/an minimum) est garant du bon fonctionnement des ouvrages dans la durée.



Rapidité d'effet

8

Court et moyen-terme



Effets observables au premier jour et de plus en plus importants suivant leur croissance.

Durée de réalisation

Longue

Durée totale : 9-17 mois



- Conception : 3-5 mois (études préalables, choix de palette végétale, dossiers réglementaires) ;

- Travaux : 3-12 mois selon préparation, surface et phasage (si exigé).

Co-bénéfices

- Atténuation du phénomène d'îlot de chaleur urbain ;
- Infiltration des eaux pluviales à la parcelle ;
- Biodiversité urbaine : création d'habitats pour pollinisateurs et petite faune ;
- Dépollution selon les espèces végétales choisies.

Estimations budgétaires

CAPEX :



3-6k€HT

pour la réalisation d'une étude géotechnique ;

1,5-3k€HT

pour la réalisation de relevés topographiques ;

120-150€HT/m²

fourchette moyenne pour un scénario de mise en conformité ;

180-220€HT/m²

pour le scénario équilibré (50%) ;

230-300€HT/m²

pour le scénario maximal (70%).

Pour un site de 2000m², investissement total de 72 à 180k€ selon scénario.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

A avoir en tête : l'imperméabilisation et son entretien sont également vecteurs de coûts, qui peuvent être remplacés par les coûts liés à ces solutions.

OPEX :

3-5 €/m²/an

pour le scénario de conformité minimal (30%) ;

- Arrosage dégressif ;
- Désherbage et taille ;
- Contrôle drains et curage.

Pour un site de 2000m², budget annuel de 5 à 15k€/an.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

En cas d'ambition forte, des **subventions** de l'Agence de l'Eau locale pourront être potentiellement mobilisées pour accompagner les investissements.

Retour sur investissement

Pour un site de 2 000 m², l'investissement dans la végétalisation (120 à 300 €/m² selon scénario) génère un **retour sur investissement de 10 à 20 ans** en intégrant les économies de taxes d'assainissement, la réduction des coûts de climatisation et la valorisation foncière du site. (exemple construit d'après Bureau Veritas Solutions, 2026).

Nota bene

Les solutions sont détaillées dans le Guide Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux réalisé par Perifem et l'Agence de l'eau Seine-Normandie.

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Le code de l'urbanisme impose la végétalisation et la gestion des eaux pluviales pour les parkings neufs et en rénovation lourde.

Risques de limites techniques

- Colmatage progressif du substrat (hors solutions de pleine terre) : en cas d'ouvrages techniques, une attention particulière doit être portée à leur éventuel colmatage. Des mesures claires et précises doivent être imposées en phase chantier, et lors du fonctionnement de l'ouvrage, ainsi que des solutions techniques adéquates.
- Tassement et/ tassement différencié du substrat : un compactage hétérogène crée des flaques stagnantes pouvant générer de nombreux désagréments. En phase chantier, il s'agira de protéger les futurs sols d'infiltrations, et si nécessaire, une correction imposera la reprise totale du tassement de toutes les surfaces végétalisées.

Risques de maladaptation

- Mortalité végétale par multiplication des épisodes de sécheresse et stress hydrique.
Pour éviter cela, viser la plantation d'espèces résistantes au stress hydrique et mettre en place une stratégie de récupération des eaux pluviales, destinant en partie leur réutilisation pour l'arrosage. Il est recommandé de se rapprocher des ARB/ARBe qui fournissent des listes d'espèces locales à planter, incluant des [arbres de pluie](#).
- Inadaptation des essences au contexte climatique/maintenance insuffisante : l'absence d'entretien régulier (taille, arrosage, etc.) entraîne une réduction des bénéfices. Les essences peuvent également poser des contraintes (attraction de nuisibles, essence allergènes, consommation d'eau élevée, etc.). Toutefois, les espèces plantées doivent être sélectionnées pour nécessiter le moins d'entretien possible.
- Report de vulnérabilité par cloisonnement hydraulique : dévier les eaux pluviales vers des ouvrages de gestion délocalisés augmente le risque d'inondation. Pour éviter cela :
 - a. Gérer l'eau au plus proche de l'endroit où la goutte d'eau tombe ;
 - b. Différencier les différents niveaux de pluie (courante à exceptionnelles) dans la stratégie de gestion.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser une étude géotechnique (avec 3 sondages minimum) pour estimer la perméabilité du sol.
- ☐ Effectuer un relevé topographique de la zone pour concevoir l'espace de la parcelle et identifier les éventuels écoulements naturels ;
- ☐ Lancer une DICT pour obtenir les plans des réseaux enterrés et programmer des sondages manuels en complément ;
- ☐ Dimensionner le substrat (épaisseur, granulométrie) en conformité avec les règles professionnelles applicables (NF, ASTEE, etc.) et valider les essais de perméabilité en laboratoire ;
- ☐ Sélectionner des essences végétales résistantes à la sécheresse avec certification de leur origine/provenance et adaptées aux projections climatiques pessimistes sur site (horizon 2050 minimum) (cf. listes locales ARB/ARBe) ;
- ☐ Anticiper la gestion des pluies fortes à exceptionnelles, dépassant le dimensionnement prévu.
- ☐ Anticiper les parcours de moindre dommage en lien avec la collectivité en charge de la Gestion des eaux pluviales ;
- ☐ Valider un planning de phasage travaux compatible avec les objectifs d'exploitation ;
- ☐ Sécuriser les zones chantier par des clôtures, une signalétique maintenir les accès aux secours ;
- ☐ Décaisser sur 40 à 60 cm en contrôlant la profondeur par topographe et respecter des pentes faibles pour respecter le principe "ne pas creuser là où l'on souhaite infiltrer" ;
- ☐ Réutiliser, sinon évacuer les déblais vers un exutoire autorisé en envisageant la circularité selon qualité ;
- ☐ Poser géotextile et si nécessaire, grave drainante sur épaisseur de 20 cm minimum et éviter l'introduction de fines ;
- ☐ Installer des barrières anti-racines PEHD 2 mm en continuité linéaire sur une profondeur de 60 cm minimum ;
- ☐ Mettre en place substrat et plantations en garantissant une densité adaptée aux essences et un taux de reprise 70 % (sur garantie décennale) ;
- ☐ Réaliser des essais à la perméabilité in situ (test Matsuo) sur 3 points minimum. Viser un résultat $< 10^{-4}$ m/s ;
- ☐ Remettre un plan de maintenance détaillé incluant arrosage dégressif sur 3 ans, tontes raisonnées trimestrielles et non-recours aux phytosanitaires.
- ☐ Prévoir un budget d'exploitation selon les fourchettes indiquées plus haut avec le futur gestionnaire de l'espace (service entretien, prestataire, etc.)

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux d'infiltration des eaux pluviales

Cible : $> 80\%$ du volume annuel précipité (sans rejet aux réseaux publics)

KPI 2

%

Taux de survie végétale (comptage annuel) sur années 1 à 5

Cible : $\geq 90\%$ sujets vivants, déclenchement replantation si $< 85\%$

Exemples et liens utiles

- Guide [PERIFEM et Agence de l'eau Seine-Normandie](#) "Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux", 2024 ;
- Guide parkings - Chapitre environnement, [PERIFEM](#), 2026 ;
- Charte Qualité nationale des ouvrages et aménagements de Gestion durable et intégrée des Eaux Pluviales, [ASTEE](#), 2024.
- [Opération renaturation : agir en profondeur pour des sols vivants & Les super pouvoirs du sol : des solutions pour la ville de demain](#), CEREMA

Solutions associées

- [Fiche 15 - Aménager les espaces verts en parcelle éponge ou jardin de pluie.](#)

Retour d'expérience

DECATHLON



Lucie Auneau
Construction Facility Manager



Préserver le patrimoine arboré grâce au diagnostic racinaire : un levier d'adaptation climatique

Retour d'expérience sur un programme de végétalisation des parkings

Dans le cadre de son programme immobilier Valorise, Décathlon développe progressivement des Solutions Fondées sur la Nature afin d'améliorer la résilience climatique de ses magasins. La **végétalisation des parkings** constitue un levier important pour limiter les îlots de chaleur, améliorer le confort des clients et collaborateurs, favoriser l'infiltration des eaux pluviales et renforcer la biodiversité.

L'enseigne a toutefois observé que la présence d'arbres existants ne garantit pas leur bonne intégration dans les infrastructures actuelles et peut engendrer des contraintes de gestion à long terme. Afin de mieux comprendre ces interactions, Décathlon a réalisé des diagnostics racinaires sur deux sites avec la société Urbasense qui ont permis :

- ⇒ d'identifier les contraintes physiques du sol et d'y apporter des solutions,
- ⇒ de limiter les risques de dépérissement des arbres et de nécessité d'abattage.



**Cette démarche vise à concilier
préservation du patrimoine
arboré et exploitation des
espaces commerciaux.**



Décathlon Niort

Enjeu : Création de noues et apport de terre végétale pour ombrager l'espace tout en préservant les arbres existants



Plusieurs arbres plantés sur le parking ne se développaient pas malgré leur présence de longue date. Certains présentaient par ailleurs une chute de cime, caractéristique du stress hydrique, menant à la formation d'un houppier plus bas sur le tronc.

L'enseigne a souhaité faire appel à un tiers pour réaliser un **audit technique** et éclairer ses décisions sur la base d'un rapport factuel de la situation.

Retour d'expérience

DECATHLON

4 points de sondage ont été définis pour évaluer l'état de développement racinaire d'une **trentaine d'arbres** et déterminer la possibilité de les conserver dans le cadre des travaux de réaménagement envisagés sur le parking.

L'étude a permis d'identifier des contraintes inappropriées pour les arbres plantés depuis 12 ans qui les empêchaient de se développer et devaient amener à leur dépérissement.

Décathlon a décidé de leur donner une dernière chance en mettant en œuvre les actions suivantes :

- ⇒ **augmentation du volume de sol utile** aux arbres ;
- ⇒ **agrandissement des fosses de plantation** et apport de terre végétale ;
- ⇒ réalisation d'un **décroutage** dans un rayon de 1m autour des arbres et agrandissement des fosses en profondeur à l'extérieur de ce périmètre.



« Les arbres constituent un levier essentiel d'adaptation de nos sites face aux fortes chaleurs. Cette expérience nous a montré qu'il est indispensable de comprendre ce qui se passe sous la surface avant d'intervenir. Le diagnostic racinaire, complété par l'expertise d'un VRDiste, a permis de préserver des arbres parfois anciens, d'éviter des travaux inutiles et de concevoir des aménagements plus durables conciliant confort thermique, biodiversité et exploitation du site. »

Lucie Auneau



Avant



Après

« Fière de constater que les arbres que nous avons observés se sont développés et ont repris de la vigueur. »

Lucie Auneau

AMÉLIORER LA RÉFLECTANCE SOLAIRE DES AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS ET REVÊTEMENTS D'ENVELOPPE DU BÂTIMENT (TRAVAUX D'AMÉLIORATION DU BÂTI)



SOLUTION TECHNIQUE



Source : Electrodépôt

Objectifs

- Augmenter le pouvoir réfléchissant (albédo) des toitures pour limiter les échanges thermiques entre intérieur et extérieur ;
- Réduire l'inconfort thermique pour les usagers et les impacts sur les stocks sensibles en intérieur du bâti.

Description

La multiplication des surchauffes estivales dans les bâtiments commerciaux et logistiques génère des coûts de climatisation significatifs et une dégradation du confort intérieur. Les toitures sombres des bâtiments commerciaux absorbent massivement le rayonnement solaire, générant des surchauffes intérieures coûteuses en climatisation. L'application de revêtements à haute réflectivité dans le cadre d'une rénovation (hors reprise d'étanchéité) constitue une solution technique pouvant améliorer le confort thermique si la solution est combinée avec d'autres mesures (cf. étude CSTB, 2024). Une fiche dédiée au cas des rénovations lourdes (avec reprise d'étanchéité) pourra être établie ultérieurement.

La démarche repose sur la réalisation au préalable d'un **audit thermique** comprenant des mesures par caméra infrarouge, le relevé des consommations CVC sur douze mois glissants et l'identification des charges prioritaires. Cet état des lieux permet de **définir l'objectif de réduction thermique** (abaissement de 15 à 20°C de la température de surface) et de cadrer l'enveloppe budgétaire qui doit tenir compte des hausses de chauffage en hiver et des autres solutions de rafraîchissement à mettre en place (cf. Solutions associées). Sur cette base, trois scénarios de dimensionnement sont comparés :

- **L'application d'un revêtement réfléchissant acrylique ou polyuréthane à haute réflectivité solaire** offre un retour sur investissement (ROI) de 5 à 15 ans et constitue la solution optimale pour les toitures en bon état structurel ;
- **La pose d'une membrane synthétique claire TPO ou PVC blanc** présente un ROI de 12 à 20 ans mais garantit une durabilité supérieure. Cette solution est plus coûteuse que la précédente. ;
- **La réfection complète de l'étanchéité** intégrant le traitement thermique s'impose lorsque la toiture existante présente des désordres avancés.

Il est ensuite recommandé de respecter dans l'ordre, les étapes suivantes :

1. La réalisation d'un **diagnostic approfondi de la structure et de la couverture** pour valider la compatibilité avec le choix retenu : inspection visuelle (fissures/cloques, vérification des évacuations d'eaux pluviales, sondages d'adhérence) ;
2. Le **traitement soigné** de toutes les fonctions critiques suivantes, caractéristiques aux toitures :
 - Étanchéité : Les zones fissurées devront être préalablement traitées ;
 - Désenfumage : Les exutoires devront être détournés avec précision sans compromettre leur manœuvrabilité ;
 - Équipements critiques : Des protections mécaniques et zones de circulations techniques devront être intégrées aux installations existantes (centrales de froid, groupes CVC, panneaux photovoltaïques) ;
3. La **préparation rigoureuse du support** (dégraissage, brossage, lavage haute pression contrôlé, application d'un primaire d'accrochage compatible et du coating clair en deux ou trois passes croisées respectant l'épaisseur sèche requise). Tous les points singuliers (pénétrations, lanterneaux, exutoires de fumée, relevés d'acrotère) doivent faire l'objet d'un traitement méticuleux au moyen de bandes de renfort et accessoires spécifiques.
4. La réalisation de **tests de validation en réception** (adhérence support, épaisseur et uniformité du film, réflectivité solaire (indice SRI), émissivité thermique, attestation conformité au classement feu, compatibilité avec les garanties décennales).

Vigilance : Cette solution présente un intérêt certain pour des sites non alimentaires, tandis qu'il sera nécessaire d'y associer une isolation performante pour répondre aux besoins plus exigeants des sites alimentaires (préservation de la chaîne du froid).

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Enveloppe

Étapes

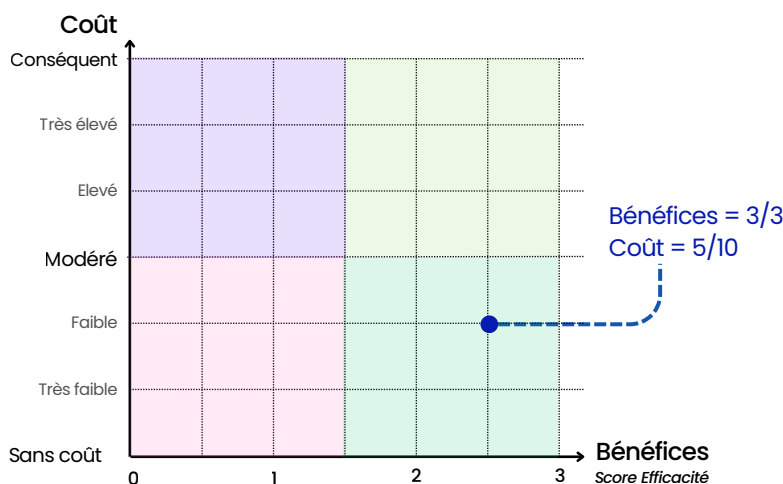
Rénovation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le choix de revêtement est adapté à l'état structural de la toiture ;
- Toutes les pratiques d'installation décrites dans la "Check-list pour une mise en oeuvre réussie" sont respectées ;

Le monitoring thermique et énergétique sur 2 ans permettra de valider l'efficacité de la mesure.



Rapidité d'effet

9

Court-terme



Efficacité mesurable dans les 2 ans suivant la livraison.

Durée de réalisation

Moyenne

Durée totale : 3-5 mois



- Conception : 2-3 mois (audit thermique, conception, consultation entreprises) ;

- Travaux : 1-2 mois pour 5000m² (selon météo et complexité).

Co-bénéfices

- Réduction des consommations énergétiques ;
- Résilience thermique et prolongation de la viabilité des actifs ;
- Réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Estimations budgétaires

CAPEX :



- Entrée de gamme : 20€ HT/m² - (durée de vie : 5 ans)
- Moyen de gamme : 25€ HT/m² - (durée de vie : 8 ans)
- Haut de gamme : 35€ HT/m² - (durée de vie : 20 ans)

Les conditions météo, les contraintes d'exploitation et la complexité du site peuvent contribuer à augmenter ces estimations.
(d'après le CSTB, 2024)

OPEX :

1,5k-2k€/an pour 5000m².

- Nettoyage annuel haute pression (maintien réflectivité >80%) ;
- Inspections semestrielles et reprises localisées ;
- Contrôles points singuliers (relevés, pénétrations).
- Renouvellement de la peinture tous les 5-8 ans.

Vigilance :

- Risque sur la garantie décennale : la peinture sur étanchéité reste, à ce jour, classée comme "Technique Non-Courante".

Retour sur investissement

La mise en œuvre de revêtements réfléchissants permet de **réduire les consommations énergétiques estivales** liées au confort thermique, générant sur cette période des **économies estimées entre 8 et 15 k€** pour un site de 5 000 m². Cette réduction de consommation permettrait également d'éviter l'émission de 3 à 5 tCO₂eq/an (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026).

Toutefois, ces gains estivaux doivent être mis en regard de l'effet inverse en hiver : la réduction des apports solaires peut augmenter les besoins de chauffage. Le bilan économique annuel peut ainsi être sensiblement inférieur aux économies réalisées en été, voire, selon les caractéristiques et la localisation du bâtiment, les annuler (d'après le CSTB, 2024).

En zone urbaine dense, la généralisation des surfaces réfléchissantes contribue à **abaisser la température ambiante extérieure de 0,5 à 1°C**, participant ainsi à la lutte collective contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain et améliorant le confort des abords immédiats du site (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires (hors alimentaires) exposés fréquemment aux fortes chaleurs, sous réserve d'accessibilité aux toitures. La solution est optimale pour les entrepôts logistiques indépendants, centres commerciaux et grandes surfaces. Elle peut être applicable aux commerces de proximité et bâtiments bureaux.

Pré-requis

Avant toute intervention, l'entreprise doit disposer de :

- D'un audit thermique complet ;
- D'une validation par analyse de l'état des structures et toitures. L'absence de désordres majeurs (nécessitant réfection complète), et la vérification de l'adhérence du support conditionnent la validation de cette solution ;
- D'un accord écrit de l'assureur validant le maintien des garanties existantes sur l'assurance décennale avant travaux, la solution étant considérée comme "pratique non courante par les assureurs" ;

Les travaux sont également conditionnés par les deux points suivants :

- Une fenêtre météo de 4-5 jours consécutifs propice aux travaux (T^{ext} entre 5-35°C, humidité <85%, absence de pluie) ;
- Existence d'un accès sécurisé : lignes de vie, garde-corps, plan de prévention renforcé pour toitures de hauteur > 8m.

Risques de maladaptation

- Transfert de vulnérabilité hivernale : la réduction excessive des apports solaires en hiver peut augmenter les besoins de chauffage de 8 à 12% en climat continental, risquant d'annuler le bénéfice carbone global.

Pour éviter cela, réaliser en amont une simulation thermique dynamique (STD) intégrant un bilan des consommations avec la solution entre période hivernale et période estivale.

- Vulnérabilité aux précipitations extrêmes : un coating mal drainé favorise la stagnation d'eau et génère une surcharge structurelle. Il est nécessaire de vérifier la compatibilité de la solution avec la stratégie de gestion des eaux pluviales du site. Le cas échéant, dimensionner et intégrer des exutoires.
- Intégration des projections climatiques : une solution dimensionnée pour une température de +3°C peut être insuffisante si le réchauffement local dépasse +5°C à horizon 2050, nécessitant une climatisation d'appoint (maladaptation progressive).
- Risque de pollution des eaux pluviales : les peintures synthétiques contiennent des microplastiques, qui sont transportés par les eaux de ruissellement et constituent un risque de pollution des milieux d'infiltration.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un audit thermique initial comprenant STD, cartographie infrarouge, relevé des consommations sur 12 mois, rapport zones prioritaires ;
- ☐ Inspecter l'état de la toiture : fiche état support (présence fissures/cloques, pentes) avec photos géolocalisées ;
- ☐ Réaliser une étude hygrothermique pour valider l'absence de risque de condensation interstitielle ;
- ☐ Effectuer des tests d'adhérence : 3 éprouvettes minimum par type de support.
- ☐ Estimer le ROI pour chaque scénario compatible ;
- ☐ Cibler un seuil de rentabilité < 10 ans si possible ;
- ☐ Pour le choix du produit, s'appuyer sur la fiche technique mentionnant : un SRI ≥ 82 , une certification sur la performance au feu selon normes en vigueur et la compatibilité du support ;
- ☐ Contacter les assurances avant installation et valider par accord écrit de l'assurance décennale avec maintien des garanties existantes ;
- ☐ S'assurer du nettoyage du support par dégraissage, brossage, et lavage haute pression contrôlé ;
- ☐ Faire réaliser un test prouvant que l'humidité du support <4% ;
- ☐ Réaliser les réparations préalables : colmatage des fissures, purge des cloques, ancrage des panneaux photovoltaïques identifiés comme non-résistants à 1,5MPa ;
- ☐ Protéger les installations (CVC, panneaux photovoltaïque, exutoires, signalétique, zones sensibles) par bâchage ;
- ☐ Faire appliquer un primaire d'accrochage en couche uniforme avec respect des temps de séchage (4-8h selon T°) ;
- ☐ Effectuer les passes de coating (2-3 passes croisées, contrôle épaisseur humide 200-250 μm /passe) ;
- ☐ Traiter les points singuliers par application de bandes de renfort, de 2 passes supplémentaires, et réaliser des tests d'étanchéité spécifiques sur ces zones.
- ☐ Faire réaliser des contrôles qualité en réception : l'épaisseur sèche (cible : $\geq 400 \mu\text{m}$) ; un SRI ≥ 82 ; une adhérence $> 1,5 \text{ MPa}$;
- ☐ Effectuer les tests fonctionnels : manœuvres exutoires, écoulement eaux pluviales, inspection exhaustive ;
- ☐ Récupérer le dossier final : plan tel que construit, notice entretien, attestations conformité, garanties.

Indicateurs de suivi

KPI 1

°C

Différence de température de surface en toiture
Cible : $\Delta T \geq 15^{\circ}\text{C}$ (jour ensoleillé, 2h-16h, $T^{\text{ext}} > 30^{\circ}\text{C}$)

KPI 2

%

Taux de réflectivité effectif
Cible : SRI $\geq 80\%$ valeur initiale
Exemple : si initial = 82 $\rightarrow$ min = 66

Exemples et liens utiles

- Guide technique d'évaluation des toitures thermo-réfléchissantes, [Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique](#), 2026 ;
- Étude d'impact des peintures réfléchissantes mises en œuvre en toiture de bâtiments tertiaires, [CSTB](#), 2024 ;
- Fiche solution - Systèmes réfléchissants, [ADEME](#).

Solutions associées

- [Fiche 2 - Préconisations générales concernant l'évaluation des risques ;](#)
- [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire ;](#)
- [Fiche 13 - Planifier et permettre la surventilation nocturne ;](#)
- [Fiche 23 - Climatisation raisonnée : intégration et points de vigilance ;](#)
- [Fiche 24 - Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture.](#)

CONSIDÉRER DES MATÉRIAUX FAVORISANT LE DÉPHASAGE THERMIQUE EN TOITURE



10

SOLUTION TECHNIQUE



Image générée par IA

Objectifs

- Améliorer l'isolation des toitures pour décaler la restitution de chaleur emmagasinée, à des périodes d'inoccupation du bâtiment ;
- Réduire l'inconfort thermique pour les usagers tout en évitant le recours à la climatisation.

Description

Avec la multiplication des épisodes caniculaires, la toiture devient un point critique de surchauffe des bâtiments commerciaux et logistiques. Le choix des matériaux isolants ne se limite plus à leur seule résistance thermique : le **déphasage thermique**, c'est-à-dire la capacité à retarder la pénétration de la chaleur, devient un critère déterminant pour préserver le confort d'été sans recourir systématiquement à la climatisation. Cette fiche guide le choix d'isolants performants en déphasage lors de travaux de rénovation de toiture.

Plus le délai entre le pic de chaleur extérieur et sa restitution à l'intérieur est long, mieux les occupants sont protégés. Ce délai, appelé déphasage thermique, se mesure en heures et dépend du type d'isolant choisi.

- Concrètement, un isolant avec un **déphasage de 10 heures** retardera l'entrée de la chaleur jusqu'en soirée, quand les températures baissent naturellement, permettant ainsi d'aérer efficacement.
- À l'inverse, un **déphasage de 4 heures** laissera la chaleur envahir l'intérieur en plein après-midi, au moment où les besoins de rafraîchissement sont les plus élevés.

Parmi la variété d'isolants actuellement présents sur le marché, on retrouve :

- Les **isolants biosourcés** se distinguent particulièrement par leurs performances élevées :
 - 15 heures de déphasage pour les panneaux de fibre de bois ;
 - 13 heures pour le liège ;
 - 10 heures pour la ouate de cellulose.
- Les **isolants minéraux** offrent des performances moindres :
 - 10 heures pour l'argile expansée ;
 - 6 heures pour le verre cellulaire ;
 - 3 heures pour la laine de verre et 4 heures pour la laine de roche.
- Les **isolants issus de la pétrochimie** présentent des résultats comparables :
 - 6 heures pour le polyuréthane ;
 - 4 heures pour le polystyrène.

A noter que pour les régions du sud de la France, il est aujourd'hui recommandé de viser un déphasage d'au moins 10 à 12 heures.

Le choix final devra intégrer les critères suivants :

1. Le **poids volumique** de l'isolant (compatibilité avec la structure porteuse) ;
2. Le **classement au feu** selon les normes et/ou réglementations en vigueur ;
3. La **destination d'usage** (toiture terrasse, couverture en pente, etc.).

- Une attention particulière sera portée à la capacité portante de la charpente, notamment pour les grandes surfaces commerciales et logistiques où les structures métalliques légères peuvent nécessiter un renforcement.

Au-delà du confort thermique immédiat, un bon déphasage permet de réduire, voire d'éviter, l'installation d'une climatisation, générant ainsi de réelles économies d'énergie et limitant les rejets de chaleur vers l'extérieur. Pour s'en assurer, cette solution doit s'inscrire dans une stratégie globale d'adaptation aux fortes chaleurs, combinant isolation performante, protections solaires et ventilation nocturne (cf. mesures mentionnées dans la [Fiche 23 - Climatisation raisonnée - intégration et points de vigilance](#)).

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Enveloppe

Étapes

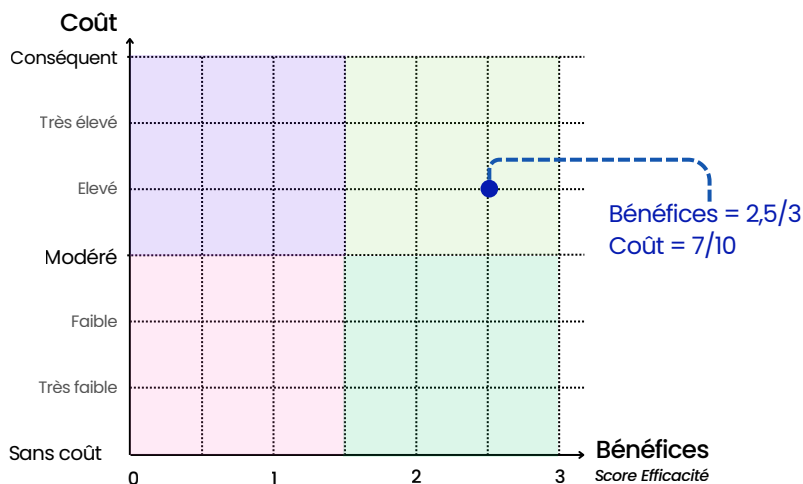
Rénovation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le choix et dimensionnement de l'isolant sont adaptés aux volumes d'air à gérer, aux projections climatiques futures, et respectent les contraintes structurelles, réglementaires et hygrothermiques ;
- Un entretien régulier et une maintenance préventive sont mis en place suivant les consignes fournies à la livraison.

Pour que l'efficacité soit maximale (**3/3**), il faut que cette solution soit combinée à une stratégie globale d'adaptation aux fortes chaleur.



Rapidité d'effet

10

Immédiate



Efficace dès livraison.

Durée de réalisation

Moyenne



Durée totale : 5-9 mois

- Conception : 2-3 mois (audit thermique, choix et études de conception) ;

- Travaux : 3-6 mois selon surface, usage et inclinaison des toitures-terrasses, couverture en pente, etc.

Co-bénéfices

- Réduction des consommations énergétiques et atténuation climatique ;
- Résilience énergétique en cas de pics de consommation (lié à l'évitement de solutions de rafraîchissement actif).

Estimations budgétaires

CAPEX :



60-120€/m² selon isolant et configuration

- 15-25 €/m² pour la dépose d'une ancienne isolation + préparation support ;
- 30-50 €/m² pour la fourniture d'un isolant biosourcé (type fibre de bois 200mm) ;
- 15-45 €/m² pour la fourniture d'une étanchéité/couverture + pare-vapeur.

d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

1,5-3 €/m²/an

- Inspection biannuelle (état étanchéité et fixations) ;
- Entretien préventif dont nettoyage et petites réparations ;
- Contrôle hygrométrique annuel (détection condensation).

Retour sur investissement

On estime que l'isolation des toitures par usage d'isolant biosourcés peut entraîner une réduction de 30 à 50% des besoins en climatisation (soit 15 à 25 kWh/m²/an par site).

Cela représente une économie d'environ 16,5 à 27,5k€/an pour un site de 5000m², ce qui conduirait à un **retour sur investissement estimé entre 11 à 22 ans** (Exemple construit d'après les estimations de Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires avec toiture accessible aux travaux de rénovation. La solution est optimale pour les centres commerciaux, grandes et moyennes surfaces et entrepôts logistiques, et peut être applicable aux commerces de proximité et bâtiments de bureaux selon configuration, sous conditions structurelles.

Pré-requis

L'entreprise doit disposer au préalable :

- D'un diagnostic thermique complet identifiant les besoins de rafraîchissement et les caractéristiques de la toiture existante.

Puis, au fur et à mesure de la conception :

- D'une étude hygrothermique validant l'absence de risque de condensation interstitielle ;
- D'une note de calcul structure validant la surcharge admissible ;
- D'un plan de traitement des ponts thermiques ;
- D'un test d'infiltrométrie de l'existant ;
- D'un dimensionnement de la ventilation compensatoire pour éviter un effet "thermos".

Risques de maladaptation

- Aggravation de l'îlot de chaleur urbain en cas d'albédo faible : Une toiture sombre post-rénovation (Exemple : membrane en bitume noire) augmente l'absorption du rayonnement solaire et contribue à la surchauffe urbaine ;

Pour éviter cela, imposer un revêtement clair (cool roof, albédo > 0,65 selon normes en vigueur - cf. [Fiche 9 - Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#)) ou des solutions de végétalisation complémentaires.

- Réduction de la capacité d'adaptation future : Un isolant non démontable (collage intégral) bloque l'installation ultérieure de panneaux solaires ou de végétalisation.

Il est recommandé de privilégier des systèmes réversibles (fixation mécanique, proscrire le collage) et de prévoir une réserve de charge de 30 kg/m² (évolutions futures).

- Transfert de vulnérabilité vers d'autres aléas : Une isolation lourde sans drainage adapté crée un risque d'infiltration par stagnation des eaux pluviales.

La solution doit s'intégrer à l'évacuation des eaux pluviales du site et garantir une pente minimale d'écoulement de 2 %.

Indicateurs de suivi

KPI 1

°C

Différence de température intérieure en été (avant/après travaux)
Cible : $\Delta T \geq 3^\circ\text{C}$ (journée avec $T^{\text{ext}} > 32^\circ\text{C}$)

KPI 2

Nombre /An

Fréquence d'inspections annuelles (état étanchéité, évacuations EP, fixations, absence de condensation interstitielle)
Cible : minimum 2/an (post-hiver et post-été).

Exemples et liens utiles

- "Tout savoir sur l'isolation" - Modules "Isoler le toit" et "Boîte à outils", [Plateforme Agir pour la transition écologique](#), 2025 ;
- Article "Quel est le meilleur isolant thermique pour une isolation efficace ?", [Baisse les watts](#).

Check-list pour une mise en œuvre réussie

10

- ☐ Réaliser un audit thermique : diagnostic de performance énergétique (DPE) avec étude déphasage thermique actuel et préconisations de choix de matériaux ;
- ☐ Faire vérifier la capacité portante au moyen d'une étude de structure validant la surcharge maximale admissible ;
- ☐ Contrôler les infiltrations d'air de l'existant par réalisation d'un test d'infiltrométrie (cible < 1 m³/h.m² sous 4 Pa selon normes en vigueur) ;
- ☐ Réaliser une étude hygrothermique et valider l'absence de condensation interstitielle ;
- ☐ Choisir un isolant sur fiche technique, favorisant : déphasage ≥ 10 h, conductivité thermique λ , réaction au feu (classement minimum selon normes en vigueur en ERP), poids ;
- ☐ Étudier le dimensionnement de la ventilation compensatoire en priorisant si possible le free-cooling nocturne. Un débit de soufflage de 0,6-0,8 vol/h devra être assuré. Les VMC double-flux sont fortement recommandées ;
- ☐ S'assurer du traitement des ponts thermiques sur validation d'un plan d'exécution détaillé (détails acrotères, relevés, pénétrations, etc.) pour éviter 20-30 % de déperdition ;
- ☐ S'assurer de la qualification de l'entreprise à la mise en œuvre d'isolants biosourcés (différente des isolants minéraux) ;
- ☐ En amont de la mise en œuvre, déposer l'ancienne isolation et nettoyer les supports ;
- ☐ S'assurer d'une planéité ± 5 mm/2 m, propreté, siccité < 3 % ;
- ☐ Poser un pare-vapeur hygro-régulant continu et contrôler le recouvrement (cible ≥ 10 cm) et l'adhésivation des joints ;
- ☐ Poser l'isolant, vérifier le respect d'une épaisseur de ± 5 mm, des joints croisés entre les lits et tester son étanchéité à l'eau ;
- ☐ Mettre en œuvre le complexe d'étanchéité et le tester (mise en charge de 24 h pour les toitures terrasses) ;
- ☐ Réaliser le test d'infiltrométrie final selon les normes en vigueur.
→ Une amélioration des mesures ≥ 30 % par rapport au test initial est attendue ;
- ☐ Réaliser un contrôle thermographique par rayonnement IR pour vérifier l'absence de ponts thermiques ($\Delta T < 2^\circ\text{C}$ entre zones courantes et singularités) ;
- ☐ Vérifier les débits réels de ventilation et exiger une conformité de ± 10 % vs dimensionnement ;
- ☐ Exiger une formation du gestionnaire de site à la maintenance préventive, et points de contrôle de la toiture ;
- ☐ Exiger la remise du livret entretien (notices d'utilisation et de maintenance) et de la documentation d'exécution (plans d'exécutions, DOE).

Solutions associées

- [Fiche 9 - Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#) ;
- [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire](#) ;
- [Fiche 13 - Planifier et permettre la surventilation nocturne](#) ;
- [Fiche 24 - Climatisation raisonnée : intégration et points de vigilance](#) ;
- [Fiche 24 - Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture](#).

Retour d'expérience

ELECTRO DEPOT



Arnaud Florent
Responsable Transition écologique
Bâtiment et Exploitation



Rénover l'enveloppe des bâtiments :

adapter les magasins aux fortes chaleurs tout en réduisant leur consommation d'énergie

Retour d'expérience sur un programme de rénovation de l'enveloppe des bâtiments visant à **améliorer le confort thermique** des magasins, **réduire les consommations énergétiques** et **renforcer leur résilience** face aux épisodes de chaleur de plus en plus fréquents.

Penser la rénovation du bâtiment comme un levier d'adaptation

Face à l'intensification des vagues de chaleur, Electro Dépôt intègre désormais l'adaptation au changement climatique dans ses opérations de rénovation immobilière. Au-delà des enjeux de maintenance et de performance énergétique, ces travaux visent également à améliorer le confort thermique dans les bâtiments.

L'objectif est double : maintenir de bonnes conditions de travail et d'accueil pour les collaborateurs et les clients tout en limitant les besoins en chauffage et en climatisation.

Les rénovations sont ainsi pensées dans une approche globale de l'enveloppe du bâtiment, en associant plusieurs interventions complémentaires :

- Dépose de l'ancienne étanchéité,
- Remise à nu du bac acier
- Ajout d'une isolation plus performante et plus légère d'un R de 4,5
- Pose d'une membrane blanche coolroof réfléchissante

Cette opération permet de gagner environ 20 nad/m² pour implanter une centrale photovoltaïque.



7 magasins rénovés en 2025 / 2026

- ⇒ 7 rénovations de toitures incluant le remplacement des skydomes
- ⇒ 2 rénovations de façades



*L'ensemble des travaux a été réalisé **en site occupé**, sans fermeture des magasins. Les chantiers, d'une durée de **1 à 3 semaines**, génèrent ponctuellement du bruit et de la poussière, mais restent compatibles avec la poursuite de l'activité commerciale lorsque leur préparation est anticipée avec les équipes du magasin.*

Retour d'expérience

ELECTRO DEPOT

Des bénéfices mesurés sur le confort, la consommation d'énergie et la résilience

Un an après les travaux, les résultats constatés sont très encourageants.

Le premier bénéfice est humain.

Les collaborateurs soulignent une amélioration sensible du confort thermique, aussi bien pendant les épisodes de fortes chaleurs qu'en hiver.

Pilotage des consignes de températures intérieures :

18 °C
en hiver

24 °C
en été

avec une adaptation à la hausse lorsque les températures extérieures deviennent exceptionnellement élevées.

L'amélioration de l'enveloppe du bâtiment permet désormais d'atteindre plus facilement ces objectifs tout en sollicitant moins les systèmes de chauffage et de climatisation.

Ce retour d'expérience illustre qu'une même opération peut générer un **double bénéfice** : contribuer à la décarbonation du bâtiment grâce à une baisse des consommations d'énergie, tout en renforçant sa capacité à faire face aux épisodes de chaleur. Certaines solutions présentent ainsi un intérêt à la fois pour l'**atténuation** et pour l'**adaptation** au changement climatique.



Lomme (59)

⇒ Rénovation toiture + façade

-36 %

de consommation énergétique
sur une année

*-30 % de consommation en juin 2026 marqué par
plusieurs épisodes de fortes chaleurs
-25 % de consommation en hiver*



Metz (57)

⇒ Rénovation toiture

-20 %

de consommation énergétique
sur une année



« Cette première campagne nous confirme qu'une rénovation globale de l'enveloppe du bâtiment apporte des bénéfices rapides, tant sur le confort thermique que sur les consommations énergétiques. Sans pouvoir encore le mesurer précisément, je pense également que la baisse des températures en toiture permettra de maintenir la performance et la durabilité des équipements techniques installés en toiture. Ces résultats reposent toutefois sur une mise en œuvre de qualité : il est essentiel de s'entourer d'entreprises expérimentées afin de garantir les performances dans la durée. »

Arnaud Florent

3 enseignements clés

- 1- **Raisonner à l'échelle de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment** en associant différents travaux lors d'une même opération permet d'améliorer durablement les performances thermiques et d'optimiser les investissements réalisés
- 2- **Anticiper l'organisation des travaux** avec les équipes du magasin pour limiter les perturbations d'exploitation
- 3- **S'entourer d'entreprises expérimentées** pour garantir la qualité de la mise en œuvre et la pérennité des performances.

Ces opérations illustrent les synergies possibles entre adaptation au changement climatique et décarbonation : lorsqu'elles sont pensées conjointement, ces deux démarches se renforcent mutuellement et permettent d'optimiser les investissements réalisés.

INSTALLER DES DISPOSITIFS DE PROTECTION SOLAIRE

SOLUTION TECHNIQUE



11



Image générée par IA

Objectifs

- Réduire l'apport d'énergie solaire (lumière, chaleur) en intérieur en périodes chaudes ;
- Limiter l'inconfort thermique pour les usagers et les impacts sur les stocks sensibles en intérieur du bâti.

Description

Face à l'intensification des vagues de chaleur (projections d'évolution climatiques régionales comprises entre +2 et +4°C d'ici 2050 selon les scénarios SSP4-4.5 et SSP5-8.5 du GIEC), les bâtiments commerciaux et tertiaires existants, dotés de larges surfaces vitrées, subissent des surchauffes estivales critiques pour le confort de leurs occupants et la maîtrise de leurs consommations énergétiques. L'installation de dispositifs de protection solaire constitue une solution d'adaptation prioritaire, permettant de bloquer 60 à 80% du rayonnement solaire direct sur les parois vitrées tout en préservant les apports bénéfiques en hiver (chaleur, lumière naturelle).

Cette action s'inscrit dans une stratégie globale de résilience climatique combinant à la fois réduction des besoins en climatisation (atténuation) et amélioration du confort thermique passif (adaptation). Des protections solaires de type amovibles ou orientables, bien dimensionnées permettent de réduire les besoins en climatisation de 15 à 20% en été, tout en limitant les déperditions thermiques de 10 à 15% en hiver. (exemple construit d'après Bureau Veritas Solutions, 2026).

Le choix du dispositif repose sur la réalisation en amont d'un **diagnostic de l'ensoleillement et de l'orientation** des façades, qui identifie les zones et menuiseries les plus exposées au rayonnement solaire (Sud, Sud-Ouest, Ouest, Sud-Est). Les vitrages des halls commerciaux, bureaux vitrés, locaux de vente, zones logistiques avec façades translucides sont tout autant de zones à risques.

Plusieurs types de protections peuvent être déployés :

- **débords horizontaux et casquettes**, sont recommandés pour les façades exposées au Sud ;
- **brise-soleil verticaux ou orientables** pour les façades Est et Ouest ;
- **stores extérieurs motorisés** ;

Ces ouvrages extérieurs sont fixés sur la façade ou sur les menuiseries existantes avec des consoles métalliques (rails ou supports) dimensionnées pour résister aux charges de vent et aux contraintes climatiques.

Les dispositifs motorisés doivent être équipés d'un système de commande piloté par la GTB (ou automates locaux), permettant l'ouverture/fermeture automatique en fonction de la luminosité, de la température extérieure, des horaires d'exploitation. Ils peuvent être couplés avec des capteurs soleil/vent pour assurer une mise sous protection en cas de rafales.

- **films solaires** avec ou sans effet "miroir" pour des grandes surfaces vitrées, dômes, éléments vitrés en toiture, etc.

Ils constituent une solution peu coûteuse et efficace sur la réduction des températures ressenties en intérieur. Toutefois, une étude de compatibilité doit être réalisée afin d'adapter la typologie de film et le protocole de pose aux caractéristiques des vitrages à traiter et à leur contexte (épaisseur, exposition, présence de stores, climat, etc.) afin d'éviter les risques de jaunissement, de casses thermiques de vitrages (liées à une dilatation), et de perte de transparence (selon la qualité de films retenus).

- **protections intérieures** (brises-soleils, stores, etc.)

Pour les sites où les traitements extérieurs ne sont pas possibles (contraintes urbanistiques, façades classées, circulations poids lourds proches), des protections intérieures performantes peuvent être installées. Bien que moins efficaces que les protections extérieures, ces solutions permettent néanmoins de réduire les apports directs et d'améliorer la diffusion de la lumière.

La mise en service comprend la vérification du fonctionnement des motorisations, le calibrage des seuils de luminosité et de température, la programmation horaire, et un contrôle de l'intégration avec les systèmes de ventilation ou de free-cooling lorsqu'ils existent.

Le choix des types de protections (fixes/amovibles ; intérieures/extérieures) dépendra de l'orientation des vitrages, des contraintes techniques et réglementaires, du budget, de l'esthétique attendue, de la capacité de maintenance, etc.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Enveloppe extérieure

Étapes

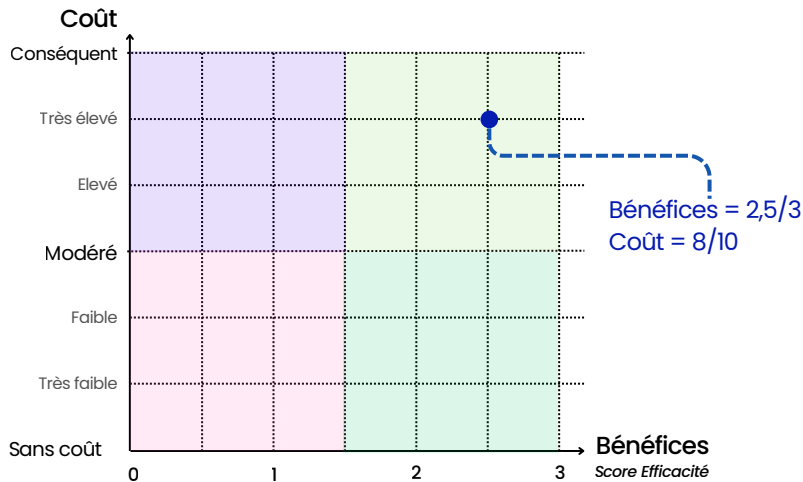
Rénovation

Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement repose sur un audit thermique avec Simulation Thermique Dynamique (STD) (intégrant les projections climatiques) et d'ensoleillement (type héliodon) voire sur une étude d'éclairement naturel ;
- Les choix de dispositifs sont adaptés par orientation selon les préconisations de la simulation héliodon ;
- Toutes les pratiques d'installation décrites dans la "Check-list pour une mise en œuvre réussie" sont respectées ;
- Le monitoring thermique et énergétique sur 2 ans permettra de valider l'efficacité de la mesure.



Rapidité d'effet

11

Immédiat



Efficacité immédiate, mesurable et quantifiable sur les premières années suivant les travaux.

Durée de réalisation

Moyenne

3 à 7 mois



- Conception : 2-3 mois (STD, étude héliodon, dimensions, choix et consultations) ;

- Travaux : 1-4 mois selon typologie et ampleur. Stores amovibles et films : <1 mois ; Brise-soleils fixes structurels : 3-4 mois.

Co-bénéfices

- Réduction des consommations énergétiques liées à
 - l'éclairage artificiel ;
 - le besoin estival de climatisation, hivernal de chauffage ;
- Amélioration confort visuel par utilisation adaptée de la lumière naturelle.

Estimations budgétaires

CAPEX :



80-250€/m²

de surface vitrée protégée, variable selon dispositif et complexité.

- 50 €/m² (fourniture), 15-50€/m² (pose) pour des films solaires selon accessibilité de l'ouvrage ;
- 40-80 €/m² pour des stores extérieurs (fourniture seule) ;
- 80-150 €/m² pour des brise-soleils fixes en aluminium (fourniture seule) ;
- 120-200 €/m² pour des systèmes motorisés intelligents (fourniture seule).

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

3-8/m²/an

Selon dispositif et complexité.

- Entretien préventif (nettoyage semestriel, vérification fixations, lubrification mécanismes) ;
- Maintenance motorisation si applicable (contrôle capteurs, programmation, remplacement batteries) ;
- Réparations courantes.

Cas spécifique des films solaires :

- Nettoyage annuel ;
- Remplacement à prévoir après 12 à 15 ans.

Bénéfices

Les surfaces vitrées seraient responsables des 2/3 des apports de chaleur en été dans un bâtiment. (Source : Guide des actions adaptatives au changement climatique, OID, 2024)

L'installation de dispositifs de protection solaire constitue une solution d'adaptation prioritaire, permettant de **bloquer 60 à 80% du rayonnement solaire direct** sur les parois vitrées. (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Bon à savoir

Au sujet des films solaires, l'Association Française du Film Adhésif a été créée en Septembre 2026. Elle regroupe tous les acteurs de la chaîne, du fabricant au poseur et vise à définir et partager les règles de l'art au sujet de ces types de dispositifs.

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés, disposant d'importantes surfaces vitrées (bureaux et centres commerciaux principalement).

Des contraintes peuvent exister pour les commerces en pied d'immeuble (copropriété, urbanisme, etc.).

Pré-requis

Cette mesure doit s'intégrer à une stratégie d'adaptation aux fortes chaleurs combinant :

- une isolation performante (cf. [Fiche 10 – Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture](#)) ;
- des revêtements d'enveloppe clair (cf. [Fiche 9 – Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#)) ;
- l'optimisation des menuiseries (cf. [Fiche 12 – Considérer le facteur solaire des menuiseries et/ou le ratio de surface vitrée selon les orientations en rénovation](#)) ;
- de la ventilation nocturne (cf. [Fiche 13 – Planifier et permettre la sur-ventilation nocturne](#)) et/ou des dispositifs de rafraîchissement sobres (cf. [Fiche 23](#) et [Fiche 24](#)).

Risques de limites techniques

- Aggravation de l'inconfort hivernal (régions du Nord) : des protections surdimensionnées bloquent les apports solaires en hiver, ce qui contribue à l'augmentation des besoins de chauffage et d'éclairage ;
- Pour éviter cela, il est nécessaire d'adapter le positionnement des protections selon la course solaire par la réalisation d'une étude héliodon complète, et de privilégier des dispositifs amovibles ou orientables.
- Effet rebond énergétique : installer des protections solaires sans réduire les surfaces vitrées excessives ou sans effort global sur l'enveloppe ne réduira pas les besoins de rafraîchissement actif (exemple : climatisation). Cette mesure doit être combinée à une stratégie d'adaptation aux fortes chaleurs globale, et notamment à la solution développée en [Fiche 12](#) ;
 - Blocage de la ventilation naturelle : des protections fixes peuvent obstruer les ouvertures des menuiseries ouvrantes, rendant la sur-ventilation nocturne impossible. Il est impératif de concevoir des dispositifs compatibles avec l'aération. Exemple : brise-soleils à lames espacées, stores relevables, etc.
 - Inadaptation des films solaires aux vitrages et leur contexte : peut induire le remplacement des vitrages (sinistralité constatée).

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un audit d'inconfort thermique d'été avec STD (intégrant les scénarios de projection climatique) : identifier les points de vulnérabilité bâtementaire (inertie, isolation, ratio parois vitrées, protections solaires, apports internes) et les zones de surchauffe ($T^o > 28^{\circ}\text{C}$ >100h/an) ;
 - ☐ Effectuer un relevé architectural des façades : plans façades avec côtes fenêtres, matériaux, état supports, équipements existants ;
 - ☐ Réaliser une simulation héliodon (course solaire : angles incidence solaire été et hiver avec solstices, par orientation) pour choisir le type de protection le plus adapté ;
 - ☐ Choisir des dispositifs en s'appuyant sur le budget, l'orientation, l'efficacité, la maintenance, l'esthétique et les autres usages (aération, etc.) ;
 - ☐ Valider le choix de type de protection puis calculer le dimensionnement par STD (via le modèle créé initialement) ;
 - ☐ Valider les exigences réglementaires en vigueur selon que l'ajout de protections solaires se fasse seul ou en accompagnement du remplacement de vitrages ;
 - ☐ Obtenir les autorisations d'urbanisme nécessaires (Déclaration préalable travaux), autorisation ABF si façade classée/protégée, autorisation AG copropriété votant travaux si applicable) ;
 - ☐ Obtenir et valider les plans d'exécution et les fiches techniques des produits avant lancement des travaux : plans de calepinage, détails fixations, notes de calcul structures validés par BET (si applicable), fiches techniques, PV essais résistance ;
 - ☐ Assurer une réception à travers des tests statiques (ancrages testés en traction, aplombs/niveaux) et dynamiques (manœuvre manuelle/automatique et motorisation testée le cas échéant, capteurs vent/soleil calibrés, mode repli testé en cas d'alerte vent si applicable) ;
 - ☐ Signer un PV de réception contradictoire par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et l'entreprise, actant le transfert de responsabilité et le démarrage de la garantie décennale ;
 - ☐ Exiger une documentation complète avant de valider les travaux : notices ou fiches techniques décrivant les caractéristiques des protections installées, plans d'exécution, DOE (dossier ouvrages exécutés), notices utilisation/maintenance.
- Cas spécifique des films solaires :
- ☐ Réaliser une étude de compatibilité au préalable.

Indicateurs de suivi

KPI 1



Réduction température intérieure estivale (par rapport à la T^o extérieure)
Cible : Réduction $\geq 3^{\circ}\text{C}$ (ex. : $32^{\circ}\text{C} \rightarrow 29^{\circ}\text{C}$)

KPI 2

Nombre /An

Fréquence des interventions de maintenance
Cible : minimum 2/an (post-hiver et post-été)

Exemples et liens utiles

- Fiche "Mise en place de protections solaires fixes ou mobiles sur les façades exposées" - [ADEME](#), 2018 ;
- "Le brise-soleil fixe : une protection contre le soleil et la chaleur", [Adaptaville](#) ;
- "Installer des protections solaires mobiles extérieures (stores, volets, persiennes, ...)", [Adaptaville](#) ;
- Fiche "Installer des dispositifs de protections solaires", [OID](#), 2024 ;
- Retour d'expérience de la ville de Poissy sur Plus frais au travail, [ADEME & INRS](#), 2026.

Solutions associées

- [Fiche 9 – Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#) ;
- [Fiche 10 – Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture](#) ;
- [Fiche 12 – Considérer le facteur solaire des menuiseries et/ou le ratio de surface vitrée selon les orientations en rénovation](#) ;
- [Fiche 13 – Planifier et permettre la surventilation nocturne](#) ;
- [Fiche 23 – Climatisation raisonnée : intégration et points de vigilance](#) ;
- [Fiche 24 – Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture](#).

Retour d'expérience

ELECTRO DEPOT



Arnaud Florent
Responsable Transition écologique
Bâtiment et Exploitation



*Maîtriser les apports solaires des façades vitrées :
améliorer le confort d'été tout en réduisant les consommations énergétiques*

Retour d'expérience sur différentes solutions de protection solaire déployées par Electro Dépôt afin de **limiter les apports solaires et les surchauffes estivales** dans les bâtiments fortement vitrés et **d'améliorer les conditions de travail** des collaborateurs.

Limiter les apports solaires avant de climatiser

Electro Dépôt privilégie les solutions passives permettant de limiter les apports de chaleur dans les bâtiments avant de recourir aux équipements de climatisation.

L'enseigne a ainsi engagé une démarche progressive sur son parc immobilier afin d'améliorer le confort thermique des collaborateurs tout en réduisant les consommations d'énergie.

Les **locaux sociaux de l'ensemble des magasins** sont désormais équipés de **stores extérieurs**, qui permettent de limiter les apports solaires tout en préservant la luminosité naturelle.

En complément, lorsque certaines configurations architecturales présentent des contraintes particulières, Electro Dépôt étudie au cas par cas le recours à d'autres solutions, comme les **films solaires**.

Des solutions adaptées à chaque configuration

Même si aucun suivi instrumenté n'a encore été réalisé sur les effets de la pose de stores extérieurs au vu de la taille des locaux concernés par rapport à l'ensemble du bâtiment, les retours des collaborateurs sont unanimes : le confort thermique est nettement amélioré pendant les périodes estivales.



Certaines situations nécessitent toutefois des réponses spécifiques :

⇒ exemple du magasin de **Cormontreuil**.

Installé dans une ancienne concession automobile dont les deux façades entièrement vitrées, orientées plein sud et Ouest et haute de près de **8 mètres**, généraient d'importantes surchauffes en période estivale. Les équipes y subissaient des températures très élevées, allant jusqu'à provoquer plusieurs malaises

Retour d'expérience

ELECTRO DEPOT

Afin de concilier efficacité thermique et confort visuel, **Electro Dépôt a retenu la pose de films solaires :**

- un **film à très haute performance sur la partie haute des vitrages ;**
- un **film légèrement moins réfléchissant sur la partie basse** afin de limiter l'effet miroir et garder la visibilité sur le magasin depuis l'extérieur.

⇒ **Cette combinaison permet de conserver une excellente luminosité naturelle à l'intérieur du bâtiment tout en réduisant fortement les apports de chaleur.**

Retour d'expérience de l'opération

⇒ Trois ans après leur installation, les films solaires n'ont présenté **aucune dégradation** particulière.

⇒ Les équipes soulignent une **nette amélioration du confort thermique** pendant les épisodes de fortes chaleurs.

⇒ **Consommations de climatisation** du bâtiment en été : environ **- 40 %** sur la période suivante.



Des essais réalisés sur les **skydomes** ont été peu concluants. La forme bombée des équipements ainsi que la nature du matériau se sont révélées incompatibles avec la pose de films solaires, ne permettant pas d'obtenir un résultat satisfaisant. Cette expérimentation confirme l'importance **d'adapter les solutions retenues aux caractéristiques techniques des différents éléments du bâtiment.**



« Les protections solaires extérieures constituent un levier très efficace pour améliorer le confort d'été sans dégrader la luminosité des espaces de travail. Notre retour d'expérience montre également qu'il est important d'adapter la solution à la configuration du bâtiment. Enfin, les essais que nous avons réalisés rappellent qu'il est indispensable de tester la compatibilité des matériaux avant tout déploiement à grande échelle. »

Arnaud Florent

CONSIDÉRER LE FACTEUR SOLAIRE DES MENUISERIES ET/OU LE RATIO DE SURFACE VITRÉE SELON LES ORIENTATIONS EN RÉNOVATION



12

SOLUTION TECHNIQUE

FAIBLE FACTEUR SOLAIRE

FORT FACTEUR SOLAIRE



Objectifs

- Optimiser l'apport d'énergie solaire (balance lumière - chaleur) vers l'intérieur du bâtiment selon les saisons ;
- Réduire le transfert thermique vers l'intérieur du bâtiment en été, tout en bénéficiant de luminosité naturelle ;
- Ne pas dégrader les apports solaires en période hivernale en privilégiant la réduction du transfert thermique en été.

Description

La surchauffe estivale dans les bâtiments existants génère des coûts de climatisation mesurables et un inconfort thermique quantifiable en heures annuelles dépassant 28°C. Face à l'amplification de ce phénomène par le changement climatique, l'optimisation des menuiseries et des surfaces vitrées constitue un levier technique éprouvé pour réduire les apports solaires excessifs et améliorer durablement le confort d'été.

Avant tout investissement dans une rénovation énergétique visant à améliorer le confort estival, il est nécessaire de mener une réflexion structurée pour optimiser, selon les orientations des bâtiments ciblés et les surchauffes constatées, le ratio d'ouverture et le facteur solaire des menuiseries extérieures.

La méthodologie repose sur la réalisation d'un **audit thermique** incluant des mesures in situ sur deux semaines pour quantifier les apports solaires actuels par orientation, identifier les usages prioritaires et définir le niveau de confort cible. Une **simulation thermique dynamique (STD)** permet ensuite de tester plusieurs scénarios et de cadrer un budget justifiable par le retour sur investissement calculé sur la durée de vie des dispositifs.

Sur cette base, trois à quatre scénarios techniques doivent être comparés :

- Le **remplacement des menuiseries par des vitrages à facteur solaire renforcé** (performance conforme aux normes en vigueur pour les orientations est, sud et ouest) ;
- La **réduction ciblée des surfaces vitrées sur les façades les plus exposées**, avec isolation des maçonneries ;
- L'**installation de protections solaires extérieures motorisées** : stores, brise-soleil (cf. Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire) ;
- Ou une combinaison optimisée de ces solutions, accompagnée d'une analyse coûts-bénéfices.

Chaque scénario doit faire l'objet de :

1. une **simulation thermique dynamique** intégrant les projections climatiques 2030-2050 (se basant sur les derniers scénarios en date du GIEC, si possible le scénario le plus défavorable, ou la TRACC - Trajectoire Nationale de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique, etc.)
2. une **étude d'éclairement naturel** pour garantir un facteur de lumière du jour conforme aux exigences réglementaires en vigueur ou l'absence de dégradation forte, préservant ainsi le confort visuel des usagers.

Le risque majeur réside dans un dimensionnement empirique conduisant soit à une surchauffe résiduelle malgré l'investissement (estimé entre 400 et 800 €/m² de façade rénovée) (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026), soit à une sur-isolation pénalisant les apports solaires gratuits en hiver et dégradant la luminosité naturelle avec surconsommation d'éclairage artificiel.

L'approche méthodologique rigoureuse intégrant audit, simulation et validation par étude d'éclairement naturel, garantit l'efficacité technique et économique de la mesure.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Menuiseries extérieures

Étapes

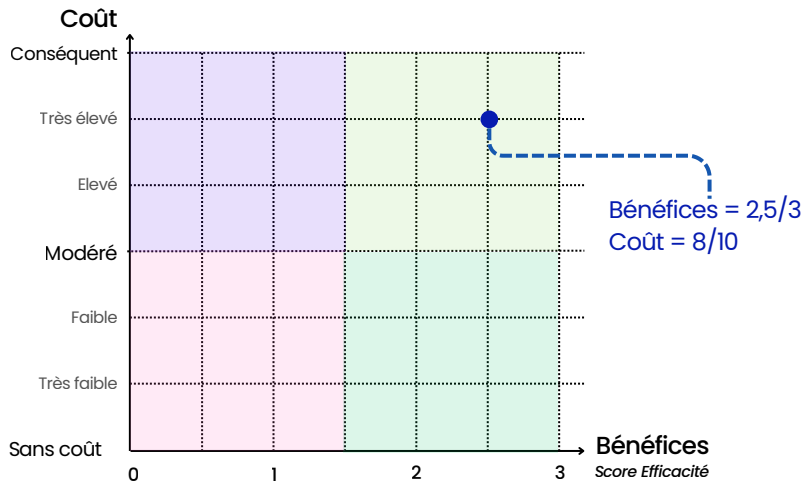
Rénovation

Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement repose sur un audit thermique avec STD (intégrant les projections climatiques) et une étude d'éclairement naturel ;
- Les choix de facteur solaire et de ratio vitré sont adaptés par orientation selon les préconisations de la simulation ;
- Toutes les pratiques d'installation décrites dans la "Check-list pour une mise en œuvre réussie" sont respectées.



Rapidité d'effet

12

Immédiate



Efficacité immédiate, mesurable et quantifiable sur les premières années suivant les travaux.

Durée de réalisation

Moyenne

6 à 14 mois



- Conception : 3-4 mois (incluant audit thermique, STD, étude d'éclairement) ;

- Travaux : 3-10 mois selon scénario :
Remplacement menuiseries seules : 3-4 mois ;
Réduction surfaces vitrées : 4-6 mois.

Co-bénéfices

- Réduction des consommations énergétiques par la diminution des besoins de climatisation estivale ;
- Optimisation des apports solaires par optimisation du ratio de vitrage ;
- Maintien ou amélioration du chauffage passif sur façade Sud si vitrages à facteur solaire sélectif.

Estimations budgétaires

CAPEX :



0,4 à 1k€/m²

de façade traitée (hors protections solaires extérieures (cf. [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire](#))).

- 400-550 €/m² pour des menuiseries haute performance ($Sw \leq 0,40$) (incluant fourniture vitrage et châssis + dépose) ;
- 450-650 €/m² pour la réduction surface vitrée + maçonnerie isolée (incluant dépose vitrage + maçonnerie + isolation + finitions) ;
- 8 000-15 000 € d'études préalables (forfait par bâtiment selon complexité)

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

12-20€/m² de façade/an

- Entretien menuiseries (nettoyages semestriel, vérification étanchéité joints, réglages quincaillerie) ;
- Remplacement joints/accessoires ;
- Contrôle performance thermique périodique par thermographie infrarouge tous les 5 ans.

Retour sur investissement

D'après un cas d'étude documenté (rénovation du siège social du Suravenir à Brest, France) le remplacement des menuiseries par des vitrages à facteur solaire renforcé ($Sw = 0,35$) combiné à l'installation de casquettes brise-soleil. a démontré une **réduction de 13% des consommations énergétiques annuelles** et amélioration du confort d'été mesurable (Guide des actions adaptatives au changement climatique, [OJD](#), 2024).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés, disposant d'importantes surfaces vitrées (bureaux et centres commerciaux).

Des contraintes peuvent exister pour les commerces intégrés en pied d'immeuble (copropriété, rubanisme, etc.).

Pré-requis

Cette mesure doit s'intégrer à une stratégie d'adaptation aux fortes chaleurs combinant :

- une isolation performante (cf. [Fiche 10 – Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture](#)) ;
- des revêtements d'enveloppe clair (cf. [Fiche 9 – Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#)) ;
- des protections solaires extérieures (cf. [Fiche 11 – Installer des dispositifs de protection solaire](#)) ;
- de la ventilation nocturne (cf. [Fiche 13 – Planifier et permettre la sur-ventilation nocturne](#)) et/ou des dispositifs de rafraîchissement sobres (cf. [Fiche 23](#) et [Fiche 24](#)).

Risques de limites techniques

- Sur-isolation ou réduction excessive en façades exposées : annulation des gains estivaux par augmentation du chauffage hivernal ou éclairage, augmentant les consommations énergétiques et les émissions carbone induites ;
- Dimensionnement sur données climatiques obsolètes : non-intégration des données météorologiques prospectives (horizons 2030-2050) ou des effets d'ICU l'îlot de chaleur urbain, conduisant à un sous-dimensionnement de l'isolation, une augmentation des besoins de rafraîchissement actif, et par ce biais des consommations énergétiques et émissions carbone associées.
- Défauts de mise en œuvre : Pathologies si mauvaise pose menuiseries ou défaut contrôle étanchéité à l'air (infiltrations, ponts thermiques résiduels).
- Incompatibilité acoustique : Focalisation exclusive sur la performance thermique au détriment du confort acoustique intérieur.

Il est impératif de respecter les objectifs de performance acoustique selon les normes en vigueur.

- Conformité réglementaire à la sécurité incendie et aux fonctions de désenfumage.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un audit d'inconfort thermique d'été avec simulation thermique dynamique comparative multi-scénarios incluant scénarios prospectifs climatiques et prise en compte de l'îlot de chaleur urbain éventuel :
 - mesures températures in situ ;
 - analyse des facteurs solaires et ratios de vitrage actuels par orientation ;
 - identification des masques solaires et protections existantes ;
 - quantification du nombre d'heures critiques à risque de surchauffe ($>28^{\circ}\text{C}$) par orientation, quantification coûts rafraîchissement actuels ;
- ☐ Vérifier la conformité réglementaire : PLU/ABF, règlement de copropriété ;
- ☐ Définir le facteur solaire cible :

Exemple : objectif de rénovation performante :

 - $Sw < 0,30-0,40$ sur les orientations Est/Sud/Ouest (double vitrage à contrôle solaire : $Sw = 0,35-0,45$ ou triple vitrage sélectif : $Sw = 0,25-0,35$). A noter que le Sud tolère un Sw entre 0,4-0,5 pour les apports hivernaux ;
 - $Sw < 0,4$ sur l'orientation Nord ;
- ☐ Définir les ratios vitrés optimaux (climat tempéré) :
 - orientation Sud 20-30% (apports hiver bénéfiques) ;
 - orientation Est/Ouest 10-20% (surchauffe matinale/soirée) ;
 - orientation Nord 15-25% (lumière stable, peu d'apports) ;
- ☐ Réaliser une étude éclairage naturel vérifiant un facteur lumière jour (FLJ) $\geq 2\%$ cible pour 80% du premier rang, dans 80% des locaux à occupation permanente ;
- ☐ Sélectionner le type de menuiseries adapté ;
- ☐ Dimensionner les occultations complémentaires en coordination avec protections solaires extérieures (cf. [Fiche 11](#)) ;
- ☐ Obtenir les autorisations urbanisme (accord ABF si bâtiment classé/périmètre protégé) ou copropriété ;
- ☐ Commander les menuiseries certifiées ;
- ☐ Procéder à la dépose des menuiseries existantes ;
- ☐ Installer les menuiseries neuves en garantissant l'étanchéité ;
- ☐ Vérifier les performances : mesurer le facteur solaire réel (spectrophotomètre) avec écart $\pm 5\%$ valeur théorique et réaliser une thermographie infrarouge ;
- ☐ Documenter les travaux et former les équipes à l'exploitation : procédures entretien et gestion occultations (si automatisées).

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Économies sur les consommations CVC liées au rafraîchissement estival et à mi-saison (année n vs. année référence pré-travaux corrigée au degrés-jours (DJU) pour comparabilité interannuelle)

KPI 2

Nombre /An

Fréquence d'inspections menuiseries

(état étanchéité, jeu ouvertures)
Cible : minimum 2/an (post-hiver et post-été).

Exemples et liens utiles

- Fiche "Limiter et adapter les parois vitrées" - Guide des actions adaptatives au changement climatique, [OID](#), 2024.

Solutions associées

- [Fiche 9 – Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#) ;
- [Fiche 10 – Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture](#) ;
- [Fiche 11 – Installer des dispositifs de protection solaire](#) ;
- [Fiche 13 – Planifier et permettre la surventilation nocturne](#) ;
- [Fiche 23 – Climatation raisonnée : intégration et points de vigilance](#) ;
- [Fiche 24 – Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture](#).



ÉCHANGE D'AIR



Image générée par IA

Objectifs

- Rafraîchir le bâtiment de façon passive ;
- Réduire les coûts de climatisation et la surchauffe des espaces intérieurs lors des fortes chaleurs ;
- Améliorer le confort thermique des occupants.

Description

Les épisodes caniculaires génèrent une sur-utilisation des systèmes de climatisation, une hausse des coûts d'exploitation et un inconfort chronique dans les zones du bâtiment exposées à un fort apport thermique et à faible inertie. La sur-ventilation nocturne consiste à exploiter l'inertie du bâtiment et à tirer profit de la fraîcheur nocturne pour purger la chaleur accumulée en journée dans les volumes et les parois, réduisant ainsi le recours aux solutions de rafraîchissement plus énergivores.

La démarche recommandée débute par la réalisation d'une **étude de confort d'été** intégrant à minima une **simulation thermique dynamique (STD)** sur deux semaines caniculaires comprenant des mesures thermohygro-métriques par zone, des relevés de consommation CVC, une identification des chemins préférentiels d'air entre prises d'air basses et évacuations hautes, et une enquête d'inconfort menée auprès des occupants.

→ L'objectif est de quantifier précisément les écarts de température et d'identifier les heures critiques pour établir un cahier des charges fonctionnel chiffré. Des indicateurs cibles pourront être définis (exemples de recommandations : réduction de 2 à 4°C de la température d'ouverture matinale, réduction de 15 à 25% à vingt-cinq des coûts de consommation estivale de climatisation, etc.).

Le recours à la STD permettra de comparer objectivement la sur-ventilation nocturne parmi d'autres alternatives ou dans d'autres combinaisons de travaux.

Le recours à la sur-ventilation nocturne peut être envisagé comme une mesure isolée, ou compléter une stratégie globale de gestion des fortes chaleurs en s'insérant dans un bouquet de travaux plus complet (isolation renforcée de toiture (cf. [Fiche 10](#)) ; amélioration des facteurs solaires sur vitrages, (cf. [Fiche 12](#)) ; mesures sur les équipements frigorigènes (cf. [Fiche 22](#)) climatisation (adiabatique si possible) (cf. [Fiche 23](#) et [Fiche 24](#)) et sur-ventilation nocturne motorisée. Les scénarios seront évalués au regard de leur investissement initial, des coûts d'exploitation annuels, des économies estimées et de leur retour sur investissement calculé sur 10 ans.

Si l'intégration d'un système de sur-ventilation motorisée nocturne est retenu, l'installation comprendra une motorisation sécurisée adaptée aux caractéristiques et fonctionnalités de chaque ouvrant.

Idéalement, les dispositifs reçoivent des **capteurs de position** avec contacts de fin de course, des capteurs environnementaux (température intérieure et extérieure, hygrométrie, pluviomètre, anémomètre), et détecteurs de présence anti-intrusion au niveau des zones sensibles. Le pilotage nocturne peut être assuré par GTB ou par un automate local, avec un algorithme déclenchant l'aération par programmation horaire (ou plus idéalement dès que la température extérieure descend d'au moins 3°C sous la température intérieure moyenne du moment que l'hygrométrie reste sous un seuil défini et que les conditions météorologiques sont compatibles). La programmation devra intégrer un blocage du système en cas de pluie, rafales, indice de pollution atmosphérique élevé ou alerte intrusion.

La stratégie privilégiera un balayage d'air efficace avec apports en façade basse et extraction en points hauts, assurant l'homogénéité d'aération.

Parmi les **garde-fous techniques et risques à anticiper** devront être intégrés : les contraintes de sûreté (intrusion), météorologiques (pluie, vent fort), de pollution (pics de particules fines), acoustiques si occupation nocturne, et de sécurité incendie. Une dissociation stricte des fonctions désenfumage et aération sera à respecter en priorité absolue (liées système de sécurité incendie).

Enfin, les contraintes acoustiques et de voisinage peuvent nécessiter la limitation des débits et vitesses en façade.

Vigilance : Il est nécessaire de vérifier au préalable la compatibilité de cette mesure auprès d'un bureau de contrôle et de l'assureur.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Bâtiments

Étapes

Rénovation

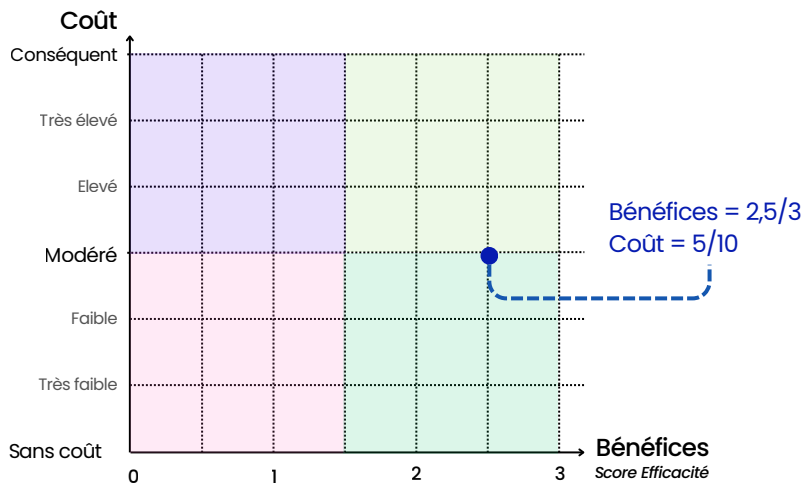
Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement repose sur un audit thermique avec STD intégrant projections climatiques et chemins d'air préférentiels identifiés ;
- Les choix technologiques (motorisation, capteurs, algorithme GTB) sont adaptés aux caractéristiques/contraintes d'exploitation du bâtiment ;
- Toutes les pratiques d'installation décrites dans la "Check-list pour une mise en œuvre réussie" sont respectées ;

Le monitoring thermique et énergétique sur deux ans permettra de valider l'efficacité de la mesure.



Rapidité d'effet

13

Immédiate



Efficacité immédiate, mesurable et quantifiable sur les premières années suivant les travaux.

Durée de réalisation

Moyenne

3 à 7 mois



- Conception : 2-4 mois (incluant STD et campagnes d'audit) ;
- Travaux : 1-3 mois selon complexité (motorisation d'ouvrants existants vs. créations de nouveaux points d'admission/extraction).

Co-bénéfices

- Réduction des consommations énergétiques et des émissions de GES liées à la climatisation (si réduite) ;
- Amélioration de la qualité de l'air intérieur par renouvellement nocturne.

Estimations budgétaires

⚠ Il est difficile de cadrer une fourchette budgétaire pour ce type de dispositif compte tenu de la diversité des cas de figures, selon la nature de l'activité commerciale, caractéristiques du bâti, localisation, systèmes techniques existants, etc. Les éléments suivants constituent des estimations générales.

CAPEX :



40 à 120€/m²

de surface utile traitée (variable selon degré d'automatisation et surface bâtiment) comprenant

- études préalables ;
- pilotage automatisé (GTB ou automate local) ;
- motorisation des ouvrants et capteurs.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

2-6€/m²/an

- Maintenance préventive motorisations (vérification moteurs, graissage, tests capteurs, nettoyage) ;
- Contrôles réglementaires et calibration (désenfumage, étalonnage sondes, tests algorithmes) ;
- Consommation électrique pilotage (moteurs basse consommation, automates, supervision)

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Retour sur investissement

La sur-ventilation nocturne permet de **réduire la température d'ouverture matinale de 2 à 4°C** en moyenne, exploitant la fraîcheur nocturne gratuite pour purger la chaleur accumulée dans les volumes et les parois (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires avec inoccupation nocturne et inertie thermique suffisante.

- Particulièrement adaptée aux centres commerciaux, grandes surfaces et entrepôts logistiques ;
- Applicable aux bâtiments de bureaux selon configuration ;
- Limitée pour les commerces de proximité en pied d'immeuble (volume faible, contraintes d'intrusion).

Risques de limites techniques

- Insuffisance de rafraîchissement : la dépendance exclusive à l'amplitude thermique nocturne peut réduire la capacité d'adaptation du bâtiment si le dimensionnement n'a pas été pensé dans une exposition future, où si la mesure est intégrée sans compléter une stratégie d'adaptation aux fortes chaleurs plus globale. L'augmentation de la fréquence des nuits tropicales (>20°C) avec le réchauffement climatique réduira progressivement l'efficacité de la solution.

Pour éviter cela, il est conseillé de concevoir un système hybride dès l'origine (sur-ventilation combinée à un système de rafraîchissement adiabatique - cf. [Fiche 24](#) - ou géocooling), de dimensionner en intégrant les projections climatiques pessimistes à horizon 2050 minimum voire de réfléchir à une rénovation plus globale de l'enveloppe à visée de confort thermique.

- Dimensionnement STD sur données climatiques obsolètes : non-intégration des données météorologiques prospectives adaptées au contexte du site.
- Zones réfrigérées : toute entrée d'air extérieur non maîtrisée en période de canicule peut engendrer des hausses de consommations des meubles frigorifiques.

Pour éviter cela, bien cadrer les consignes de déclenchement au niveau de l'asservissement GTB.

- Défauts de mise en œuvre : pathologies si mauvaise conception des chemins d'air, défauts d'asservissement des capteurs ou absence de coordination avec les fonctions de sécurité incendie (désenfumage) et anti-intrusion (déclenchement nocturne d'alarmes si mise en route de ventilation) ;
- Incompatibilité acoustique : focalisation exclusive sur la performance thermique au détriment du confort acoustique nocturne des occupants si applicable. Il est impératif de respecter les objectifs de performance acoustique selon les normes en vigueur.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un audit d'inconfort thermique d'été combinant campagne de mesures terrain et STD ;
- ☐ Effectuer la STD sur deux semaines caniculaires identifiant heures critiques (nombre d'heures avec $T^{\text{ext}} > 28^{\circ}\text{C}$), écarts température jour/nuit $> 3^{\circ}\text{C}$, potentiel rafraîchissement nocturne quantifié avec bilan entre réduction des consommations (climatisation)/augmentation des consommations (motorisations, automates, etc.) ;
- ☐ Tracer les chemins d'air par fumigène ou CFD pour valider le schéma flux admission/extraction, absence zones mortes $> 10\%$ et vitesses $< 2 \text{ m/s}$ en occupation ;
- ☐ Dimensionner les débits par zone selon normes en vigueur permettant de calculer les débits d'air de ventilation des bâtiments résidentiels et non résidentiels notamment pour les systèmes hybrides combinant ventilation mécanique et passive (5-15 vol/h selon inertie, puissance ventilateurs $< 2 \text{ W/m}^2$) ;
- ☐ Sélectionner ouvrants motorisés et capteurs d'asservissement adaptés ;
- ☐ Définir et documenter l'algorithme de pilotage GTB intégrant plages de fonctionnement et conditions de déclenchement (seuils température, hygrométrie, pluie, vent, pollution, intrusion et priorité désenfumage) ;
- ☐ Réaliser une étude acoustique prévisionnelle selon texte réglementaire applicable ;
- ☐ Installer les motorisations d'ouvrants en vérifiant étanchéité en position fermée, puis poser capteurs météo et qualité air et intégrer GTB/capteurs/automate avec interfaces sécurité.
- ☐ Tester communication capteurs vers automate, asservissement SSI et anti-intrusion ;
- ☐ Effectuer une mise en service progressive sur 7 nuits tests enregistrant température intérieure (baisse $> 2^{\circ}\text{C}$ constatée), débits mesurés $\pm 10\%$ calculs et absence alarmes intempestives ;
- ☐ Remettre le dossier technique complet incluant plans ouvrants motorisés, notices capteurs, algorithmes, procédures maintenance et contacts SAV ;
- ☐ Assurer un suivi des performances en saison pleine juin-septembre et en première mi-saison avec relevés hebdomadaires : (T° à l'ouverture matinale, consommation CVC, taux activation système, incidents) ;
- ☐ Établir bilan annuel comparatif année n vs $n-1$.

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Économies sur les consommations CVC liées au rafraîchissement estival et à mi-saison (année n vs. année référence pré-travaux corrigée au degrés-jours (DJU) pour comparabilité interannuelle)

KPI 2

Nombre /An

Taux de disponibilité système
Cible : Taux $> 95\%$
(tolérance 5% pour pannes capteurs, maintenance préventive, conditions météo extrêmes ou conditions pollution extrême)

Exemples et liens utiles

- "Utiliser la surventilation pour rafraîchir un bâtiment : ventilation naturelle, mécanique, tours à vent", [Adaptaville](#) ;
- "Améliorer la ventilation naturelle", Plateforme plus frais au travail, [ADEME & INRS](#) ;
- "Fiche A Savoir : Surventilation nocturne", [Ekopolis](#), 2025.

Solutions associées

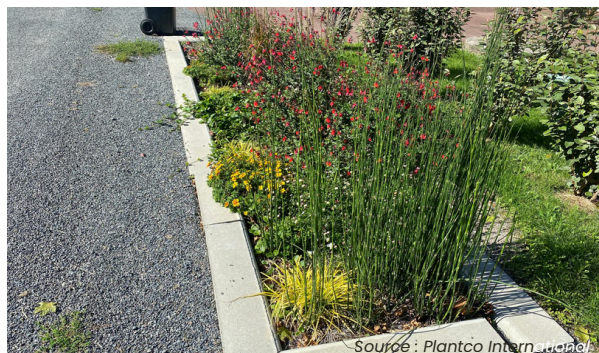
- [Fiche 9 - Améliorer la réflectance solaire des aménagements et revêtements extérieurs et revêtements d'enveloppe du bâtiment](#) ;
- [Fiche 10 - Considérer des matériaux favorisant le déphasage thermique en toiture](#) ;
- [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire](#) ;
- [Fiche 12 - Considérer le facteur solaire des menuiseries et/ou ratio de surface vitrée](#) ;
- [Fiche 22 - Recommandations pour les équipements de production de froid](#) ;
- [Fiche 23 - Climatisation raisonnée : intégration et points de vigilance](#) ;
- [Fiche 24 - Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture](#).

AMÉNAGER LES ESPACES VERTS EN PARCELLE ÉPONGE OU JARDIN DE PLUIE

SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE



14



Objectifs

- Infiltrer les eaux pluviales à la parcelle pour des épisodes de précipitations exceptionnelles ;
- Réduire le risque d'inondation par ruissellement urbain ;
- Rafraîchir les extérieurs en créant un point d'eau.

Description

Face à l'intensification des épisodes pluvieux et des canicules, chaque goutte d'eau compte. Inversement, chaque mètre carré imperméabilisé aggrave le ruissellement et la surchauffe urbaine. Cette fiche guide la transformation des espaces imperméabilisés et des espaces verts existants en dispositifs naturels d'infiltration et de rafraîchissement pour absorber les eaux de pluie à la source et créer des îlots de fraîcheur par évapotranspiration végétale.

L'aménagement en parcelle éponge ou jardin de pluie repose sur la désimperméabilisation des sols existants et la création de zones de rétention temporaire végétalisées suivant 4 intensités : simple décroustage ; décroustage et compactage ; décroustage, compactage et amendement du sol ou décroustage, compactage et remplacement du sol en place.

L'objectif est double :

1. **Soulager les réseaux d'assainissement** saturés en absorbant les pluies courantes à la parcelle, et ainsi **réduire le risque d'inondation pluviale** en particulier en cas d'épisodes pluvieux exceptionnels ;
2. **Rafraîchir les abords du bâtiment** par l'eau et le végétale. Cette approche s'inscrit dans le concept de "ville éponge", privilégiant la gestion intégrée de l'eau à la parcelle plutôt que son évacuation rapide vers les réseaux collectifs.

La réussite de la solution réside dans la **non-concentration et accélération des écoulements**, le travail de la **capacité d'infiltration du sol** (qualité géotechnique, absence d'encombrement souterrain) et le **choix d'une palette végétale privilégiant les espèces locales adaptées** à l'alternance inondation temporaire/sécheresse estivale. Idéalement, les essences retenues doivent être adaptées au climat futur, pour garantir la pérennité du dispositif et limiter l'arrosage.

Au-delà des bénéfices climatiques (infiltration des pluies courantes, rafraîchissement ambiant mesurable), la parcelle éponge améliore la qualité de l'air, réduit le bruit, accueille insectes pollinisateurs et oiseaux, et contribue au bien-être des usagers. Elle valorise également l'image du site dans une démarche RSE, tout en réduisant durablement les coûts des investissements liés à la gestion des eaux pluviales et à la climatisation des bâtiments adjacents.

Cette fiche se concentre sur les **systèmes de noues** et de **jardins infiltrants**. Les solutions complémentaires telles que pavés perméables, places de stationnement engazonnées, cheminements avec fondation drainante et remplissage gravillonné, chaussées réservoirs, structures réservoir de rétention sous voirie (cf. [Fiche 8 - Végétaliser les parkings et abords de voiries](#)), et toitures terrasses végétalisées (extensives, semi-intensives) peuvent être adoptées en combinaison mais ne sont pas développées dans cette fiche.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Lot du bâtiment

Extérieurs

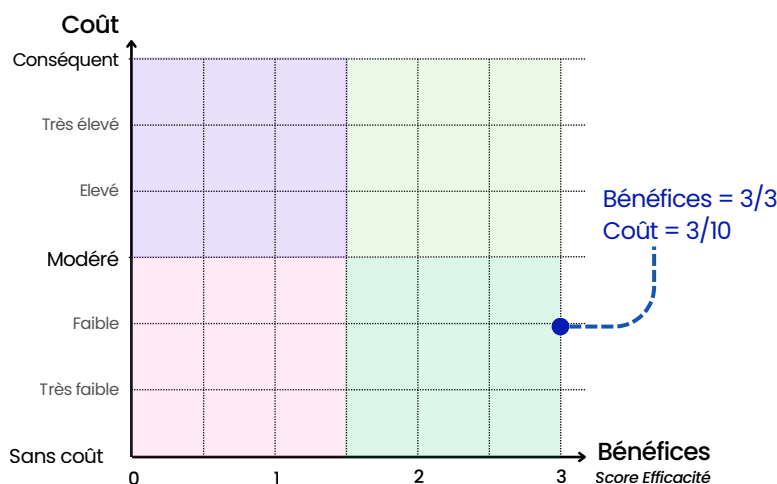
Étapes

Construction / Rénovation
Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **3/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Le dimensionnement hydraulique est adapté aux volumes d'eau à gérer (pluies courantes + événements exceptionnels) ;
- La palette végétale est adaptée (climat futur, humidité/sécheresse) ;
- Une stratégie de gestion des eaux pluviales pensée en collaboration avec les collectivités existe et couvre l'ensemble des pluies (courantes à exceptionnelles) ;
- L'entretien régulier garantit la capacité d'infiltration et le bon fonctionnement des ouvrages dans la durée (contrôles 2x/an minimum).



Rapidité d'effet

14

Court-terme



Efficacité éprouvée dès la livraison ; Durable avec un entretien adapté et régulier.

Durée de réalisation

Moyenne



Durée totale : 3-7 mois

- Etudes amont : 2-4 mois
- Travaux : 1-3 mois selon surface

Ce délai peut être rallongé par plusieurs facteurs : présence de réseaux enterrés, travaux en site occupé avec phasage important, contraintes urbanistiques, etc.

Co-bénéfices

- Renforcement de la biodiversité locale ;
- Amélioration du confort climatique des usagers (évapotranspiration, création d'ombrage si présence d'arbres à large canopée, limitation des besoins en rafraîchissement pour les bâtiments avoisinants) ;
- Renforcement de la qualité de l'air et la [biophilie](#) des usagers ;
- Dépollution selon les espèces végétales choisies.

Estimations budgétaires

CAPEX :



40-120€ HT/m² selon complexité

Réalisation d'une noue végétalisée paysagère (comportant désimperméabilisation, terrassement, fourniture substrat et espèces végétalisées, plantation).

100-300€ HT/m²

Réalisation d'une noue urbaine en abords de voirie.
(d'après Aquagir, 2026)

OPEX :

3-8 € HT/m²/an

- Entretien végétal (taille, arrosage d'appoint) ;
- Contrôles d'infiltration et curages ponctuels.

En cas d'ambition forte, des **subventions** de l'[Agence de l'Eau locale](#) pourront être potentiellement mobilisées pour accompagner les investissements.

Bénéfices

La désimperméabilisation et la végétalisation des espaces extérieurs permettent de :

- **Réduire les volumes d'eau envoyés au réseau d'assainissement** lors de pluies courantes (Source : ADEME, Guide Gestion intégrée des eaux pluviales, 2022) ;
- **Abaisser la température ambiante de 2 à 5°C** en période estivale grâce à l'évapotranspiration végétale (Source : CEREMA, Îlots de chaleur urbains, 2021) ;
- **Générer des économies de 5 à 15% sur les besoins de climatisation des bâtiments adjacents** (Source : ADEME, Rafraîchissement urbain, 2023).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

- Centres commerciaux et galeries marchandes ;
- Grandes et moyennes surfaces de vente.

Pré-requis

L'entreprise doit avoir en amont réalisé un **diagnostic préalable du site** pour vérifier la faisabilité au regard :

- des caractéristiques mécaniques, biophysiques, hydrauliques des sols ;
- des chemins d'écoulement, volumes d'eau à gérer ;
- des vulnérabilités du site et contraintes d'exploitation.

Elle doit avoir également défini une **stratégie globale de gestion des eaux pluviales** cohérente avec la stratégie locale, à l'échelle du site (bâtiment + parcelle), par la réalisation d'une étude de dimensionnement et d'un schéma de principe

Risques de limites techniques

- Sous-dimensionnement hydraulique : un dispositif trop petit sature rapidement, et crée des stagnations/débordements aggravant le risque inondation pour le site et les parcelles avoisinantes ;
- Absence de stratégie de gestion des pluies (courantes à exceptionnelles) pensée avec les collectivités : peut conduire à inonder les bâtiments et bâtiments adjacents ;
- Réduction de la capacité future d'infiltration : le compactage progressif du substrat (piétinement, défaut entretien) diminue l'infiltration, et nécessite des réfections coûteuses ;
- Défaut de prise en compte du changement climatique : le dimensionnement devra anticiper le régime de pluies futures sur la durée de vie totale de l'ouvrage en tenant compte du dérèglement climatique

Risques de maladaptation climatique

Essences végétales inadaptées :

- les espèces exotiques ou gourmandes en eau nécessitant arrosage permanent peuvent provoquer un effet inverse (stress hydrique, aggravation sécheresse, surcoûts) ;
- certaines essences perdent en efficacité rafraîchissante lors des intersaisons.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

14

- ☐ Réaliser un relevé topographique et un diagnostic géotechnique des sols, des réseaux enterrés et des contraintes du site avant tout aménagement ;
- ☐ Réaliser une étude de dimensionnement des eaux pluviales sur site (volume de rétention et dimensionnement hydraulique de la parcelle éponge / jardin de pluie), par un bureau d'études hydraulique ou via l'outil *Parapluie* ;
- ☐ Dimensionner le dispositif en cohérence avec les volumes d'eau à gérer et la stratégie de gestion intégrée des eaux pluviales pour les pluies courantes à exceptionnelles ;
- ☐ Vérifier que l'emplacement retenu est compatible avec la proximité des bâtiments, des accès sensibles et des usages du site ;
- ☐ Co-concevoir la solution avec le futur gestionnaire du site pour (prestataire, service entretien, etc.) ;
- ☐ Choisir une palette végétale locale, peu consommatrice en eau, résistante aux alternances d'humidité et de sécheresse, et adaptée au climat futur, nécessitant peu d'entretien ;
- ☐ Préserver la capacité d'infiltration du sol en limitant le compactage lié aux circulations, au piétinement ou à l'entretien mécanisé ;
- ☐ Mettre en œuvre un substrat et si nécessaire des couches drainantes adaptées, puis vérifier la bonne exécution des terrassements et des plantations ;
- ☐ Prévoir des cheminements compatibles avec l'exploitation du site et les exigences d'accessibilité ;
- ☐ Contrôler, après les premiers épisodes pluvieux, le bon fonctionnement du dispositif et l'absence de stagnation prolongée et former les gestionnaires au suivi du contrôle ;
- ☐ Remettre un plan de maintenance détaillé incluant arrosage dégressif sur 3 ans, tontes raisonnées trimestrielles et non-recours aux phytosanitaires ;
- ☐ Former les gestionnaires au suivi du dispositif ;
- ☐ Intégrer l'aménagement dans une stratégie plus large de gestion des eaux pluviales et de rafraîchissement du site, pensée en collaboration avec les collectivités.

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux d'infiltration des eaux pluviales

Cible : > 80% du volume annuel précipité (sans rejet au réseaux publics)

KPI 2

Nombre /An

Fréquence annuelle d'inspections fonctionnelles
Cible : 2 visites/an minimum + après chaque épisode pluvieux > 50 mm

Exemples et liens utiles

- Article "Aménager ou créer un jardin de pluie alimenté par les eaux pluviales", [Adaptaville](#) ;
- Guide [PERIFEM et Agence de l'eau Seine-Normandie](#) "Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux", 2020 ;
- Guide "Désimperméabiliser les villes", [Plantes et Cité](#), 2025 ;
- Dossier "Ralentir l'eau, un enjeu Commun pour adapter nos territoires", [Bonnes pratiques pour l'eau du Grand Sud-Ouest](#), 2025 ;
- Charte Qualité nationale des ouvrages et aménagements de Gestion durable et intégrée des Eaux Pluviales, [ASTEE](#), 2024.

Solutions associées

- Fiche 8 - Végétaliser les parkings et abords de voiries.

INSTALLER DES BATARDEAUX OU DISPOSITIFS POUR RÉSISTER FACE À L'INONDATION

SOLUTION TECHNIQUE



15



Image générée par IA

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Rez-de-chaussée ; Sous-sols

Étapes

Rénovation Exploitation

Objectifs

- Résister face à une inondation de courte durée ;
- Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.

Description

Lors d'une crue ou d'un épisode de ruissellement intense, chaque centimètre d'eau qui pénètre dans un bâtiment peut causer des dommages considérables aux équipements, aux stocks et à la continuité d'activité. Cette fiche guide l'installation de dispositifs amovibles pour empêcher l'intrusion d'eau et de débris par les ouvertures en rez-de-chaussée et sous-sols, et protéger les zones sensibles en cas d'inondation de courte durée.

Les batardeaux sont des ouvrages provisoires amovibles, autoportés ou fixés au niveau des menuiseries extérieures situées au niveau du sol (portes d'entrée, sas de quais, etc.). Ils sont à mettre en place sur consigne des plans de gestion de crise suivant le déclenchement des seuils d'alerte (cf. Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique ; Fiche 6 - Mettre en place des détecteurs de présence d'eau), et peuvent être complétés par des sacs de sables si disponibles sur site.

Les batardeaux peuvent être utilisés pour des cas d'inondations remplissant les caractéristiques suivantes :

- Hauteur d'eau < 1 m : au-delà, la pression hydrostatique exercée sur ce type de dispositif peut causer des dommages structurels au bâtiment (sauf en cas d'utilisation de batardeaux déportés) ;
- Durée maximale de l'inondation < 48h : passé ce délai, l'eau s'infiltre généralement par d'autres moyens (capillarité, etc...) et le batardeau devient obsolète ;
- Faible vitesse d'écoulement de l'eau : mettre en place des batardeaux (autres qu'auto-déployables) requiert un temps d'installation. En cas de crue éclair, le délai entre le déclenchement de l'alerte, sa diffusion et la montée des eaux peut être inférieur.
→ En conséquence, il est recommandé de viser un délai d'installation rapide et une procédure d'installation peu complexe.

Il existe de nombreux types de batardeaux : **gonflables**, **amovibles**, **auto-déployables**, etc. Les dispositifs fixes sont majoritairement proposés en PVC, acier ou aluminium. L'aluminium est à favoriser en raison de sa robustesse.

D'autre part, il est recommandé de favoriser ces dispositifs au niveau des entrées donnant accès à des zones sensibles suivant la cartographie réalisée lors du diagnostic de vulnérabilité (cf. Fiche 2 - Préconisations générales concernant l'évaluation des risques) : locaux techniques, zones de stockage, etc.

Il revient à l'expert de préconiser un type de batardeaux à la fois adapté :

- à la **typologie de l'actif** : les dispositifs les plus à même de protéger un site logistique peuvent être différents de ceux protégeant un centre commercial selon la localisation des ouvertures et la nature des menuiseries.
→ Par exemple, les batardeaux en aluminium sont à favoriser en raison de leur robustesse, néanmoins ils sont plus complexes et longs à mettre en œuvre que des batardeaux auto-déployables.
- à la **localisation des équipements et stocks sensibles** sur le site (sous-sols, rez-de-chaussée ou niveaux supérieurs) ;
- aux **types d'inondations** auxquels le site est exposé (crue lente vs. crue rapide, ruissellement, etc.), aux hauteurs d'eaux du scénario de crue de référence et vitesses d'écoulement. La vitesse et le sens d'écoulement de l'eau peuvent être incompatibles avec la mise en place de batardeaux, au regard des pressions exercées par les eaux.

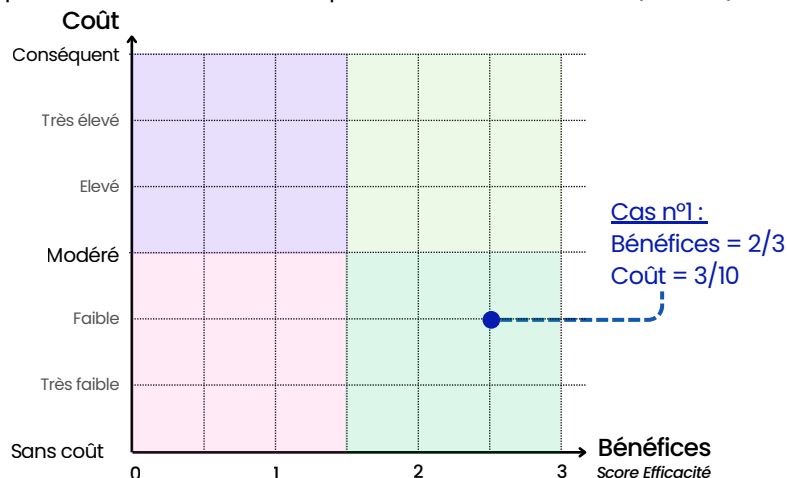
Les batardeaux protègent les ouvertures principales situées en RDC et sous-sols mais peuvent aussi être installés au niveau de locaux techniques ou de couloirs donnant sur des zones sensibles.

Ces dispositifs doivent s'intégrer à une stratégie plus large consistant à empêcher l'eau de rentrer dans le secteur à protéger. L'efficacité de la mesure dépend de la capacité à traiter toutes les entrées d'eau potentielles (cf. Fiche 16 - Colmater les entrées contre la survenue d'inondations et Fiche 17 - Installer des clapets anti-retours ; cuvelage des murs, etc.).

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à :

- **2/3** pour des inondations <1m et <48h, avec vitesse d'écoulement faible (**Cas n°1**).
- **1/3** si la submersion est prolongée (>48h), si la pression excède les capacités du bâti ou si le temps d'alerte est insuffisant (<10min).



Rapidité d'effet

15

Court-terme



Efficace dès le déploiement.

Temps de déploiement :
entre 2 et 10 minutes selon les modèles.

Durée de réalisation

Rapide



Compter 4 à 8 semaines, mise en oeuvre comprise.

Co-bénéfices

Sans objet.

Estimations budgétaires

CAPEX :



env. 500€ HT/ml

Selon modèle.

Entre 1200 et 1600€ HT/u

Pour la fourniture, la pose et l'installation pour une porte 1 vantreau.
(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

- Nettoyage après aléa ;
- Contrôle visuel et lubrification/remplacement des joints (*fréquence cible : 2-3ans*) ;
- Stockage à l'abri des UV et de l'humidité ;
- Exercice de déploiement ;
- Remplacement des joints usés.

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés abritant des biens coûteux et/ou sensibles au RDC ou sous-sol.

Pré-requis

La mise en place de batardeaux doit s'intégrer à un système de protection globale du bâtiment face aux inondations, qui doit inclure :

- Le colmatage des réseaux ;
- La protection des bouches d'aération via des dispositifs adaptés (trappes ou caches étanches) ;
- La capacité des murs à résister aux pressions hydrostatiques ;
- L'étanchéification des murs des niveaux inférieurs et rez-de-chaussée (béton, parpaing avec un cuvelage extérieur/intérieur) ;
- L'intégration de clapets anti-retour sur les réseaux d'assainissement et d'évacuation des eaux pluviales.

En complément, la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité aux inondations est fortement recommandée pour permettre d'identifier les scénarios d'inondation (à partir d'une hauteur d'eau) à sa localisation. Ce type de diagnostic permet de préconiser des mesures complémentaires adaptées à l'actif afin de garantir la résilience de l'équipement face à cet aléa.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser une cartographie des zones et locaux sensibles, et des potentielles entrées d'eau et des hauteurs associées ;
- ☐ Choisir un type de batardeaux et accessoires adaptés aux ouvertures à risque (dimensions, usage, etc.) ;
- ☐ Exiger des références techniques et d'essais (performances d'étanchéité, tenue à la pression) ;
- ☐ Veiller à la planéité et la portance des zones de pose, et la continuité d'appui des joints de seuils ;
- ☐ Exiger la réalisation de marqueurs de mise en place pour l'exploitation ;
- ☐ S'assurer que le temps de déploiement du dispositif soit de 10 minutes maximum ;
- ☐ Former et entraîner les équipes au montage/démontage au cours d'exercices annuels (cf. Fiche 3 - Principes de gestion de crise) ;
- ☐ Réaliser un RETEX après chaque événement pour ajuster les procédures ;
- ☐ Demander une notice de maintenance et d'entretien pour intégrer les recommandations aux plans d'entretien du site et aux contrats annuels (contrôle semestriel des joints, remplacement des pièces d'usure) ;
- ☐ Stocker les batardeaux dans une zone à l'abri des UV et de l'humidité ;
- ☐ Rédiger une procédure de déploiement, et intégrer cette procédure au plan d'urgence inondation.

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux d'ouvertures critiques équipées et opérationnelles
Cible : 100% des ouvertures du RdC équipées

KPI 2

Temps

Temps de déploiement
Cible : < 8 min/ouverture

Exemples et liens utiles

- Installer des batardeaux et des barrières anti-inondations, [Adaptaville](#) ;
- Retour d'expérience : le cas d'étude de l'entrepôt logistique de Pepsi Bottling Co, [Garrison Flood](#) ;
- Rapport technique sur les barrières anti-inondations, [Mission Risques Naturels](#).

Solutions associées

- [Fiche 2 - Préconisations générales concernant l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique](#) ;
- [Fiche 6 - Mettre en place des détecteurs de présence d'eau](#) ;
- [Fiche 16 - Colmater les entrées contre la survenue d'inondations](#) ;
- [Fiche 17 - Installer des clapets anti-retours](#).

COLMATER LES ENTRÉES D'EAU CONTRE LA SURVENUE D'INONDATION DIRECTE ET INDIRECTE



16

SOLUTION TECHNIQUE



Image générée par IA

Objectifs

- Résister face à une inondation ;
- Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.

Description

Lors d'une inondation, chaque point d'entrée non traité, visible ou plus discret, peut être le maillon faible d'une stratégie et engendrer des dommages que l'on pensait éviter. Cette fiche guide le colmatage préventif des ouvertures, traversées et fissures pour empêcher l'intrusion d'eau par les points faibles du bâtiment et protéger les zones critiques en cas d'inondation directe ou indirecte.

Le colmatage vise à obturer de façon permanente ou temporaire, les points d'entrée potentiels de l'eau : aérations basses, traversées de câbles et tuyauteries, fissures de maçonnerie et défauts ponctuels. Il s'agit d'une mesure particulièrement pertinente pour protéger les locaux techniques, les postes électriques, les salles informatiques, les zones de production de froid et les réserves situées en partie basse.

La mise en place peut être :

- **permanente** pour les traversées et fissures ;
- **temporaire** pour les aérations (nécessitant une préparation en amont avec fixations, supports et une procédure simple intégrée aux plans d'urgence inondations, cf. Fiche 3 – Principes de gestion de crise).
 - Pour les **aérations nécessaires au fonctionnement du site**, il est recommandé de privilégier des dispositifs réversibles, avec temps de pose < 2min (tels que : trappes étanches à fermeture rapide, plaques amovibles, capots avec joint comprimé). Si l'ouverture est exposée aux débris et au ruissellement, des grilles renforcées anti-encrassement et des protections de seuil doivent venir compléter l'obturation ;
 - Pour les **traversées de câbles et de tuyauteries**, préférer des systèmes d'étanchéité adaptés aux câbles ou au support (tels que : manchons, injections de résine, presse étoupes étanches et/ou mortiers hydrofuges) sur toute l'épaisseur de la paroi ;
 - Pour les **fissures et défauts ponctuels**, le traitement est à retenir selon la profondeur et l'activité de la fissure, par injection de résine, calfeutrement élastomère ou reprise de joint.

⚠ Les installations devront respecter les normes en vigueur relatives à l'étanchéité et à la sécurité incendie (désenfumage, ventilation obligatoire).

Le choix des produits doit tenir compte des contraintes d'exploitation (accès maintenance, démontabilité, compatibilité avec les matériaux existants, etc.) et des risques de déplacement de l'eau vers des points secondaires.

L'efficacité dépendra de l'intégration de la procédure aux plans de gestion de crise, de la réalisation d'un contrôle périodique et de l'intégration de cette mesure dans une stratégie visant à **"résister"** à l'inondation, intégrant d'autres mesures (telles que la pose de batardeaux – cf. Fiche 15 – Installer des batardeaux ou dispositifs pour résister face à l'inondation ; le traitement global des points d'entrée de l'eau, le cuvelage des murs périphériques exposés, etc.)

- Il est recommandé de prioriser les actions sur les locaux critiques (postes électriques, salles informatiques, réserves) avant de traiter les zones secondaires. Un seul point non traité peut annuler les bénéfices recherchés.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative ET/OU Préventive

Lot du bâtiment

Étages inférieurs et RDC

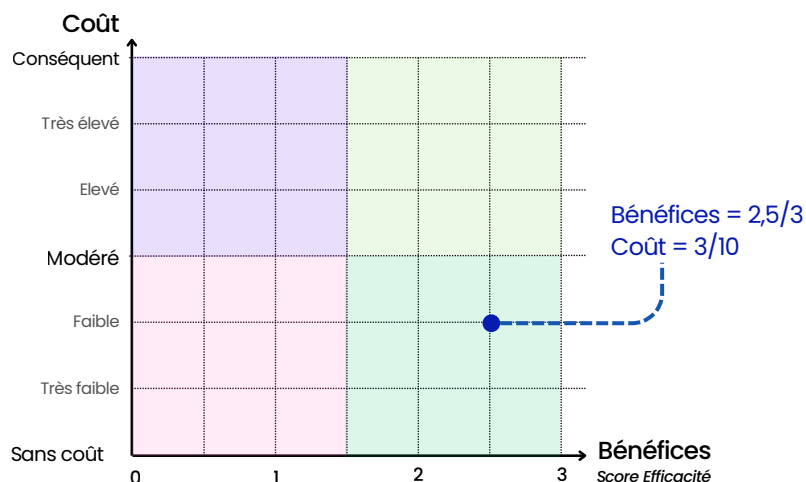
Étapes

Rénovation
Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si :

- tous les points d'entrée sont traités ;
- ET le dispositif est complété par une stratégie inondation robuste (plans d'urgence + batardeaux + clapets anti-retour + cuvelage).



Rapidité d'effet

16

Court-terme



Efficace dès le déploiement.

Temps de déploiement :

<2min pour les éléments amovibles.

Durée de réalisation

Rapide



Compter 4 à 8 semaines, mise en oeuvre comprise.

Co-bénéfices

Sans objet.

Estimations budgétaires

CAPEX :



Entre 5-15k€/site

Pour un site type (10-15 points critiques), selon complexité

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

Entre 900-3k€/an/site

- Contrôles et inspections programmés
- Nettoyage et maintien des ouvertures fonctionnelles
- Consommables et remplacement des pièces
- Simulations de déploiement
- Remise en état des dispositifs après aléa

(d'après Proxiclim, 2026)

Retour sur investissement

Par retour d'expérience, le colmatage des entrées d'eau **réduit les dommages de 40 à 60% lors d'inondations de courte durée** (hauteur <50 cm, durée <48h), à condition de traiter tous les points critiques identifiés par le diagnostic de vulnérabilité aux inondations et d'y associer une stratégie plus large de protection contre les inondations (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés abritant des biens coûteux et/ou sensibles au RDC ou sous-sol.

Pré-requis

Pour garantir l'efficacité du colmatage, l'entreprise doit disposer de :

- Diagnostic de vulnérabilité aux inondations avec cartographie des points d'entrée d'eau, zones à criticité élevée ;
- Plans d'urgence inondation défini incluant les procédures de pose, dépose.

Risques de limites techniques

- Dégradation de la qualité de l'air et stagnation d'humidité en cas d'obturation définitive des bouches de ventilation ;
- Non-conformité avec les exigences de sécurité, (désenfumage, ventilation de locaux techniques, accès aux organes de coupure, etc.) ;

Pour éviter cela, retenir des obturations réversibles pour les aérations indispensables et prévoir une solution de fermeture rapide compatible avec une intervention en astreinte.

- Protection incomplète face aux inondations ;

Pour éviter cela, intégrer ce dispositif dans une stratégie et un plan de protection contre les inondations plus large (étanchéification des murs des niveaux inférieurs et rez-de-chaussée, clapets anti-retour sur les réseaux d'assainissement et d'évacuation des eaux pluviales, réhaussement des réseaux, etc..

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser une cartographie des zones et locaux sensibles, des potentielles entrées d'eau et hauteurs associées (cf. [Fiche 2 - Préconisations générales concernant l'évaluation des risques](#)) ;
- ☐ Prioriser les actions sur les locaux critiques (postes électriques, salles informatiques, réserves) avant de traiter les zones secondaires ;
- ☐ Retenir des dispositifs compatibles avec les enjeux à protéger, avec la vitesse de montée des eaux et de la présence de débris ;
- ☐ Vérifier la capacité des murs à résister aux pressions hydrostatiques ;
- ☐ Etudier les conséquences du colmatage permanent ou temporaire d'une entrée d'eau identifiée (humidité, surchauffe d'équipement, qualité de l'air, etc.) ;
- ☐ Identifier les conséquences d'une obturation (consignation et arrêts d'équipements, interdiction d'accès, sur-aléas, etc.) ;
- ☐ Traiter les traversées de réseaux avec des systèmes étanches adaptés au matériau du mur ou du plancher, en vérifiant la continuité d'étanchéité autour ;
- ☐ Faire réparer les fissures selon leur nature (éviter les produits rigides sur fissures actives) ;
- ☐ Vérifier que la solution ne bloque pas une fonction de sécurité ou une ventilation obligatoire ;
- ☐ Constituer un kit prêt à l'emploi pour les protections déployables, avec repérage des emplacements, outillage, joints de rechange et consignes simples.
- ☐ Intégrer la règle de pose/dépose dans les plans de gestions de crise ;
- ☐ Conserver une trace des zones reprises, programmer un contrôle et une maintenance périodique.

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux de points critiques traités

KPI 2

Minutes

Temps de mise en œuvre des dispositifs d'obturation amovibles
Ex : Viser <2minutes

Exemples et liens utiles

- Agir lors d'une inondation : obturer les bouches de ventilation situées sous le niveau inondable, [Guide Bâtiment Durable Bruxelles](#) ;
- Dispositifs de protection contre les inondations, [EpiSeine](#).

Solutions associées

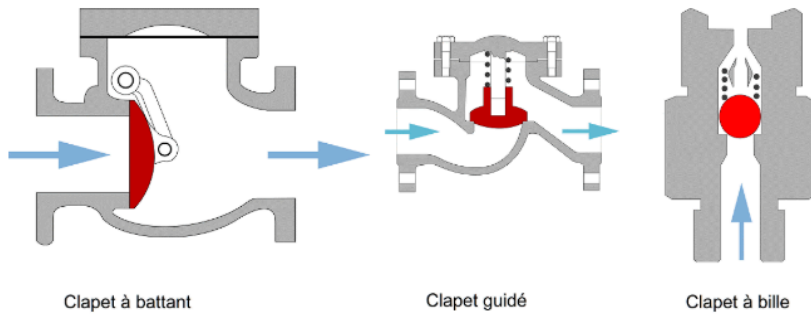
- [Fiche 2 - Préconisations générales concernant l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 16 - Installer des batardeaux ou dispositifs pour résister face à l'inondation](#).

INSTALLER DES CLAPETS ANTI-RETOUR POUR CONTRER L'INONDATION PAR SATURATION DE RÉSEAUX



17

SOLUTION TECHNIQUE



Source : wikipedia.org

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Lot du bâtiment

Réseaux sanitaires

Étapes

Construction
Rénovation

Objectifs

- Empêcher l'eau de remonter par les canalisations et éviter les pollutions associées ;
- Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.

Description

Lors d'un épisode pluvial intense ou d'une crue, le réseau public peut se saturer et provoquer un refoulement vers les branchements privés, avec remontées d'eaux usées et d'eaux pluviales chargées en matières, boues et micro-polluants. Cette fiche guide l'installation de dispositifs pour empêcher l'eau de remonter par les canalisations et protéger les zones sensibles du bâtiment contre ce type d'inondation indirecte.

Les clapets anti-retour se posent en priorité sur les collecteurs en sous-sol, les branchements en sortie de bâtiment et les jonctions vers le réseau public.

- Pour les **eaux usées** et **eaux vannes**, il est recommandé de retenir des clapets à obturateur ou à double battant, conçus pour tolérer le passage de solides et adaptés à des effluents chargés ;
- Pour les **eaux pluviales**, privilégier des clapets à volet basculant ou à membrane, qui limitent les pertes de charge en fonctionnement normal tout en assurant la fermeture au refoulement ;
- Sur les **gros diamètres (>10cm) et réseaux visitables**, des modèles renforcés résistant à des poussées hydrauliques plus fortes et à des débris seront plus appropriés. Des clapets motorisés avec commande par détection de niveau ou pilotage local offrent une réactivité accrue en cas de montée soudaine.

La pose doit être réalisée dans un regard ou caisson accessible, afin de permettre inspection, nettoyage et remise en état sans immobiliser trop longtemps le site.

L'efficacité dépend d'un entretien régulier et d'essais de fermeture car un clapet encrassé ou grippé peut rester ouvert et annuler la protection.

A noter que les sites disposant de pompes de relevage sont déjà équipés, par des clapets à boules par exemple. Cependant, la localisation de la pompe de relevage demeure déterminante : premier rempart face aux refoulements, son positionnement est essentiel pour éviter que sa défaillance ne compromette la protection des secteurs sensibles à l'inondation. Il est essentiel de vérifier leur présence, leur dimensionnement, et leur état de façon régulière.

Cette mesure ne traite que le refoulement par canalisations : elle doit s'intégrer à une stratégie globale de protection du bâtiment face aux inondations, incluant le colmatage des entrées d'eau, la protection des bouches d'aération (cf. [Fiche 16 - Colmater les entrées d'eau contre la survenue d'inondation directe et indirecte](#)) et l'installation de batardeaux (cf. [Fiche 15 - Installer des batardeaux ou dispositifs pour résister face à l'inondation](#)).

Rapidité d'effet

Immédiate



Efficacité éprouvée dès la mise en œuvre.

Durée de réalisation

Rapide



- Site peu complexe (regards accessibles, peu de points critiques) : <1mois
- Site complexe : 1-2mois

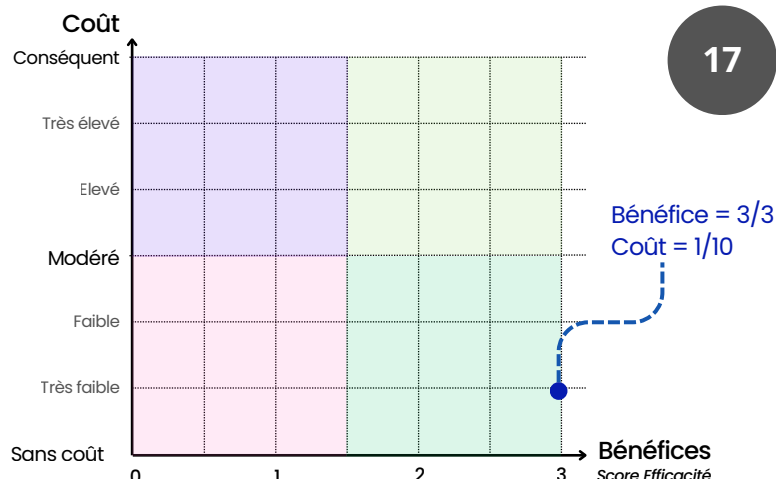
Co-bénéfices

- Protection face aux pollutions sanitaires et olfactives, y compris en dehors des cas d'inondations.

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **3/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Tous les réseaux sensibles sont traités ;
- Les choix de clapets sont adaptés aux caractéristiques des réseaux ;
- Contrôle et entretien sont régulièrement réalisés, et après chaque aléa.



Estimations budgétaires

CAPEX :



300–350€ HT/u

Pour la fourniture, la pose et l'installation.

Variable selon type de dispositif, type de canalisations, nécessité de réaliser des travaux annexes...etc.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

- Inspection, nettoyage et essais périodiques ;
- Remplacement de pièces d'usure (clapet interne, joints, couvercle) et petites réparations ;
- Contrôle et remise en état après aléa ;
- Clapets motorisés : maintenance capteurs et commandes, tests réguliers, gestion des alarmes et du mode dégradé ;

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés abritant des biens coûteux et/ou sensibles au RDC ou sous-sol.

Pré-requis

Au préalable, le site doit disposer :

- Des plans de réseaux (EU/EV/EP), nécessaires à l'analyse de leur architecture, des raccordements, des séparations et des dispositifs de relevage ;
- Diagnostic de vulnérabilité aux inondations avec cartographie des points d'entrée d'eau, zones à criticité élevée ;
- Plans d'urgence inondation définis incluant les procédures de pose, dépose et l'installation de batardeaux.

Risques de limites techniques

- Dysfonctionnement de la fermeture des clapets en cas de colmatage par débris, de maintenance non suffisante ;
- Surcharge de la fermeture provoquant une montée d'eau en amont si pas d'identification préalable des exutoires et les points bas vulnérables.

Pour éviter cela, faire réaliser un diagnostic de vulnérabilité aux inondations par un expert avec visite de terrain (cf. [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)).

- Indisponibilité du système pour les versions motorisées si le dispositif n'est pas secouru électriquement.

Pour éviter cela, penser à la relier à une alimentation secourue.

- Protection incomplète face aux inondations ;

Pour éviter cela, intégrer ce dispositif dans une stratégie et un plan de protection contre les inondations plus large.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Disposer des plans de réseaux (EU/EV/EP) pour analyser leur architecture, les raccordements, les séparations et les dispositifs de relevage ;
- ☐ Localiser les tronçons de réseaux où un refoulement peut toucher les zones sensibles du site, cibler les points bas prioritaires et associer chaque zone à son collecteur concerné (cf. [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)) ;
- ☐ Retenir des dispositifs adaptés (selon réseau, diamètre, risque de colmatage, exploitabilité) ;
- ☐ S'assurer que l'implantation soit accessible (regard ou caisson avec espace d'intervention) ;
- ☐ Faire vérifier le sens de pose, l'assise, l'étanchéité des joints et l'absence de contraintes mécaniques sur la conduite ;
- ☐ À la réception, faire réaliser un test de fermeture par refoulement contrôlé, conserver la preuve et la localisation ;
- ☐ Formaliser un plan de maintenance avec ouverture, nettoyage, contrôle du mécanisme et contrôle après épisode ;
- ☐ Pour les clapets motorisés, les relier à une alimentation secourue, tester les commandes, documenter la procédure. Augmenter les contrôles à 1 fois/mois ;
- ☐ Former les équipes site sur les signes de colmatage et prévoir les joints et pièces d'usure nécessaires ;
- ☐ Compléter par des mesures cohérentes avec le site, dont limitation des entrées d'eau (cf. [Fiche 16](#) et [Fiche 1](#)) et une stratégie de pompage (pompe de relevage si le site présente des niveaux de sous-sols).

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux de réseaux critiques équipés et opérationnels
Cible : 100%

KPI 2

Nombre
/période

Fréquence de contrôle et/ou de maintenance des clapets existants
Cible : 1 contrôle/trimestre + 1 contrôle après chaque aléa.

Exemples et liens utiles

- Document Technique relatif aux barrières de sécurité, [INERIS, 2020](#) ;
- Bonnes pratiques Plomberie - Clapets anti-retour, [CMMTO](#) (Corporation des maîtres mécaniciens en tuyauterie du Québec) ;
- Concevoir les techniques en cas d'inondation - Installer des clapets anti-retour, [Guide Bâtiment Durable Bruxelles](#).

Solutions associées

- [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 15 - Installer des batardeaux ou dispositifs pour résister face à l'inondation](#) ;
- [Fiche 16 - Colmater les entrées d'eau contre la survenue d'inondation directe et indirecte](#).

ARRIMER ET FIXER LES ÉQUIPEMENTS SENSIBLES OU ÉLÉMENTS DE MOBILIER EXTÉRIEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EMPORTÉS PAR LES ALÉAS INONDATIONS ET TEMPÊTES

SOLUTION TECHNIQUE



18

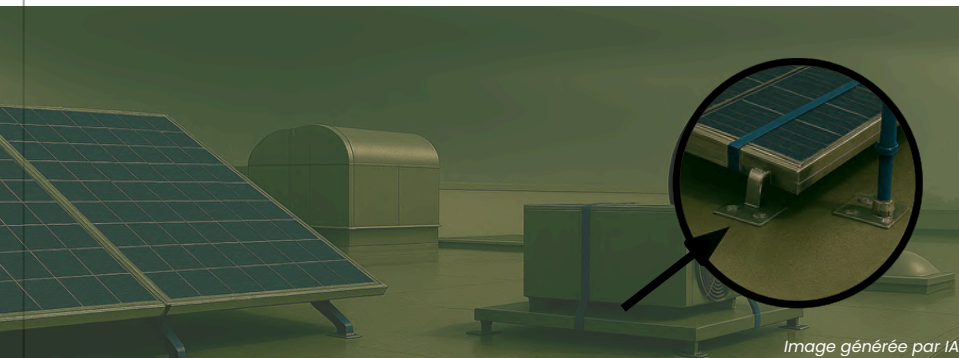


Image générée par IA

Aléas ciblés



+

Stratégie

Préventive

Lot du bâtiment

Extérieurs

Étapes

Rénovation
Exploitation

Objectifs

- Garantir la sécurité des usagers, des actifs mobiliers et immobiliers en empêchant le déplacement incontrôlé de charges dans l'espace.

Description

Face à l'intensification des événements climatiques extrêmes, les équipements (éléments de signalétique, jardinières) et mobiliers extérieurs non sécurisés peuvent devenir des projectiles ou sources de dommages matériels majeurs. Cette fiche guide l'arrimage systématique des équipements et mobiliers extérieurs pour éliminer ce risque tout en préservant la fonctionnalité des espaces.

Cette solution s'inscrit dans une stratégie de résilience multi-aléas (vents violents, inondations, submersions marines) et répond aux obligations de sécurité des gestionnaires d'espaces commerciaux.

L'arrimage concerne les équipements extérieurs vulnérables susceptibles d'être arrachés ou déplacés sous l'effet des aléas climatiques : **équipements techniques critiques** (groupes frigorifiques non logés, centrales de traitement d'air, extracteurs de ventilation, armoires techniques, condenseurs, dispositifs de production énergétique), **enseignes** et panneaux sur structures métalliques, **cuves et silos**, ainsi que tout **moblier urbain** (panneaux de signalétique, jardinières).

Trois systèmes de fixation coexistent selon les contraintes du site :

- Les **scellements béton/mortier** (solution pérenne) sont à privilégier pour du mobilier lourd permanent. Ces équipements doivent être ancrés sur une dalle béton existante via des platines métalliques et chevilles mécanisées ou chimiques certifiées, ou sur des massifs dédiés dont les dimensions et armatures sont adaptées aux efforts calculés ;
Scellement : fixation permanente d'un équipement dans un support (béton, sol) via des ancrages métalliques et produits de liaison (mortier, résine).
- Les **scellements par forage** (ancrage expansif, pose 10-15 min, sans dégradation du revêtement) sont adaptés aux espaces patrimoniaux ou aux sols durs nécessitant une intervention rapide ;
- Les **scellements par vis** (pose 5 min, réversibilité totale) conviennent au mobilier léger ou aux installations temporaires.

Les ancrages doivent être préalablement dimensionnés en tenant compte :

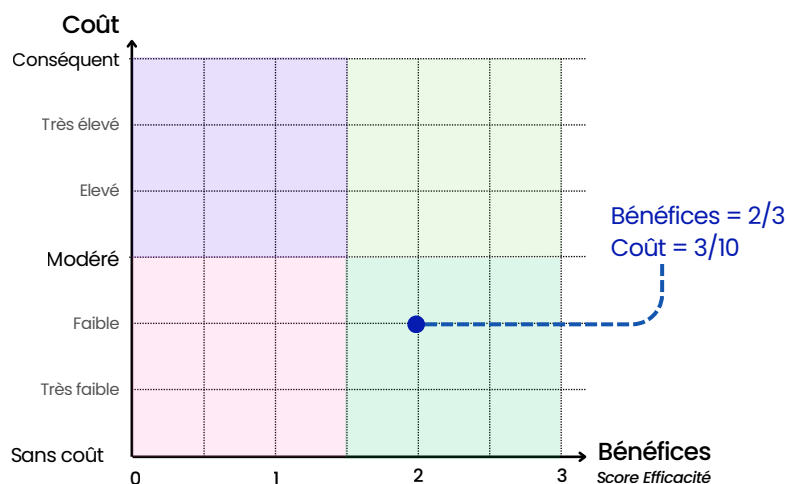
- des sollicitations horizontales dues à la pression du vent et des effets de soulèvement ;
 - du poids propre de l'équipement
 - des contraintes spécifiques du site (hauteur du bâtiment, exposition aux vents dominants).
- Pour les équipements **en toiture**, une attention particulière doit être portée à la stabilité des supports. Les structures autoportantes ou lestées doivent être vérifiées et renforcées si nécessaire, en veillant à ce que les charges additionnelles ne compromettent pas l'étanchéité ou la structure porteuse ;
- Pour les équipements **susceptibles de se déplacer ou de basculer** (conteneurs techniques, coffrets indépendants), des systèmes d'arrimage spécifiques seront installés, incluant sangles, câbles ou tiges métalliques résistantes à la traction, ancrés dans des supports fixes ou plots en béton ;
- Les **cheminements de câbles, gaines et conduits** doivent également être sécurisés par des colliers résistants aux intempéries et un maintien rigide sur leurs supports.

En complément à ce dispositif, les éléments extérieurs légers associés aux équipements (capots, trappes d'accès, carters, panneaux de protection) doivent être vérifiés et renforcés au moyen de fixations adaptées (fixations anti-vibratiles, visseries inox, renforts de charnières, verrouillages sécurisés).

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Une majorité d'équipements sensibles et critiques sont traités ;
- Le dimensionnement des ancrages/systèmes de fixations sont adaptés ;
- Une vérification et un entretien de ces systèmes sont régulièrement réalisés.



Rapidité d'effet

18

Immédiate



Efficace dès le déploiement.

Durée de réalisation

Rapide



- Conception : 1-2 mois ;
- Travaux : < 1 mois.

La durée peut varier selon le volume d'équipements à fixer.

Co-bénéfices

- Réduction des primes d'assurance (prévention des sinistres) ;
- Amélioration de la sécurité juridique (responsabilité civile).

Estimations budgétaires

CAPEX :



8k-25k€ HT/site

Pour la fourniture, la pose et l'installation de dispositifs sur un centre commercial type (parvis + toitures + façades + espaces verts aménagés).

- 30-100€/m² pour la réalisation d'un dallage béton ;
- Environ 100€ pour une réhausse d'évent ;
- 100€ pour une sangle (fourniture seulement).

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

Entre 150-600€/an/site

Selon surface

- Inspection semestrielle des ancrages ;
- Remplacement ancrages dégradés ;
- Révision protocoles mobilier amovible.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)



Scellement sur dalle béton
Platine métallique ancrée par des chevilles métalliques.

Scellement par forage

Ancre expansive inox dans sol dur, pose sans dégradation du revêtement.



Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires avec extérieurs. La priorité est de cibler les cheminements piétons, parkings et les toitures des bâtiments.

Pré-requis

L'entreprise doit avoir réalisé en amont un **diagnostic complet** (cf. [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)) incluant :

- Un inventaire et une cartographie des équipements vulnérables exposés et zones sensibles du site (toiture, façade, espaces extérieurs au sol) ;
- Une analyse des contraintes du site : nature des sols (compatibilité sol/ancrage), localisation des réseaux enterrés, accessibilité PMR, exigences de sécurité incendie (pas d'obstruction des exutoires de fumée ou des voies d'évacuation en toiture).

Pour les équipements en toiture ou en façade, il est fortement recommandé de faire appel à une **expertise bâtiminaire** pour vérifier la capacité portante des supports et la compatibilité des ancrages avec l'enveloppe du bâtiment.

Risques de limites techniques

- Sous-dimensionnement des ancrages par rapport à l'élément ancré, sa prise au vent ou incompatibilité sol/ancrage : des ancrages de profondeur insuffisante (<30 cm) sont inefficaces face à des vents >100 km/h, tandis que tous les ancrages ne sont pas adaptés à tous types de sols ;

Pour éviter cela, faire appel à un bureau d'études qui dimensionnera les équipements dans le respect des normes en vigueur, des caractéristiques géotechniques et physiques du site.

- Résistance structurelle insuffisante du mobilier : un mobilier léger (aluminium) peut être fixé, mais sa structure peut être pliée par le vent ;

Pour éviter cela, vérifier la résistance intrinsèque du mobilier avant de procéder à l'arrimage, ou prévoir un protocole de repli pour tout mobilier dont l'arrimage est estimé non nécessaire.

- Obstruction des cheminements PMR ou des dispositifs de sécurité incendie : les ancrages ne doivent pas obstruer les exutoires de fumée, voies d'évacuation en toiture et cheminements PMR.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

18

- ☐ Réaliser un diagnostic préalable complet avec inventaire exhaustif des équipements exposés (groupes frigorifiques, centrales de traitement d'air, extracteurs, armoires techniques, enseignes, mobilier urbain, etc.), cartographie des dépendances critiques et analyse des contraintes du site (nature des sols, réseaux enterrés via DICT, accessibilité PMR, sécurité incendie) ;
- ☐ Utiliser la cartographie/inventaire pour prioriser les équipements à risque selon leur criticité ;
- ☐ Choisir un système de fixation adapté à la localisation et aux caractéristiques du site ;
- ☐ Dimensionner les ancrages en respectant les normes en vigueur pour garantir l'efficacité face à des vents >100 km/h ;
- ☐ Vérifier la compatibilité sol/ancrage via une étude géotechnique préalable ;
- ☐ Pour les équipements en toiture ou en façade, anticiper les risques de rupture d'étanchéité et de surcharge structurelle ;
- ☐ Installer des dispositifs anti-soulèvement, sécuriser les cheminements de câbles et vérifier la capacité portante des supports ;
- ☐ Vérifier la résistance intrinsèque du mobilier/équipement : un mobilier léger peut être fixé mais sa structure peut plier sous le vent ;
- ☐ Prévoir un protocole de repli pour équipements saisonniers plutôt qu'une fixation permanente ;
- ☐ Préserver l'accessibilité PMR et la sécurité incendie et réaliser une vérification sur terrain ;
- ☐ Renforcer les éléments extérieurs légers (capots, trappes, carters) avec fixations anti-vibratiles, visseries inox et verrouillages sécurisés et installer des systèmes d'arrimage spécifiques (sangles, câbles, tiges métalliques) sur les équipements mobiles ;
- ☐ Intégrer les procédures d'arrimage aux plans d'urgence (cf. [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#)) et former les équipes au déploiement des dispositifs amovibles ;
- ☐ Programmer une maintenance préventive : contrôle annuel des fixations avec mise à jour des procédures selon RETEX après chaque événement climatique.

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Taux de mobilier sécurisé (nombre d'équipements sensibles fixés/total d'équipements sensibles)
Cible : > 95% et + sur les zones à fort enjeu humain

KPI 2

Nombre
/An

Fréquence annuelle d'inspections fonctionnelles
Cible : 2/an minimum
(avant/après saison orageuse)

Exemples et liens utiles

- Webinaire "Atténuation et adaptation des bâtiments face aux défis climatiques", (séquence autres aléas et risques grêle), [CTSB](#), 2025 ;
- Fiche "Limiter la prise au vent des équipements", [OID](#).

Solutions associées

- [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#).

ASSURER UNE PROTECTION MÉCANIQUE CONTRE LA GRÊLE CIBLÉE SUR LES ÉQUIPEMENTS SENSIBLES EN TOITURE ET FAÇADES

SOLUTION TECHNIQUE



19

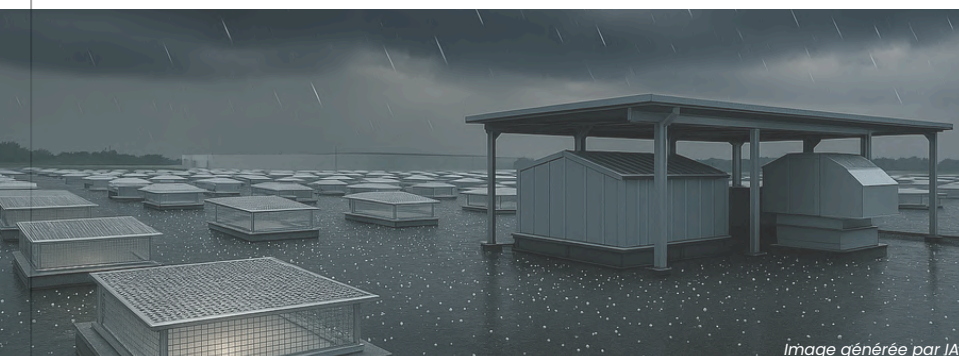


Image générée par IA

Aléas ciblés



Stratégie

Préventive

Lot du bâtiment

Toiture ; Façades

Étapes

Rénovation

Exploitation

Objectifs

- Préserver les équipements essentiels extérieurs des impacts de chutes de grêlons lors de tempêtes pour réduire les risques d'endommagement et de rupture d'activité associés ;
- Renforcer la résistance aux vents violents.

Description

La multiplication des épisodes de grêle intense (grêlons $\geq 3-5$ cm diamètre) constitue une menace croissante pour les bâtiments commerciaux et logistiques, dont les toitures concentrent plusieurs équipements sensibles : skydômes, exutoires de désenfumage, membranes d'étanchéité, bacs acier minces, éléments vitrés ou en verre. Un seul événement peut générer des dizaines de milliers d'euros de dommages et entraîner des arrêts d'activité prolongés. Cette fiche guide l'installation de protections physiques ciblées.

La solution repose sur des dispositifs complémentaires :

1. La mise en place de **tôles anti-grêle** en acier galvanisé renforcé (épaisseur 1,5-2 mm) ou aluminium nervuré, sélectionnées selon certification ou norme reconnue ou résistance à l'impact de grêlons ≥ 5 cm.

→ Les nervures longitudinales augmentent la rigidité et limitent le flambage sous charge.

Elles doivent être installées sur une ossature secondaire assemblée au-dessus de la toiture (ou sur ondulations porteuses du bac acier si la résistance structurelle est validée). Il est recommandé de recourir à des fixations normées, dimensionnées pour résister à l'arrachement et au flambement et adaptées à la nature et surface des équipements. Les équipements compacts ($< 2\text{m}^2$), seront préférentiellement protégés par des carters de protection en tôle nervurée, tandis que des structures en auvent déportées sont à préférer pour des installations de surface supérieure.

2. L'installation de **protections spécifiques sur les skydômes et grilles d'aspiration des groupes d'extraction d'air** : grilles ou caillebotis métalliques perforés (maille $\leq 30 \times 30$ mm) montés sur supports déportés, et maintenant un espacement 5-10 cm avec la voûte translucide. Cette configuration absorbe l'impact mécanique de la chute de grêle sans transmission directe, préserve la diffusion lumineuse et conserve la cinématique d'ouverture des exutoires.
3. Les grilles d'extraction d'air en face supérieure des **groupes CTA et meubles frigorifiques sur toiture** peuvent également faire l'objet d'ajouts de manches à air coudées, permettant d'accompagner les flux d'air de la verticale à l'horizontale sans réduire les débits d'extraction tout en protégeant les grilles des trajectoires de grêlons.

Avant toute intervention, il convient de réaliser :

- une **vérification de la couverture existante** et de diagnostiquer les zones et équipements vulnérables : lanterneaux/skydômes, exutoires, bacs acier minces et revêtements vieillissants. Les équipements techniques (groupe d'extraction d'air, meubles de production de froid non-logés) peuvent également être ciblés.
→ Dans les zones très ouvertes et exposées au vent fort, des contreventements et renforts de rigidité peuvent être ajoutés sous les tôles et éléments vitrés/verriers pour limiter les vibrations et les risques de soulèvement.
- un **diagnostic de vulnérabilité** du site ciblé sur l'aléa **tempête**, pour permettre l'adaptation des dispositifs retenus aux aléas actuels et futurs, et garantir qu'ils remplissent leurs fonctions durablement.
→ Ce diagnostic doit permettre de prioriser les interventions sur les points les plus critiques au regard des exigences réglementaires et de la continuité d'activité du site.

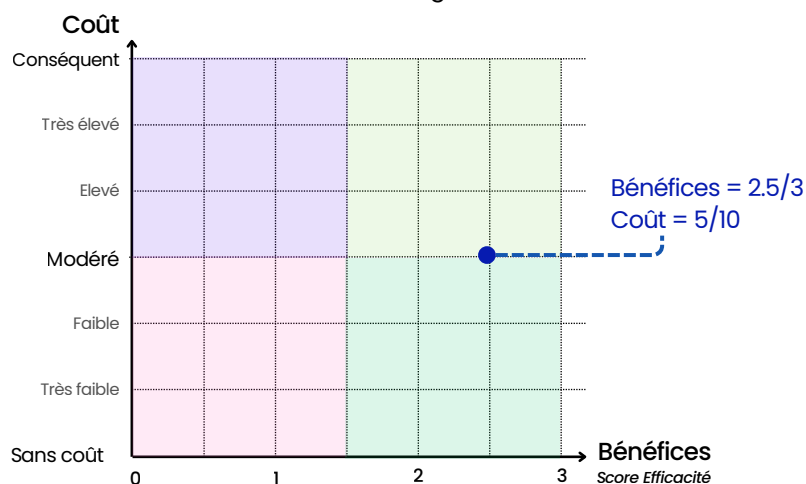
En complément, l'ensemble du dispositif doit être conçu pour garantir la ventilation naturelle des sites et les écoulements d'eau en toiture selon la stratégie de gestion des eaux pluviales adoptée par l'enseigne.

Cas particulier : les **panneaux PV** peuvent également être vulnérables à la grêle. Leur remplacement est coûteux et les protections additives sont difficilement abordables en rénovation au regard des surfaces à protéger (coût élevé, faisabilité technique). Néanmoins, la norme [IEC 61215](#), garantit la résistance des panneaux à des grêlons de diamètre $\leq 1,5\text{cm}$, cependant tous les panneaux n'en sont pas garantis : elle doit donc être intégrée aux exigences du CCTP en amont de leur achat et contrôlée.

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Une majorité d'équipements sensibles et critiques sont traités ;
- Les dispositifs sont adaptés aux normes en vigueur et aux contraintes mécaniques des épisodes de grêle récurrents sur site ;
- Une vérification et un entretien sont régulièrement réalisés.



Rapidité d'effet

19

Immédiate



Efficacité éprouvée dès livraison ; durable avec des contrôles réguliers.

Durée de réalisation

Moyenne



2-5mois

Le délai peut être rallongé suivant :

- la complexité du site (conception) ;
- les conditions météorologiques (travaux).

Co-bénéfices

- Protection indirecte de la membrane d'étanchéité en toiture de façon localisée (UV, chocs thermiques) ;
- Renforcement de la résistance aux vents violents ;
- Réduction des nuisances sonores lors de précipitations ;
- Mesure de protection certifiée valorisable auprès des assureurs.

Estimations budgétaires

CAPEX :



80-180 € HT/m² de surface protégée.

Ce prix peut varier selon :

- la taille de surface à protéger ;
- l'état de vétusté des équipements existants ;
- les contraintes d'accessibilité en toiture.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

Entre 500 et 1900€/an/site

Selon complexité de l'installation

- Inspections post-aléa climatique ;
- Contrôles annuels (fixation, corrosion) + traitements préventifs.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Retour sur investissement

Par retour d'expérience, pour un bâtiment commercial ou logistique équipé de 30 skydomes et 2 000 m² de toiture, un seul épisode de grêle intense peut générer des **dommages estimés entre 50 000 et 150 000 €**, auxquels s'ajoutent les coûts d'interruption d'activité. (Exemple construit à partir de données techniques moyennes observées sur sites similaires, Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires avec des toitures, et équipements sensibles situés sur celles-ci.

Pré-requis

L'entreprise doit avoir réalisé en amont un **diagnostic de vulnérabilité aux tempêtes** et chutes de grêlons comprenant :

- une cartographie exhaustive des équipements vulnérables en toiture (lanterneaux, exutoires, VMC, panneaux solaires, membranes d'étanchéité) ;
- un état de conservation détaillé de chaque ouvrage avant d'envisager la solution ;
- une analyse de l'historique sinistres grêle sur 5 à 10 ans (diamètre grêlons > 3 cm).

Un diagnostic complémentaire d'**exposition à l'aléa tempête** est recommandé en complément (cf. [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)).

Risques de limites techniques

- Sous-dimensionnement de la résistance au vent : un calcul insuffisant entraîne un arrachement des tôles en tempête, aggravant les dommages. C'est pourquoi il est recommandé de faire appel à un bureau d'études pour réaliser un calcul de résistance au vent avant installation.
- Perforation de la membrane d'étanchéité lors de la fixation : toute traversée non maîtrisée peut créer des infiltrations d'eau à l'intérieur du bâti ;

Pour éviter cela, privilégier des ancrages sur éléments porteurs (bacs acier, pannes) avec traversée étanche, en vérifiant que les reports de charges soient structurellement acceptables.

- Obstruction des flux d'airs : un dispositif mal conçu peut bloquer la circulation de l'air et favoriser la surchauffe ;

Une vérification de la compatibilité des solutions retenues avec la conformité aux normes de ventilation par un bureau d'études est nécessaire.

- Contraintes d'exploitation et de maintenance non anticipées : des dispositifs inaccessibles peuvent entraîner un abandon progressif de la maintenance et une perte d'efficacité ;

Pour éviter cela, intégrer dès la conception des cheminements d'accès sécurisés adaptés à ces opérations.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un diagnostic de vulnérabilité aux grêles (cartographie des équipements + état de conservation + analyse d'exposition) (cf. [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)) ;
- ☐ Cibler les équipements à protéger en priorité et sélectionner des dispositifs adaptés à leur nature et aux caractéristiques de la toiture et des structures ;
- ☐ Faire réaliser un calcul de résistance aux vents forts par un bureau d'études spécialisé avant installation ;
- ☐ Veiller à sélectionner des dispositifs pour leur résistance mécanique au flambement et à l'arrachement, au support de charges ;
- ☐ Vérifier la résistance structurelle des toitures et supports de protection en faisant appel à l'expertise d'un bureau d'études spécialisé ;
→ Ces experts peuvent faire des propositions de dispositifs adaptés à chaque équipement et site.
- ☐ En conception, vérifier la conformité réglementaire (sécurité incendie, ventilation, etc.) de la conception globale des dispositifs ;
- ☐ Vérifier le maintien des conditions d'accessibilité des équipements protégés (pour entretien et maintenance) ;
- ☐ Installer l'ossature secondaire sans perforation de la membrane d'étanchéité ;
- ☐ Contrôler l'étanchéité après travaux par test fumigène ou thermographie infrarouge ;
- ☐ Réaliser des contrôles fréquents pour vérifier :
 - le serrage des fixations (couple de serrage selon spécifications fabricant) ;
 - l'état de conservation (corrosion des pièces, continuité de protection, absence de déformations) ;
 - la fonctionnalité d'ouvertures des exutoires.
- ☐ Assurer le nettoyage régulier des grilles sur skydômes pour éliminer les débris (feuilles/mousses) ;
- ☐ Mener un contrôle supplémentaire après chaque épisode de grêle ou de vent fort (minimum 48 à 72h après événement).

Indicateurs de suivi

KPI 1

**Nombre/
An**

D'équipements extérieurs sensibles endommagés/remplacés à cause de chutes de grêlons
Cible : Réduction observable sur 5-8ans selon fréquence des épisodes

KPI 2

**Nombre
/An**

Fréquence annuelle d'inspections préventives
Cible : 2/an minimum + après chaque tempête et chute de grêlons

Exemples et liens utiles

- Protection des objectifs contre les dangers naturels météorologiques, Chapitre 3 - Grêle, [ECA, AEIA](#), 2007 ;
- "Choisissez des produits testés à la grêle", [Site Protection contre les dangers naturels](#).

Solutions associées

- [Fiche 2 - Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 18 - Arrimer et fixer les équipements sensibles ou éléments de mobilier extérieurs](#).

RENFORCER LA RÉSILIENCE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE FACE AU RISQUE INONDATION



20

SOLUTION TECHNIQUE



Image générée par IA

Objectifs

- Résister face à une inondation de courte durée ;
- Préserver la continuité d'activité, la sécurité des personnes et des biens matériels.

Description

Lors d'une inondation, chaque équipement électrique immergé ou court-circuité peut entraîner des risques d'électrocution, d'incendie et occasionner une rupture prolongée de l'activité du site. Cette fiche guide la mise en œuvre de mesures techniques et organisationnelles pour protéger le réseau électrique et garantir la sécurité des personnes, la continuité d'activité et la réduction des délais de retour à la normale.

La démarche repose sur plusieurs actions complémentaires :

1. **La segmentation et la coupure sécurisée des circuits** : il s'agit d'individualiser les circuits électriques entre les parties inondables et les parties non inondables du bâtiment, puis de mettre en place des dispositifs de coupure automatique ou manuelle de l'alimentation en cas d'inondation. Ces dispositifs doivent être asservis aux systèmes d'alerte (cf. [Fiche 5 – Mettre en place une alerte météorologique](#) ; [Fiche 6 – Mettre en place des détecteurs de présence d'eau](#)) pour permettre une intervention rapide et coordonnée suivant les consignes des plans d'urgence (cf. [Fiche 3 – Principes de gestion de crise](#)).
2. **La surélévation des équipements critiques** : les équipements électriques sensibles (tableaux généraux basse tension, postes de transformation, armoires techniques, onduleurs, compteurs, groupes électrogènes) doivent être rehaussés au-dessus des plus hautes eaux connues (ou scénario de crue de référence des PPR en vigueur), en intégrant une marge de sécurité liée aux projections climatiques futures. Cette surélévation nécessite de vérifier la capacité portante de la nouvelle surface d'accueil et de garantir l'accessibilité pour les opérations de maintenance.
[PPR : Plan de Prévention des Risques \(document à périmètre communal ou intercommunal\)](#).
3. **La protection physique des équipements** : le renforcement de l'étanchéité des coffrets électriques et l'installation de pompes de relevage dans les locaux abritant des équipements importants constituent des mesures de protection complémentaires. Les pompes doivent être asservies aux systèmes d'alerte pour garantir leur déclenchement en temps utile.
4. **La conception de circuits électriques descendants** : la mise en place de cheminements électriques depuis les parties hautes du bâtiment permet de limiter l'exposition des câblages et des équipements aux remontées d'eau.
5. **La robustesse par diversification des sources d'énergie** : la multiplication des sources d'approvisionnement énergétique (réseau principal, groupes électrogènes de secours, systèmes photovoltaïques avec stockage) améliore la continuité de service, sous réserve que ces différentes sources soient coordonnées entre elles et intégrées dans un schéma de gestion cohérent.

La sécurisation électrique en zone inondable génère trois bénéfices majeurs :

- Réduction du délai de retour à la normale après sinistre, limitant les pertes d'exploitation ;
- Diminution des coûts de remise en état grâce à la protection préventive des équipements ;
- Amélioration de la sécurité des personnes par la prévention des risques électriques (électrocution, incendie) en situation de crise.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative ET/OU Préventive

Lot du bâtiment

Rez-de-chaussée

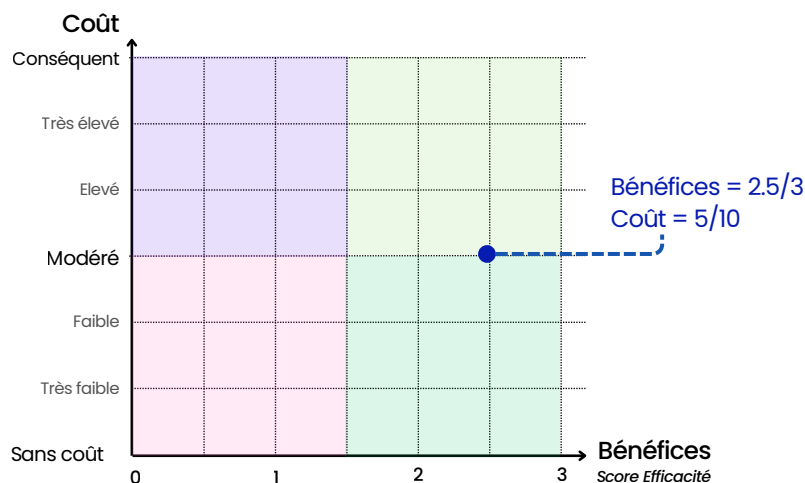
Étapes

Rénovation
Exploitation

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à **2,5/3** si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Une majorité d'équipements critiques sont traités ;
- Les dispositifs sont réhaussés au dessus du seuil de nivellement défini (niveau de crue de référence + marge de projections climatiques) ;
- Une vérification et un entretien sont régulièrement réalisés ;
- Les exploitants sont formés aux procédures de coupures, et ces dernières sont intégrées dans les plans d'urgences inondations.



Rapidité d'effet

20

Court-terme



Efficacité éprouvée dès mise en cohérence avec les principes de gestion de crise.

Durée de réalisation

Longue



3-12mois
(conception + travaux)

Variable selon :

- la taille et complexité du site ;
- l'état du réseau ;
- les contraintes d'exploitation.

Co-bénéfices

Sans objet.

Estimations budgétaires

CAPEX :



125-200€ HT/m² de travaux

Pour une rénovation complète des installations électriques.

(d'après La Maison Saint-Gobain, 2026)

80-120 €/m² pour le compartimentage des circuits et tableaux ;

50-150 €/m² pour la surélévation des équipements critiques ;

20-130 €/m² pour la réalisation d'un circuit descendant et rehaussement de prises. (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

Entre 800 et 2500€/an/site

Selon la nature des contrôles réalisés :

- règlementaires ;
- vérifications d'étanchéité ;
- tests des dispositifs de coupure automatique.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Retour sur investissement

Les dommages moyens liés à une inondation pour un site commercial ou logistique s'élèvent entre **100 000 et 500 000 €**, auxquels s'ajoutent les **pertes d'exploitation estimées entre 20 000 et 50 000 €** par jour d'arrêt (Source : MRN, Rapport Prévention 2023).

La sécurisation électrique en zone inondable permet de réduire ces dommages de 40 à 60 % lors d'inondations de courte durée (durée inférieure à 48h, hauteur d'eau inférieure à 1m), grâce à la protection préventive des équipements critiques et à la continuité d'alimentation (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026 ; MRN, Rapport Prévention 2023).

Enfin, par retour d'expérience, la mise en œuvre combinée de circuits individualisés, de surélévation des équipements et de dispositifs de coupure automatique permet de **diviser par 2 le délai de retour à la normale après sinistre**, limitant ainsi les pertes d'exploitation cumulées (Source : Bureau Veritas Solutions, 2026).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés au risque inondation et abritant des équipements électriques critiques au rez-de-chaussée ou en sous-sol en particulier

- centres commerciaux, grandes et moyennes surfaces ;
- entrepôts logistiques ;
- bâtiments de bureaux avec parkings souterrains.

Pré-requis

En amont à cette solution, l'entreprise doit :

- avoir réalisé un **diagnostic de vulnérabilité aux inondations** (cartographie des points d'entrée d'eau et identification des équipements électriques critiques par niveau ;
- disposer des plans de réseaux électriques à jour (schémas unifilaires, tableaux de distribution) ;
- disposer de plans d'urgence inondation définis et d'une chaîne d'alerte opérationnelle.

Risques de limites techniques

- Sous-dimensionnement des surélévations : une hauteur insuffisante annule la protection ;

Pour éviter cela, ajouter une marge de sécurité à la côte de crue de référence, liée aux projections climatiques futures.

- Surcharge structurelle : la surélévation d'équipements lourds (poids d'un transformateur : 500-2000 kg) sans validation de la capacité portante des planchers peut fragiliser la structure ;

Pour éviter cela : exiger une étude structurelle préalable.

- Inaccessibilité des équipements déplacés : des installations surélevées sans cheminement sécurisé pour maintenance peuvent devenir inexploitable. Prévoir dès la conception les conditions d'accès normalisées ;
- Investissement disproportionné par rapport à l'accessibilité du site : sécuriser l'alimentation électrique pour assurer la continuité d'activité n'a de sens que si le public peut accéder au site pendant l'inondation. À défaut, privilégier la réduction des dommages et la rapidité de retour à la normale plutôt que la continuité d'exploitation.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

20

- ☐ Définir un seuil nivelé de surélévation par la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité aux inondations (cf. [Fiche 2 – Préconisations générales sur l'évaluation des risques](#)) : niveau du scénario de crue de référence du PPRI en vigueur + marge d'intégration des projections climatiques ;
- ☐ Réaliser une cartographie des zones et locaux sensibles, et faire inventorier par un expert les équipements électriques critiques par niveau : localisation, puissance installée, réseau d'appartenance ;
- ☐ Adopter une approche bénéfice-investissement versus risque pour définir une stratégie globale adaptée à la résilience voulue : ne pas investir sur la continuité d'activité si l'ouvrage reste inaccessible au public pendant l'inondation ;
- ☐ Définir la stratégie de compartimentage des circuits électriques entre parties inondables et non inondables ;
- ☐ Dimensionner la surélévation des équipements au dessus du seuil de surélévation préalablement défini par le diagnostic de vulnérabilité aux inondations ;
- ☐ Surélever les tableaux généraux basse tension (TGBT) et transformateurs sur plateformes étanches, installer les tableaux divisionnaires aux étages supérieurs, poser les prises électriques au-dessus de ce seuil ;
- ☐ Installer des pompes de relevage couplées aux détecteurs de présence d'eau (cf. [Fiche 6 – Mettre en place des détecteurs de présence d'eau](#)) ;
- ☐ Planifier les travaux suffisamment en amont pour préserver l'activité en mode dégradé et les phaser pour maintenir l'alimentation électrique pendant le chantier ;
- ☐ Réaliser des tests/essais de mise en service (coupure automatique, asservissement des pompes de relevage) ;
- ☐ Obtenir l'attestation CONSUEL sans réserve ;
- ☐ S'assurer de la réception de l'ensemble des documents de travaux (DOE, DIUO, schémas électriques mis à jour) ;
- ☐ Former les exploitants aux procédures de crise inondation (fiche réflexe signée + exercice réalisé) ;
- ☐ Maintenir à jour la signalétique de sécurité (circuits inondables/non inondables).

Indicateurs de suivi

KPI 1

Temps

Délai de retour à la normale (temps entre fin d'alerte jusqu'à remise en service totale)

KPI 2

Nombre /An

Fréquence annuelle de contrôles préventifs
Cible : 2/an minimum (printemps/automne - avant saisons à risque).

Exemples et liens utiles

- Protection des installations électriques contre le risque accru d'inondations, [Ouranos](#), 2022 ;
- Industriels commerçants artisans, logisticiens : Anticipez et minimisez l'impact d'une inondation sur votre entreprise Fiches conseils prévention, [France Assureurs](#), 2016 :
 - Fiche 03 – Sécurisez votre fourniture d'énergie ;
 - Fiche 09 – Mettez hors d'eau vos équipements de sécurité/sureté.

Solutions associées

- [Fiche 2 – Préconisations générales concernant l'évaluation des risques](#) ;
- [Fiche 3 – Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 5 – Mettre en place une alerte météorologique](#) ;
- [Fiche 6 – Mettre en place des détecteurs de présence d'eau](#).

ÉQUIPER LES SALARIÉS D'EPI ADAPTÉS À L'INCONFORT D'ÉTÉ

SOLUTION ORGANISATIONNELLE



21

Objectifs

- Préserver la santé et la sécurité des collaborateurs exposés aux fortes chaleurs ;
- Limiter le ressenti d'inconfort thermique et maintenir les conditions de travail acceptables ;
- Réduire le risque d'incidents liés au stress thermique.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative/Préventive

Description

Face à l'intensification des vagues de chaleur, les collaborateurs travaillant en environnement chaud (ateliers non climatisés, zones logistiques, extérieurs), sont exposés à des risques sanitaires majeurs : déshydratation, coups de chaleur, accidents cardiovasculaires, etc. Cette fiche guide la mise en place d'une stratégie combinant équipements de protection individuelle (EPI) adaptés et mesures organisationnelles pour garantir la sécurité des salariés tout en préservant la continuité d'activité.

Les EPI anti-chaieurs peuvent répondre à plusieurs fonctions, parfois combinées : rafraîchissement direct ou indirect, protection anti-UV, indicateurs d'alerte individuels, etc. Les accessoires **individuels** disponibles sur le marché et reconnus comme efficaces sont :

- **Dispositifs à rafraîchissement direct :**
 - Serviettes rafraîchissantes (à mouiller et essorer) : efficaces pour tous métiers, entretien quotidien ;
 - Casquettes rafraîchissantes : très efficaces en exposition solaire directe, limitée sur les modèles anti-heurt (incompatibles avec casques coquées par exemple) ;
 - Gilets rafraîchissants : efficacité variable selon modèle. Les retours d'expérience mitigés sur les dispositifs à mouillage manuel (inconfort physiologique, poids, rendu inesthétique). À réserver aux travaux extérieurs statiques.
- **Dispositifs de protection aux UV :**
 - Manchettes anti-UV, casquettes, t-shirts... Ces éléments peuvent être très efficaces en exposition solaire directe car ils contribuent à limiter la hausse de température corporelle du salarié.
- **Dispositifs de surveillance :**
 - Détecteurs de température corporelle (exemple : bracelets connectés) : ils alertent le porteur en temps réel en cas de dépassement d'un seuil et lui permettent d'adapter ses comportements (pause, hydratation). Ces dispositifs nécessitent une culture de prévention établie pour être portés et suivis d'effet. Coût : 25-35€/unité.

Des **équipements collectifs** peuvent également, selon le contexte, compléter ces fonctionnalités : tentes de protection UV déployables pour créer de l'ombre, rafraîchisseurs adiabatiques mobiles ou fixes à proximité des postes de travail dans les espaces fermés non climatisés (cf. [Fiche 24 – Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture](#)), etc.

Globalement, la démarche de sélection de ces dispositifs peut s'appuyer sur la démarche suivante :

1. **La définition d'un cahier des charges** au regard des postes de travail ciblés, du contexte et des contraintes propres à l'activité de chaque collaborateur, et des mesures existantes de protection aux fortes chaleurs. Les salariés doivent préférablement être consultés à ce stade pour éviter tout frein lié à l'acceptabilité sociale ;
2. **La recherche non exhaustive** d'EPI adaptés auprès de fournisseurs d'EPI reconnus et de sources institutionnelles. ;
3. **La réalisation de tests sur le terrain** (compter 2-3 mois en période estivale) auprès d'un échantillon représentatif de collaborateurs exposés aux fortes chaleurs ;
4. **La diffusion d'une enquête de satisfaction**. L'absence de contre-indication de sécurité et de productivité conditionne le déploiement massif, en complément avec la satisfaction collaborateur.
5. **Le pilotage et suivi des indicateurs** après déploiement d'une solution à large échelle, complétée par des **retours d'expérience** après chaque canicule pour permettre une amélioration continue.

Pour réduire la vulnérabilité des salariés aux fortes chaleurs, la fourniture d'EPI ne suffit pas. Elle doit s'inscrire dans une stratégie de gestion des fortes chaleurs et intégrée au système de management santé/sécurité existant pour être réellement efficace. Elle doit notamment être combinée à des mesures de prévention, et de protection des salariés telles que :

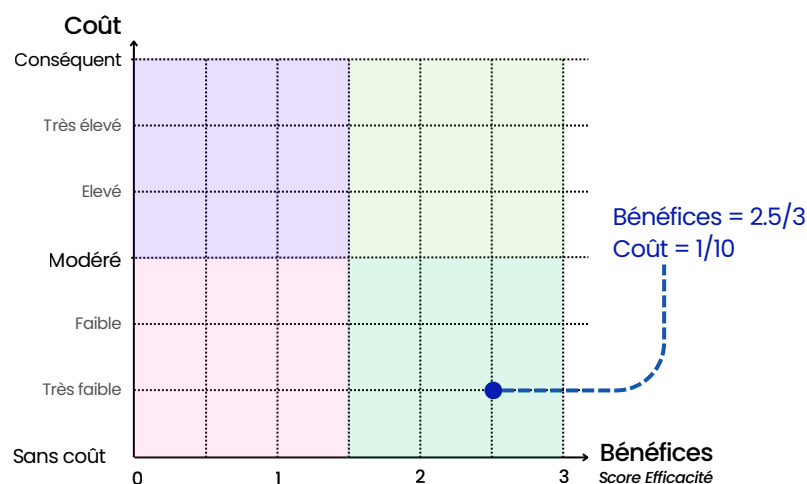
- L'adaptation des conditions de travail en période de fortes chaleurs : mise à disposition d'eau potable fraîche en libre accès, augmentation de la fréquence des pauses, aménagement de salles de pause climatisées, décalage/aménagement des horaires de travail, allègement des tenues de travail...etc. ;
- La mise en place d'une vigilance météorologique (cf. [Fiche 5](#)) et le déclenchement de protocoles internes en cas de dépassement de seuils (Exemple : déclenchement des seuils de vigilance Orange/Rouge selon Météo France) ;
- Sensibilisation, communication et formation du personnel aux risques associés aux fortes chaleurs.

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité d'une mesure organisationnelle est complexe à pondérer en raison de la variabilité de contextes des sites, enseignes, facteurs.

Elle a été évaluée à **2,5/3**, si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- Les EPI sont choisis avec les collaborateurs, ont été testés et sont adaptés à leur activité propre ;
- Les salariés sont formés au port et à l'usage des EPI proposés ;
- Des mesures de prévention et protection aux fortes chaleurs sont déployées en complément.



Rapidité d'effet

21

Court-terme



Efficacité visible dès la formation des salariés ; durable avec de l'amélioration continue.

Durée de réalisation

Moyenne



Selon les phases et le périmètre :

- Consultations et tests : 3-6 mois ;
- Analyse post-test : <1 mois ;
- Déploiement général : 3-12 mois.

Co-bénéfices

- Amélioration du climat social interne ;
- Réduction de l'absentéisme lié à la chaleur ;
- Attractivité employeur renforcée.

Estimations budgétaires

CAPEX :



Entre 500 et 15k€ pour 100 salariés

- Gilets rafraîchissants (par mouillage) : environ 30€/unité ; (par changement de phase) 150-180€.
- Casquettes rafraîchissantes : 15-20€/unité.
- Serviettes rafraîchissantes : 5-7€/unité.
- Bracelets connectés : 25-35€/unité.

(d'après Norauto et Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

A l'échelle d'un site :

- Sensibilisation et formation : 2-4k€/an selon mises à jour ;
- Renouvellement des EPI usagés : 0,5-1k€/an ;
- Pressing industriel : 12-20k€ pour un lavage/séchage quotidien de 100 EPI sur 3 mois.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Points de vigilance

Pré-requis

L'enseigne doit disposer au préalable :

- D'une évaluation du risque chaleur intégrée au Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels (DUERP), identifiant les postes de travail exposés et les niveaux de criticité ;
- D'une cartographie des zones à risque (ateliers non climatisés, zones logistiques, extérieurs) et des activités physiques associées ;
- D'un système de management santé-sécurité opérationnel, incluant une gouvernance claire et des plans d'urgence chaleur définis (cf. [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#)) ;
- D'une chaîne d'alerte météorologique fonctionnelle (cf. [Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique](#)).

Risques de limites techniques

- Efficacité limitée en cas de canicule sévère (>40°C) : dans ces conditions, pour les collaborateurs travaillant en extérieur, les EPI deviennent insuffisants. Il est impératif de prioriser la réorganisation du travail (décalage des horaires, arrêt activité, repli en zone climatisée).
- Non acceptabilité sociale : des EPI inconfortables, inesthétiques ou perçus comme stigmatisants ne seront pas portés.

Pour éviter cela, impliquer les collaborateurs dès la phase de sélection et privilégier des tests terrain représentatifs.

- Incompatibilité avec d'autres EPI obligatoires : (exemple : casquettes rafraîchissantes/casques coqués, manchettes/gants de protection).
- Entretien non assuré : des dispositifs sales ou dégradés perdent leur efficacité, et soumettent le collaborateurs à des risques sanitaires.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

21

- ☐ Intégrer la mesure au DUERP ;
- ☐ Définir des critères de déclenchement du port des EPI :
→ Exemple : vigilance météorologique (Orange/Rouge selon Météo France), température extérieure (>32°C), ou indice WBGT selon activité (seuils définis par l'INRS) ;
- ☐ Désigner un responsable du déploiement sur site ;
→ Exemple : Directeur/Responsable de site, QSSÉ, etc. ;
- ☐ Cibler les postes prioritaires (travail physique, extérieur, zones chaudes non climatisées, port d'EPI contraignant) et dimensionner le nombre de dispositifs en conséquence ;
- ☐ Définir un cahier des charges intégrant les contraintes des postes de travail et consulter les salariés pour garantir l'acceptabilité sociale ;
- ☐ Rechercher des EPI adaptés auprès de fournisseurs reconnus et sources institutionnelles (INRS, plateforme "Plus frais au travail" de L'ADEME, etc.) ;
- ☐ Identifier et écarter les solutions présentant des contre-indications et/ou incompatibilités :
 - Au déploiement massif ;
 - Aux contextes et contraintes métier ;
 - Avec le port EPI existant (haute-visibilité, harnais, protections chimiques/mécaniques, etc.) ;
- ☐ Éviter également les superpositions augmentant la charge thermique ;
- ☐ Tester en conditions réelles sur un échantillon représentatif (2-3 mois en période estivale) et ajuster selon retour d'expérience (confort, mobilité, efficacité perçue) ;
- ☐ Diffuser une enquête de satisfaction : il est recommandé de fixer un taux de satisfaction >70% ;
- ☐ Établir une procédure d'usage par EPI (trempage/essorage pour dispositifs à mouillage, recharge pour bracelets connectés) et prévoir les moyens associés (point d'eau, packs de recharge, entretien/hygiène pressing, etc.) ;
- ☐ Sensibiliser et former les collaborateurs à l'usage des EPI : durée de port, alternance travail/repos, hydratation, signes d'alerte (maaise, confusion, crampes) et conduite à tenir ;
- ☐ Identifier les mesures organisationnelles complémentaires à activer selon les seuils de vigilance/alerte déclenchés ;
- ☐ Mettre en place un suivi composé d'un registre de dotation ;
- ☐ Faire des RETEX après chaque canicule (incidents chaleur, inconfort, usages réels) pour ajuster le dispositif ;
- ☐ Prévoir l'entretien/hygiène (lavage/séchage, contrôles) et conditions de stockage (propre/sec) si nécessaire.

Indicateurs de suivi

KPI 1

**Nombre
/An**

Nombre d'incidents ou d'arrêt de travail liés à la chaleur.
Cible : 0/an

KPI 2

%

Taux de satisfaction des collaborateurs sur les mesures de gestion des fortes chaleurs.
Cible : >80% minimum

Exemples et liens utiles

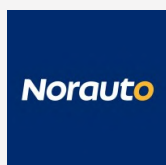
- Dépliant "Soleil et travail", [INRS](#) ;
- Article "Travail à la chaleur", [INRS](#) ;
- Plateforme "Plus frais au travail", [ADEME & INRS](#) ;
- Recommandations en cas de vague de chaleur, [Ministère de la Santé](#) ;
- Témoignage de Saint-Gobain, p.31 du guide "En entreprise, comment s'engager dans un parcours d'adaptation au changement climatique ?", [ADEME](#).

Solutions associées

- [Fiche 3 - Principes de gestion de crise](#) ;
- [Fiche 5 - Mettre en place une alerte météorologique](#) ;
- [Fiche 24 - Installer des rafraichisseurs adiabatiques sur toiture](#).

Retour d'expérience

NORAUTO



Fabien Kaczmarek
Directeur Santé & Sécurité – Norauto



Une démarche globale d'adaptation aux fortes chaleurs intégrant le test d'EPI rafraîchissants

Retour d'expérience sur différentes solutions d'équipements de protection individuels testées dans le cadre d'une démarche globale de **protection des collaborateurs exposés aux fortes chaleurs afin d'éviter le risque de stress thermique**

Face à l'intensification des épisodes de fortes chaleurs, Norauto a structuré une démarche globale de prévention visant à **protéger les collaborateurs les plus exposés**, notamment ceux travaillant en atelier ou sous chapiteau. Cette démarche repose sur des mesures organisationnelles et techniques :

- Intégration de mesures de prévention au **DUERP**,
- **Modules de e-learning** pour présenter les actions à mettre en place en cas de fortes chaleurs (*mise à disposition d'eau, augmentation de la fréquence des pauses, fournitures d'EPI spécifiques, ainsi que la fourniture de crème solaire et de lunettes de soleil pour les personnes travaillant sous les chapiteaux*),
- Organisation de **webinaires** et diffusion de **newsletter** au début de la saison estivale pour rappeler les mesures à mettre en œuvre en cas d'alerte,
- **Système d'alertes météo** pour demander aux directeurs des centres concernés par une alerte canicule orange ou rouge de déployer le plan d'action prévu,
- **Référencement d'EPI rafraîchissants**.

Norauto a testé plusieurs équipements de **protection individuelle (EPI) rafraîchissants**. Les essais ont porté sur des gilets, des casquettes, des manchettes et des serviettes. Les retours des utilisateurs ont permis d'identifier les solutions les plus efficaces et les plus adaptées aux contraintes des métiers de l'atelier.

Serviettes rafraîchissantes

Portées autour du cou, elles ont suscité une bonne adhésion des utilisateurs : faciles à utiliser et compatibles avec les activités réalisées en atelier, elles procurent une sensation de fraîcheur appréciée pendant trois à quatre heures.

Casquettes rafraîchissantes

Elles procurent une sensation de fraîcheur même pour des équipes travaillant en intérieur. Elles sont retenues dans le cas de Norauto qui n'a pas besoin de fournir de casquettes anti-heurts, ces casquettes n'étant pas coquées.

Gilets rafraîchissants

Les modèles testés n'ont pas été retenus en raison d'un manque de confort : sensation de vêtement collant à la peau et poids jugé excessif. D'autres technologies de gilet rafraîchissant sont à l'étude.

Manchettes rafraîchissantes

Elles n'ont pas davantage convaincu : leur effet rafraîchissant étant considéré comme insuffisant et leur utilisation pouvant gêner certains gestes professionnels ou présenter un risque d'accrochage lors d'interventions mécaniques.

Retour d'expérience

NORAUTO

Norauto agit sur 2 leviers complémentaires :

- ⇒ L'adaptation des **tenues professionnelles** des collaborateurs en ateliers : des shorts leur sont proposés en remplacement des pantalons pendant la saison chaude. De nouvelles pistes sont aujourd'hui explorées, comme le recours à des tee-shirts plus légers que les polos habituellement portés.
- ⇒ L'installation de **rafraîchisseurs adiabatiques**, fixes ou mobiles.



« Les meilleures solutions sont celles qui sont adoptées par les équipes. Il est donc indispensable d'écouter les retours du terrain pour trouver le bon équilibre entre confort thermique, facilité d'utilisation et maintien des conditions de sécurité dans l'exercice du métier. »

Fabien Kaczmarek

Soucieuse de mesurer l'efficacité réelle des dispositifs mis en place, Norauto a réalisé une enquête auprès de ses collaborateurs. **700 personnes ont répondu.**

Top 3 des mesures jugées les plus efficaces



1. Mise à disposition d'eau,
2. Tenues de travail plus légères,
3. Rafraîchisseurs adiabatiques.

Pour l'enseigne, cette **évaluation régulière de l'adhésion des collaborateurs** constitue un levier essentiel pour identifier les solutions les plus pertinentes et favoriser leur appropriation sur le terrain.

RECOMMANDATIONS POUR ÉQUIPEMENTS DE PRODUCTION DE FROID (MEUBLES)



22

SOLUTION TECHNIQUE

Objectifs

- Maintenir la température intérieure des meubles froids lors d'épisodes de fortes chaleurs pour préserver la chaîne du froid ;
- Se préserver des risques sanitaires, technologiques et énergétiques ;
- Éviter la perte de puissance frigorifique et les dérives de consommations ;
- Préserver l'état et la valeur des stocks, éviter le gaspillage alimentaire ;
- Préserver la continuité d'activité.

Aléas ciblés



Stratégie

Préventif ET/OU Curatif

Cette fiche donne un aperçu des principaux points d'attention, sans les détailler, pour adapter les meubles frigorifiques et la production de froid aux fortes chaleurs. Compte tenu de la complexité du sujet, un audit complet de l'installation reste indispensable avant toute décision.

Description

Lors d'une canicule, les équipements de production de froid perdent en puissance et consomment davantage, mettant en péril la chaîne du froid et les stocks sensibles. Cette fiche guide le dimensionnement et l'optimisation des systèmes, notamment en miroir du fonctionnement de la CVC, pour garantir leur efficacité en période de fortes chaleurs.

L'enjeu principal est d'adapter les réglages en cohérence avec les T°ext saisonnières du site afin de limiter la perte de puissance frigorifique et l'augmentation des consommations en période de fortes chaleurs. Plusieurs mesures peuvent être mises en place pour pallier ce problème, mais les plus efficaces prennent lieu dès la conception de ces installations et impliquent un entretien rigoureux. Aussi, les recommandations divergent selon que l'on s'adresse à du neuf ou de l'existant.

Préconisations sur le neuf

Mesures techniques

- **Scénario 1 :** Dimensionner avec une réserve de T° (**tropicalisation**) : retenir un ΔT° extérieur plus défavorable et prévoir une réserve de puissance pour maintenir la capacité de froid et assurer la stabilité de la production en cas de canicule, tout en sécurisant la production dite à "charge partielle" (modulation de puissance) hors périodes chaudes.

Exemple : dimensionner à 38°C voire 43°C plutôt que 32°C de T° ambiante ou 35°C de T° extérieure.

Vigilance : attention au surdimensionnement mal maîtrisé (cf. **Risques de limites techniques**).

- **Choisir une architecture adaptée** (centralisée, semi-centralisée ou décentralisée) :

Arbitrer entre :

- a. Centralisation de la production (souvent efficiente mais plus exposée à la surcharge en pic chaud) ;
- b. Segmentation (**Scénario 2**) (plus résiliente mais potentiellement plus de maintenance et de pertes calorifiques).

Pour cela, il est recommandé d'étudier des systèmes en cascades sur petites unités.

- **Intégrer des technologies "hautes températures"** : (exemple : sous-refroidissement, désurchauffeur en sortie de compresseur négatif), particulièrement pertinentes pour améliorer l'efficacité énergétique (COP/EER) lorsque la température ambiante augmente.



Pour information, la stratégie de gestion de la production de froid doit rester cohérente avec l'évolution réglementaire européenne sur les fluides frigorigènes (réglementation F-Gas, PFAS, CH35, DESP).

A ce titre, il est possible d'ajouter des rafraîchisseurs adiabatiques (**Scénario 3**) au niveau des refroidisseurs à gaz (gas cooler) pour sécuriser la production lors des pics de chaleur. Ce type de solution peut apporter des gains, mais déplace la vulnérabilité vers la ressource en eau et ajoute des exigences de maintenance en période de canicule. Il est recommandé de ne les retenir qu'après analyse locale et une recherche d'alternative "sans eau".

- **Intégrer des configurations des composants permettant le relai de l'un sur l'autre** (exemple : compresseurs parallèles, armoire électrique, etc.) ;
- Ne pas négliger le sur-dimensionnement de l'alimentation électrique de la centrale par rapport aux surcharges de consommation liées aux périodes de fortes chaleurs ;
- **Repenser l'implantation globale des centrales et coolers** selon leur exposition, envisager le repositionnement des groupes en toiture au sol avec caisson climatisé ;
- Climatiser la salle des machines.

Vigilance générale : il est hautement recommandé de prioriser la robustesse au moment de la décision plutôt que les économies de CAPEX.

Mesures organisationnelles

- Renforcer et/ou élargir la supervision : contrôler les signaux faibles annonceurs de pannes.

Exemple : T° huile, pression, encrassement filtre, T° sortie de compresseur, etc.

- Exiger des visites par des metteurs au point (et non mainteneurs) à chaque saison pour vérifier la conformité des dispositifs et de leurs réglages.

	Avantages	Inconvénients
Scénario 1 Tropicalisation + architecture adaptée + technologie performante	- Résilience maximale : maintien puissance frigorifique lors de canicules extrêmes (dimensionnement +3 à +5°C) ; - Efficacité énergétique : technologies hautes T° (sous-refroidissement, désurchauffeur) améliorent COP/EER ; - Continuité renforcée : la segmentation évite la perte totale en cas de panne partielle ; - Supervision avancée : détection précoce anomalies (T° huile, pressions, filtres) ; - Co-bénéfices : réduction des consommations de 12-15%, réduction des émissions de CO₂.	- CAPEX très élevé ; - Risque surdimensionnement : si >+5°C, dégrade efficacité hors canicule ; - Complexité : nécessite un audit par une expertise BET pointue, visites mise au point saisonnières obligatoires ; - Délais longs : 4-8 mois (conception + réalisation).
Scénario 2 Mise en conformité F-Gas + segmentation (nouvelles centrales)	- Redondance : séparation boucles (positif/négatif, mobilier/CF) limite impact pannes ; - Conformité réglementaire : F-Gas intégrée, évite pénalités futures ; - Flexibilité : basculement stock CF si mobilier HS, délestage partiel possible ; - Co-bénéfices : réduction des consommations 8-12%, réduction des coûts curatifs.	- CAPEX significatif ; - Maintenance accrue : multiplication points contrôle (compresseurs, vannes, fluides) ; - Pertes calorifiques : si segmentation mal optimisée ; - Compatibilité existant : audit préalable obligatoire (implantation, capacité électrique, GTB).
Scénario 3 Ajout de rampes adiabatiques (refroidisseurs à gaz)	- Gains immédiats : refroidissement d'appoint rapide lors pics chaleur ; - CAPEX modéré ; - Délais courts : <2 mois (conception + réalisation) ; - Simplicité : compatible installations existantes sans refonte majeure.	- Dépendance critique à l'eau : vulnérabilité accrue si sécheresse concomitante (stress hydrique estival) ; - Maintenance renforcée : brumisation eau adoucie + traitement batteries + asservissement obligatoire ; - Dégradation accélérée : arrosage direct précipite corrosion gas coolers (proscrire sauf urgence) ; - Efficacité limitée : 1/3 seulement — traite symptôme, pas dimensionnement structurel ; - Risque de maladaptation : déplace vulnérabilité chaleur → sécheresse ; - Co-bénéfices faibles : réduction des consommations 5-8% seulement.

Estimations budgétaires

CAPEX :



Il est difficile de cadrer une fourchette budgétaire par scénario compte tenu de la forte variabilité des cas de figures selon leur état initial, le nombre de meubles, les choix technologiques, la nature de l'activité commerciale, les caractéristiques du bâti, la localisation du site, et les systèmes techniques existants, etc.

OPEX :

- Maintenance préventive planifiée (recalage saisonnier) ;
- Dépannage et interventions curatives, remplacement des pièces d'usure et consommables ;
- Suivi énergétique et supervision ;
- Eau et maintenance associée si adiabatique ;
- Coût d'énergie ;
- Recharge de fluides.

Rapidité d'effet

Immédiate



Efficacité appréciable dès livraison.

Durée de réalisation

Moyenne



- Scénario 2 :**
Conception : 2-4 mois ; Réalisation : 2-4 mois.
- Scénario 3 :**
Conception : <1 mois ; Réalisation : <1 mois.

Remarque

Perifem, en collaboration avec l'IFFI, le CNAM et l'AFCE, mène une étude pour déterminer les conditions de référence à prendre en compte pour le dimensionnement des équipements de production de froid, compte-tenu du changement climatique. Cette fiche pourra faire l'objet d'une révision en conséquence des conclusions de cette étude.

Mesures techniques

- Réaliser un audit d'évaluation de la résilience des installations (recenser les vulnérabilités et symptômes observés sur le terrain avec les responsables associés à ces systèmes) et faire observer, en conditions chaudes : températures produits, alarmes, défauts récurrents, zones qui décrochent en premier ;
- Selon le niveau de vétusté des installations, envisager des solutions de modernisation ;

Exemples : ajout de redondance, de subcooler, segmentation de la production (séparation positif / négatif, mobilier / CF, nouvelle boucle partielle), ajout vannes by-pass en eau glycolée, etc.)

- Faire vérifier la compatibilité d'exploitation avec les solutions retenues (localisation, bruit, interfaces de supervision, capacité électrique, CVC) pour garantir l'exploitabilité du système ;
- Séquencer les cycles de dégivrage afin de lisser les besoins énergétiques associés à la relance de production de froid après dégivrage.
- S'équiper de détecteur de fuites si manquants ;
- Construire une stratégie fluides à construire vs remplacement F-Gas (pour se constituer un stock de fluides régénérés) ;
- Climatisation salle des machines.

Mesures organisationnelles

- Fermeture des mobiliers ouverts à date (y compris semi-verticaux, TG, bacs) pour soulager la production ;
- Contrôle d'étanchéité et quantité de fluides réguliers, contrôle régulier réglages par maintenance (notamment avant saison chaude) ;
- Pour prévenir les pénuries en période de canicule, se constituer des stocks de :
 1. Pièces détachées sur site (compresseur, ventilos, condensateurs) ;
 2. Fluides neufs in situ (ex : bouteilles CO²).

Vigilance : Règlementation en vigueur concernant la sécurité ERP et DESP en la matière.

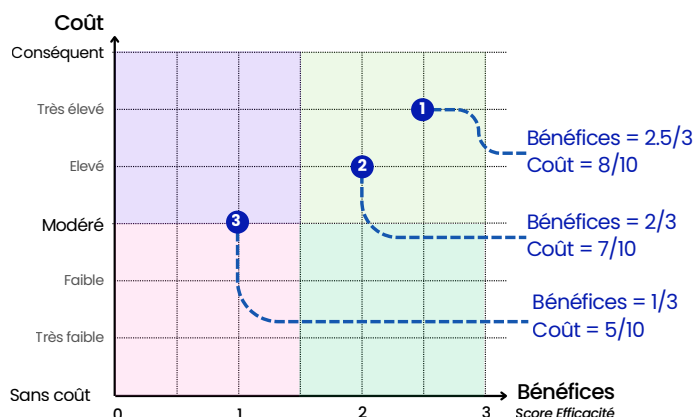
Bonnes pratiques à adopter de façon générale

- ☐ Délester en T° des couloirs et laboratoires avant de délester le mobilier frigorifique ;
- ☐ Programmer la mise en veille HP/ BP flottante (désactivation du mode économies d'énergie) ;
- ☐ Prévoir le nettoyage régulier des meubles et les opérations de maintenance (remplacements de filtres, vidanges, vérification des réglages saisonniers adaptés via GTB, etc.) ;
- ☐ Programmer une maintenance renforcée avant chaque saison estivale (nettoyage échangeurs, vérification réglages, tests en charge avec ou sans climatisation) ;
- ☐ Activer la climatisation en période d'occupation (essentielle à la production de froid commercial) ;
- ☐ Délester quelques mètres linéiques de mobilier froid (but : soulager la centrale et éviter une panne complète en période de canicule).

Analyse coût-bénéfices

L'efficacité a été évaluée à :

- **Scénario 1 : 2,5/3**
- **Scénario 2 : 2/3**
- **Scénario 3 : 1/3**



Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de magasins abritant un système de production de froid, remplissant l'une des 2 conditions suivantes :

- Localisation en zone à risque canicule élevé ;
- Hébergement de produits sensibles à la chaleur (alimentaire).

Pré-requis

Avant toute décision en rénovation, il faut :

- Avoir réalisé un rapport d'état initial (températures, pressions, consommations, défauts, et pertes de produits) afin de distinguer un manque de puissance d'un défaut de réglage ou de maintenance ;
- Vérifier les contraintes d'implantation, de bruit, d'accès maintenance, et la capacité électrique disponible ;
- Définir le besoin de mise en conformité aux regards de l'évolution des normes (F-Gas) ;

En complément, il est souhaitable de mettre en place des actions d'adaptation du bâtiment pour limiter les variations de température intérieure (conception bioclimatique, isolation, etc.), ce qui permettra indirectement de maîtriser d'autant plus facilement les consommations énergétiques du système froid.

Risques de limites techniques

- Surdimensionnement excessif : une réserve de température trop importante dégrade l'efficacité énergétique hors période de canicule. Viser une réserve de +3 à +5°C selon l'exposition du site ;
- Architecture du système incohérente avec la configuration du site en cas de non réalisation d'un état des lieux.

Risques de maladaptation climatique

- Dépendance et usage irraisonné d'eau en période de fortes chaleurs. En effet, Les rafraîchisseurs adiabatiques consomment de l'eau (vulnérabilité en cas de sécheresse) et nécessitent une maintenance renforcée en période de canicule. Pour éviter cela, privilégier les solutions "sans eau" (boucles de refroidissement).

Check-list pour une mise en œuvre réussie

22

A destination du bureau d'études technique et de l'équipe d'exploitation du site :

En conception - sur le neuf :

- ☐ Fixer un scénario "été extrême" propre au site, à traduire en objectifs d'exploitation (températures produits par rayon, disponibilité minimale, limite de dérive de consommation, etc) ;
- ☐ Chiffrer la charge été au regard des usages réels du site : fréquentation, ouvertures, consignes, horaires, apports internes ;
- ☐ Exiger un rejet de chaleur sans recirculation d'air chaud, nuisance acoustique ingérable, et avec un accès maintenance réaliste en pleine saison ;
- ☐ Faire intégrer dès le départ une stratégie de fonctionnement en charge partielle (évitant le surdimensionnement) ;

En rénovation :

- ☐ Après travaux, faire un test orienté été, verrouiller les réglages et exiger la mise en place d'un monitoring d'indicateurs clés pour prévenir la rupture : températures produits, taux d'alarmes, consommation spécifique ;
- ☐ Prévoir un ajustement des réglages régulier et après aléa.

Indicateurs de suivi

KPI 1

$$\frac{\text{kWh élec}}{\text{kWh froid utile}}$$

Ratio saisonnier de performance du système froid

KPI 2

%

Taux d'opérations de maintenance préventive et curative, et de nettoyage réalisées par an

KPI 3

Cartographie d'incidentologie (architectures en cause, BET et mainteneurs en face, approche coût complet dont curatif, nombre de jours d'incidents)

KPI 4

O/N

Conformité SLA des contrats frigoristes

Exemples et liens utiles

- Campagne Froid efficace, [Suisse Energie](#) : plusieurs fiches ressources à explorer (optimisation, maintenance, etc.) ;
- Brochure "Comment réduire la consommation électrique de vos meubles frigorifiques ?", [DGCIS](#).

Solutions liées

- [Fiche 2 - Evaluation des risques \(cartographie des flux critiques\)](#) ;
- [Fiche 23 - Climatisation : intégration et points de vigilance](#).

CLIMATISATION : INTÉGRATION ET POINTS DE VIGILANCE

SOLUTION TECHNIQUE



23



Image générée par IA

Objectifs

- Compléter les dispositifs de rafraîchissement passifs du bâtiment pour sortir des températures d'inconfort d'été lorsque c'est nécessaire ;
- Auto-limiter son utilisation pour éviter le report de vulnérabilités.

Description

La climatisation peut répondre efficacement à l'inconfort thermique et sembler appropriée au regard de l'augmentation en durée, fréquence et intensité des vagues de chaleur, mais son déploiement doit être raisonné : il accroît la demande d'électricité, peut augmenter la facture énergétique et renforcer l'îlot de chaleur urbain. Cette fiche partage des préconisations permettant de limiter son usage aux situations où les solutions passives sont insuffisantes afin de réduire les conséquences induites.

Les émissions de gaz à effet de serre associées aux climatisations proviennent surtout des fluides frigorigènes, même si l'évolution réglementaire vise à réduire fortement ces émissions à moyen terme par le remplacement de ces fluides pour des équivalents à plus faible pouvoir de réchauffement global (PRG) et un encadrement renforcé (directive F-Gas).

L'enjeu consiste à n'utiliser la climatisation que comme une **solution de dernier recours ou comme complément**, après mise en œuvre des mesures ci-après, qui sont à privilégier en amont, et par ordre de priorité :

1. La **rénovation énergétique** des "bouilloires thermiques", et en particulier le recours à l'**isolation extérieure** ;
2. La mise en œuvre de **protections solaires extérieures**, dans une approche orientation par orientation (cf. Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire) ;
3. L'**aération nocturne** ou la surventilation naturelle nocturne quand elle est possible (cf. Fiche 13 - Planifier et permettre la surventilation nocturne) ;
4. L'installation de **brasseurs d'air** qui constituent également un levier sobre pour améliorer le confort à faible consommation, et permet souvent de retarder ou de réduire l'usage de la climatisation ;
5. L'intégration de **bonnes pratiques d'exploitation et d'usage** qui limitent les apports de chaleur en journée.

Quand le système actif devient nécessaire, il convient de favoriser les solutions les plus efficaces et les moins impactantes sur les émissions de gaz à effet de serre telles que le géo-cooling/géothermie de surface, les pompes à chaleur géothermiques, les puits climatiques ("puits provençaux"), le rafraîchissement adiabatique maîtrisé (cf. Fiche 24 - Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture) ou le recours aux réseaux de froid urbains quand ils existent.

Dans les actifs commerciaux, où les systèmes de type "Roof Top" sont fréquents, l'objectif est de **maîtriser la puissance appelée et d'éviter un recours disproportionné d'équipements mal dimensionnés**, sans avoir travaillé sur les mesures à privilégier en amont. L'intégration réussie repose sur un choix d'équipements performants, pilotables et bien entretenus, afin de limiter les fuites de fluides, les surconsommations et ainsi la contribution au phénomène de surchauffe locale.

Enfin, la **sobriété d'usage est déterminante** : une température de consigne trop basse accroît fortement la consommation, alors qu'une consigne au moins égale à 26°C limite les impacts tout en conservant un confort suffisant.

Le pilotage peut aussi tirer parti, lorsque applicable, des périodes de production photovoltaïque, en favorisant un fonctionnement sur la plage 11h à 18h quand cela est compatible avec l'exploitation, afin de réduire la contrainte sur le système électrique.

Pour finir, il est recommandé d'**éviter les climatiseurs mobiles autant que possible**, car ils sont globalement moins performants, plus bruyants et plus énergivores, et ils sont souvent achetés dans l'urgence avec un risque de mauvaise qualité.

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Rafraîchissement

Étapes

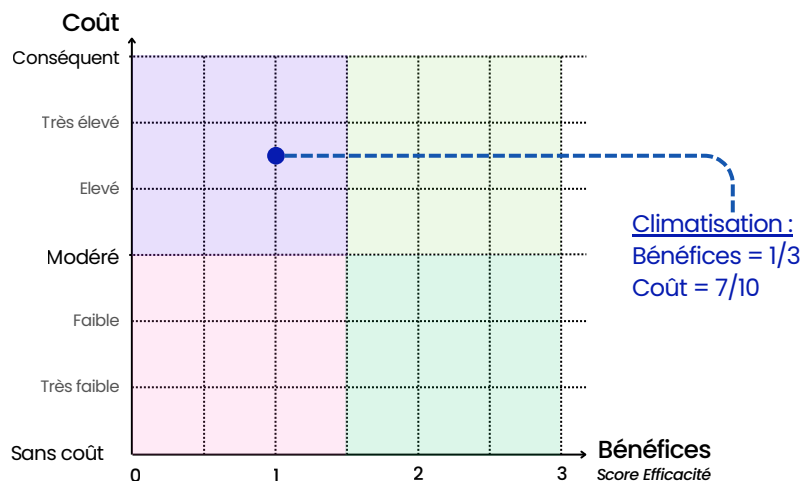
Rénovation

Exploitation

Analyse coût-bénéfices

La climatisation répond efficacement à l'inconfort thermique lorsque toutes les mesures passives sont insuffisantes. Néanmoins, cette efficacité s'accompagne d'impacts négatifs non négligeables, associés à la maladaptation, c'est pourquoi son efficacité est notée **1/3**.

L'**efficacité globale de la stratégie de rafraîchissement** atteint **3/3** uniquement si les mesures 1 à 5 sont déployées en amont, permettant de limiter le recours à la climatisation.



Rapidité d'effet

23

Immédiat



Efficace dès le déploiement.

Durée de réalisation

Rapide à Moyen



- Conception : 2-4mois (audit thermique, études de conception, instruction dossier) ;
- Travaux : 1-6mois selon complexité :
Remplacement Roof Top : 1mois ;
Géothermie ou réseau de froid : 4-6mois.

Co-bénéfices

- Amélioration du confort global ;
- Réduction des situations d'inconfort thermique intolérable ;
- Création de zone "refuge" pour les usagers et le voisinage.

Estimations budgétaires

CAPEX :



150-600€/m² climatisé

Solutions à prioriser :

- 200-300€/m² pour un Roof Top performant ;
- 400-600€/m² pour une PAC géothermique ;
- 80-150€/m² pour le rafraîchissement adiabatique.

Ces prix comprennent uniquement la fourniture d'équipements. Compter additionnellement 10-15% pour la conception et le pilotage ; 25-35% du prix pour l'installation.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

OPEX :

8-25€/m² climatisé

- Maintenance préventive ;
- Consommables et fluides ;
- Maintenance corrective.

Retour sur investissement

Passer d'une consigne de température de climatisation de 23 °C à 26 °C divise la consommation par 4,2 à Paris, par 3 à Lyon et par 2,5 à Montpellier. (Source : Etude ADEME - MICO 2024, citée dans Avis Vagues de chaleur, ADEME, 2024 ; et dans la fiche Climatisation de Plus frais au travail, ADEME & INRS, 2026)

Un contrôle rigoureux des fuites de fluides frigorigènes (<5% de la charge par an) **permet de diviser par 3 les émissions liées à ces fuites** par rapport à une installation vieillissante (exemple construit d'après les retours d'expérience Bureau Veritas Solutions, 2026).

La réglementation européenne "F-Gas" adoptée en 2014, s'est fixée pour objectif de **diviser par 5 les émissions de GES liées aux fluides frigorigènes** à l'horizon 2030 (Source : ADEME, Avis Vagues de chaleur, 2024).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés aux fortes chaleurs. Les solutions seront bien sûr à adapter au regard des spécificités de l'actif et de son contexte urbain.

Pré-requis

Avant d'envisager l'installation ou le renforcement d'un système de climatisation, quatre conditions préalables doivent être réunies :

- La réalisation d'un audit thermique complet ;
- L'étude d'intégration des mesures énoncées précédemment comme "à prioriser" ;
- La définition d'une gouvernance claire précisant les rôles (direction de site, référent énergie, maintenance) pour le pilotage des consignes, l'entretien préventif et le suivi des consommations ;
- La connaissance des obligations réglementaires relatives aux fluides frigorigènes (F-Gas), aux contrôles d'étanchéité et à la maintenance, pour anticiper les coûts d'exploitation et garantir la conformité sur la durée de vie de l'équipement.

Risques de maladaptation

- Contribution à l'îlot de chaleur urbain : le rejet massif de chaleur par les unités extérieures en milieu dense élève la température extérieure locale de +1 à +3°C en période de canicule, créant un cercle vicieux : l'augmentation de la température extérieure dégrade la performance de la climatisation nécessitant une puissance accrue qui génère encore plus de rejets thermiques ;
- Dépendance au réseau électrique en période de tension : les canicules coïncident avec des pics de consommation électrique et de baisse de production énergétiques, augmentant le risque de délestage. En cas de coupure, les bâtiments entièrement dépendants de la climatisation deviennent rapidement inhabitables ;
- Émissions de fluides frigorigènes à fort PRG : les fuites annuelles moyennes représentent 5 à 15% de la charge (jusqu'à 30% sur installations vieillissantes). Pour des fluides type R410A, 1 kg de fuite équivaut à 2tCO₂eq, soit 10 000 km en voiture. Sur une durée de vie de 15-20 ans, ces émissions cumulées peuvent représenter 5 à 10% des émissions totales du bâtiment, aggravant directement le réchauffement climatique.

Pour éviter cela, il est impératif de vérifier la détection de fuites au moment de la réception, et de s'assurer de respecter un taux de fuite <3% de la charge totale en réfrigérants.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Mener un audit énergétique ou thermique orienté inconfort estival, ou compléter l'audit existant (ex : Décret Tertiaire) en analysant les dispositions bioclimatiques, les solutions passives et les pratiques organisationnelles en place ;
 - ☐ Définir les besoins de froid par zone par une simulation thermique dynamique (STD) intégrant les projections climatiques 2030-2050 selon les scénarios du GIEC ;
 - ☐ Réaliser une analyse environnementale de site (potentiel géothermie, présence réseaux de froid, compatibilité photovoltaïque, etc.) ;
 - ☐ Faire étudier la faisabilité technique d'intégrer les solutions identifiées comme "à prioriser" ;
- En ultime recours, pour cadrer l'intégration du système de climatisation :**
- ☐ Sélectionner un système à haut rendement énergétique (géo-cooling, PAC géothermiques, puits climatiques, etc.) ;
 - ☐ Dimensionner de manière adaptée (intégrant projections 2030-2050 sans marge excessive ; cf. Fiche 22 - Recommandations pour équipements de production de froid - notion de tropicalisation) ;
 - ☐ Choisir des fluides frigorigènes conformes à la réglementation F-Gas ;
 - ☐ Intégrer à un système de pilotage intelligent ou GTB avec comptage dédié ;
 - ☐ Privilégier un fonctionnement sur la plage 11h-18h associé à la production photovoltaïque si existante ;
 - ☐ Optimiser le positionnement des unités extérieures (rejet thermique en toiture ou zone non-confinée, distance >3m des ouvrants, respect des émergences acoustiques) ;
 - ☐ Faire vérifier l'étanchéité de l'enveloppe avant et après installation, et effectuer une détection de fuites (<3 % de la charge) ;
 - ☐ Confier l'installation à des techniciens qualifiés ;
 - ☐ Effectuer un commissionnement avec mesures de performance (COP/EER mesurés ≥ valeurs constructeur - 10%) ;
 - ☐ Obtenir la documentation technique complète ;
 - ☐ Former l'exploitant aux bonnes pratiques (réglages consignes, interfacement GTB, maintenance filtres) ;
 - ☐ Définir une règle d'exploitation sur la consigne : température ≥26°C, réglages individuels trop bas bridés si pilotage décentralisé ;
 - ☐ Limiter autant que possible les climatiseurs mobiles ;
 - ☐ Réaliser les contrôles réglementaires d'étanchéité (fréquence annuelle ou semestrielle selon charge de fluides) ;
 - ☐ Établir un bilan énergétique annuel et chercher à l'optimiser.

Indicateurs de suivi

KPI 1

SEER

Performance énergétique saisonnière (SEER)
Cible : SEER ≥ 4,5 (systèmes centralisés performants) ou ≥ 6,0 (géothermie/free-cooling)

KPI 2

%

Taux de fuite annuel des fluides frigorigènes
Cible : <5% par an.

Exemples et liens utiles

- Avis de l'ADEME : Vagues de chaleur : la climatisation va-t-elle devenir indispensable ?", [ADEME](#), 2024 ;
- Guide biotechnique du confort d'été passif, [ICEB](#), 2014 ;
- Brasseurs d'air et solutions de confort d'été : conception, règles de calepinage, critères de choix, [ADEME](#), 2023.

Solutions associées

- [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire ;](#)
- [Fiche 13 - Planifier et permettre la surventilation nocturne ;](#)
- [Fiche 22 - Recommandations pour équipements de production de froid - notion de tropicalisation ;](#)
- [Fiche 24 - Installer des rafraîchisseurs adiabatiques sur toiture.](#)

Retour d'expérience

CARREFOUR



Sylvain Hallaire
 Directeur des fonctions support et expertises
 Direction Technique – Carrefour



Anticiper les fortes chaleurs et sécuriser les équipements critiques

Retour d'expérience sur différentes solutions opérationnelles et techniques de **protection du matériel frigorifique** dans le cadre d'une **démarche globale d'adaptation face aux fortes chaleurs**

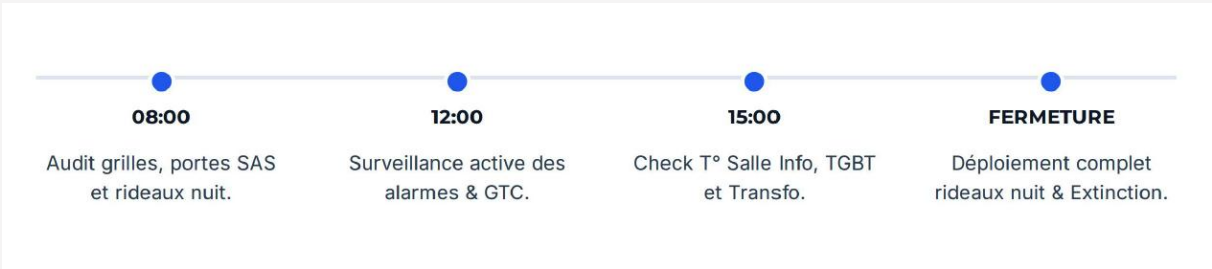


Face à l'intensification des épisodes de fortes chaleurs, Carrefour a structuré un Plan Chaleur opérationnel destiné à préparer les magasins et à organiser la réponse en cas de dégradation des conditions de fonctionnement.



« Pour faire face aux vagues de chaleur extrêmes, notre Direction Technique a mis au point un véritable guide de survie opérationnelle : le « Plan Chaleur ». Un protocole strict, conçu comme un automate pour protéger nos actifs, nos équipes et la chaîne du froid. Dès que le thermomètre extérieur s'emballe et franchit les 36°C, l'alerte est lancée. Nos équipes sont prêtes ! »

Bertrand Swiderski, Directeur RSE



L'interdépendance de certains équipements

L'expérience de l'enseigne met notamment en évidence une forte interdépendance entre **alimentation électrique, production de froid commercial et CVC**. Ces équipements constituent des fonctions critiques pour maintenir l'activité d'un magasin alimentaire lors d'une canicule. Le module 2 du guide Perifem avait d'ailleurs identifié la production de froid et l'alimentation électrique parmi les enjeux vitaux des hypermarchés audités.

Retour d'expérience

CARREFOUR

Sécuriser l'alimentation électrique des hypermarchés

Pour les hypermarchés équipés de groupes électrogènes, Carrefour travaille au **raccordement de ces équipements à la GTB**, afin de pouvoir en suivre le fonctionnement et les piloter à distance.

Les groupes électrogènes sont régulièrement testés. L'enjeu est de s'assurer qu'en situation réelle de coupure électrique, les équipements prioritaires pourront effectivement être alimentés et que le basculement vers le dispositif de secours sera opérationnel.

L'enjeu opérationnel est de :

- ⇒ Garantir la **sécurité alimentaire** ;
- ⇒ Garantir la **continuité de service** des magasins ;
- ⇒ Protéger les **actifs techniques critiques**.

La démarche doit désormais être complétée pour les **magasins ne disposant pas de groupe électrogène**, afin de déterminer les modes dégradés et solutions de continuité d'activité les plus adaptés.

Froid commercial et CVC : raisonner comme un système

Lors des épisodes de canicule, les difficultés les plus importantes concernent la **production de froid commercial et la CVC**. Ces deux systèmes ne peuvent pas être gérés indépendamment : la dégradation de l'un peut accroître les contraintes pesant sur l'autre.

En cas de baisse des capacités de production frigorifique, Carrefour prévoit ainsi de **prioriser les usages et de pouvoir délester certains rayons**, afin de concentrer la puissance disponible sur les équipements et produits les plus critiques.



Cette approche rejoint l'enjeu identifié dans le module 2 : lors des canicules, la chaîne du froid constitue un point de vulnérabilité majeur des magasins alimentaires, notamment du fait de la sollicitation simultanée du froid, de la climatisation et du réseau électrique.

POINT DE VIGILANCE

Une solution ponctuelle peut déplacer le problème

Carrefour a testé la **location de meubles frigorifiques autonomes à groupe logé** pour répondre ponctuellement à un besoin de froid et éviter le délestage de certains rayons. Le retour d'expérience montre toutefois les limites d'une solution envisagée isolément : les meubles rejettent leur chaleur dans le magasin, augmentant la température intérieure. La CVC est alors davantage sollicitée, ce qui accroît à son tour les contraintes sur les installations de production de froid.



- ⇒ **Enseignement** : avant de déployer une solution de secours, analyser ses effets sur l'ensemble du système énergétique et thermique du magasin afin d'éviter de déplacer — voire d'amplifier — la vulnérabilité.

Retour d'expérience

CARREFOUR

Des locaux techniques moins critiques qu'attendu

Contrairement à d'autres équipements, Carrefour n'a pas identifié à ce stade d'alerte majeure concernant la surchauffe des locaux techniques. Généralement de petite taille, fermés et climatisés, ils sont moins directement exposés à la chaleur extérieure.

Cette situation reste néanmoins à surveiller dans le temps, notamment à mesure que les températures extrêmes augmentent.

ALERTE > 35°C

Actions Immédiates :

- Installer climatiseur portable.
- Ventilation forcée (ventilateurs industriels).
- Ouvrir les portes des baies si nécessaire.
- Vérifier l'absence d'obstruction des grilles.

Enseignements clés

- ⇒ **Tester les dispositifs de secours** et ne pas se limiter à leur présence sur site.
- ⇒ **Piloter à distance les équipements critiques** lorsque cela est possible, notamment via la GTB.
- ⇒ **Définir à l'avance les priorités de délestage** pour maintenir les fonctions essentielles en situation dégradée.
- ⇒ **Raisonner conjointement froid commercial, CVC et alimentation électrique**, leurs vulnérabilités étant étroitement liées.
- ⇒ **Évaluer les effets secondaires des solutions temporaires** pour éviter qu'une réponse à une défaillance n'en provoque une autre.



« En période de forte chaleur, froid, CVC et alimentation électrique forment un système interdépendant. La résilience passe par l'anticipation : tester les équipements, identifier les priorités et préparer les modes dégradés avant que la crise ne survienne »

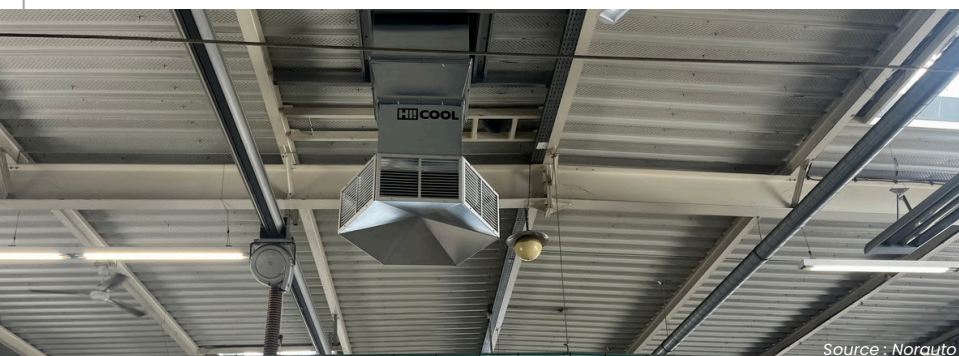
Sylvain Hallaire, Directeur des fonctions support et expertise – Direction techniques, Carrefour

INSTALLER DES RAFRAÎCHISSEURS ADIABATIQUES SUR TOITURE (CVC)

SOLUTION TECHNIQUE



24



Objectifs

- Compléter les dispositifs de rafraîchissement passifs du bâtiment pour sortir des températures d'inconfort d'été lorsque c'est nécessaire ;
- Garantir une température d'intérieur confortable en période estivale

Description

Face à l'intensification des vagues de chaleur, le rafraîchissement des espaces intérieurs devient un enjeu majeur de confort et de continuité d'activité. Le rafraîchissement adiabatique, contrairement à la climatisation, constitue une alternative sobre exploitant l'évaporation naturelle de l'eau pour abaisser la température intérieure sans recourir aux systèmes frigorifiques et donc aux fluides frigorigènes. Cette fiche guide le choix, le dimensionnement et l'intégration de ces dispositifs pour réduire la température intérieure des espaces commerciaux.

Le principe du rafraîchissement adiabatique, aussi appelé "éco-climatisation", est de faire traverser l'air chaud dans un filtre humidifié (généralement en cellulose). L'eau contenue dans le filtre s'évapore, et l'air sortant est alors refroidi naturellement puis diffusé dans le bâtiment. Ce système fonctionne uniquement avec de l'eau et un moteur de ventilation peu énergivore. Il introduit 100% d'air neuf et filtré, améliorant ainsi la qualité de l'air intérieur sans générer de rejet de chaleur vers l'extérieur. Plusieurs configurations existent :

- **Systèmes directs** : l'air extérieur est directement humidifié puis insufflé dans les locaux. Cette configuration convient aux grands volumes avec faible densité d'occupation (tels que les entrepôts logistiques et grandes surfaces commerciales) tolérant une humidité relative (HR) jusqu'à 70%. Un dimensionnement type d'installations en système direct serait : débit 10-15 m³/h/m² ; consommation d'eau 0,5-1 L/m²/jour ; puissance électrique 5-10 W/m² ;
- **Systèmes indirects** : l'air est refroidi via un échangeur sans ajout d'humidité dans les locaux. Cette configuration s'impose pour les espaces à forte occupation (tels que les bureaux et les commerces de proximité) nécessitant une humidité relative <65%. Un dimensionnement type d'installations en système direct serait : débit 8-12 m³/h/m², consommation d'eau 1-2 L/m²/jour, puissance électrique 8-15 W/m² ;
- **Systèmes couplés** (indirect + direct) : cette combinaison permet d'optimiser simultanément la performance et la maîtrise de l'humidité. Elle est parfaitement adaptée aux bâtiments tertiaires complexes.

Le choix du système doit reposer sur trois critères :

1. **Le taux d'occupation du bâtiment** : Par exemple, on privilégiera un système direct si l'occupation est <0,1 pers/m² ;
2. **L'humidité relative cible selon l'usage**. Pour des bureaux, il faut viser HR <65% ; pour des zones logistiques plutôt <70% ;
3. **La hauteur sous plafond (HSP)**. Par exemple, on privilégiera un système direct pour des volumes avec une hauteur >4m.

L'intégration aux systèmes CVC existants nécessite de réaliser préalablement une **étude de compatibilité** pour définir le positionnement des rafraîchisseurs dans la chaîne de traitement d'air, la gestion des basculements sec/humide selon HR mesurée, et l'asservissement à la régulation du bâtiment. Les centrales de traitement d'air (CTA) existantes peuvent souvent intégrer des modules adiabatiques en complément.

Ce type de solution est un dispositif technique efficace qui complète la climatisation, les destratificateurs et les extracteurs d'air. Elle doit s'inscrire dans une stratégie globale de rafraîchissement (cf. Mesures prioritaires mentionnées dans la [Fiche 23](#)). combinant protections solaires (cf. [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire](#)), une isolation performante, la ventilation nocturne (cf. [Fiche 13 - Planifier et permettre la sur-ventilation nocturne](#)) et la gestion des apports internes.

D'autre part, la consommation d'eau de ce type de dispositif, bien que modérée (0,5-2 L/m²/jour), nécessitera un approvisionnement constant et doit être couplée à la récupération d'eaux pluviales selon les obligations réglementaires en vigueur, notamment en zones de stress hydrique.

Vigilance :

- Cette solution n'est pas compatible concernant les zones réfrigérées des sites alimentaires, notamment si utilisation de mobilier classe 3.
- Cette solution est également à proscrire si envisagée seule dans certains contextes (ex: littoraux, climats humides, tempêtes).
- La part contributive de l'adiabatique diminue à mesure qu'une canicule s'éternise : il est recommandé de voir ce dispositif comme le maillon d'une cascade de systèmes CVC qui se complètent pour maintenir une température intérieure et une hygrométrie conforme. Le déclenchement de ce dispositif doit être programmé au bon moment de la journée, avant mise en route d'autres systèmes (ex: climatisation : cf. [Fiche 22](#)).

Aléas ciblés



Stratégie

Curative

Lot du bâtiment

Toiture ; Enveloppe

Étapes

Rénovation

Exploitation

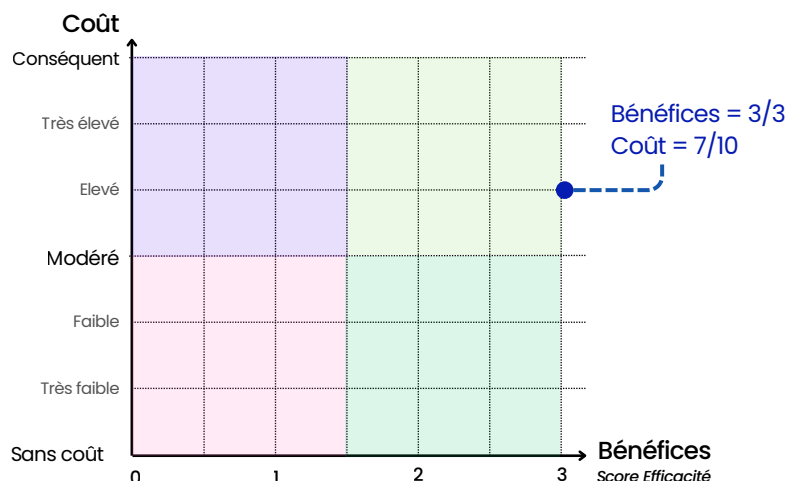
Analyse coût-bénéfices

L'efficacité de cette solution est maximale (**3/3**) si l'humidité relative extérieure reste <60%.

Elle devient limitée (**2/3**) entre 60-70%, et est inapplicable au-delà de 70-80% HR (**0/3**).

Cette solution a donc été évaluée à 2,5/3 si :

- le système de rafraîchissement est adaptés aux 3 critères (occupation et HR selon usage + HSP) ;
- des études thermique et hydraulique ont été menées en amont du choix d'installation du dispositif et ne révèlent aucune incohérence (HR, sécheresses futures, etc.) ;
- Une vérification et un entretien sont régulièrement réalisés.



Rapidité d'effet

24

Immédiate



Efficacité éprouvée dès livraison ;
Durable avec un entretien adapté.

Durée de réalisation

Longue



- Conception : 2-3mois (études thermiques et hydrauliques, choix technologie) ;
- Travaux :
 - Système direct : 1 à 2mois ;
 - Indirect avec échangeurs : 2-4mois.

Co-bénéfices

- Amélioration de la qualité de l'air intérieur ;
- Aucun rejet de chaleur vers l'extérieur ;
- Réduction des consommations énergétiques vs. climatisation.

Estimations budgétaires

CAPEX :



50-150 €/m²

pour une installation directe professionnelle (entrepôts, grandes surfaces) ;

150-300 €/m²

pour une installation indirecte (bureaux, commerces à forte occupation) ;

100-500 €/unité

pour un système mobile/local (Exemple : bio-climatiseur pour petits commerces) ;

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Concernant l'ajout d'un module adiabatique à un système de rafraîchissement existant :

+10€/m² de fourniture ; +3€/m² de mise en oeuvre.

(d'après Carrefour, 2026)

OPEX :

Entre 200 et 800€/an/site

Selon configuration, comprenant :

- Remplacement des médias évaporatifs (fréquence : 2-3ans) ;
- Nettoyage et désinfection des circuits ;
- Consommation d'eau (50-300€/an pour 0,5 à 2Lm²/jour de fonctionnement.

(d'après Bureau Veritas Solutions, 2026)

Retour sur investissement

Cette technologie permet de réduire la température intérieure de 6 à 12°C selon les conditions climatiques, tout en consommant jusqu'à 80% d'énergie en moins qu'une climatisation conventionnelle (Sources : Bureau Veritas Solutions, 2026 ; d'après le Guide PROFEEL, 2021).

À titre d'illustration, le système de rafraîchissement adiabatique testé par l'usine POCHECO (Nord de la France, période estivale 2020) a permis de réduire l'ambiance intérieure de 5°C, avec un ressenti de -7 à -8°C par les travailleurs (source : Plateforme Plus frais au travail, ADEME & INRS ; retour d'expérience documenté).

Points de vigilance

Typologies de bâtiments visés

Tous types de bâtiments tertiaires exposés aux fortes chaleurs. Les solutions seront bien sûr à adapter au regard des spécificités de l'actif et de son contexte urbain. Les recommandations de systèmes sont en généralité :

- Entrepôts et grandes surfaces commerciales : direct ;
- Bureaux et commerces de proximité : indirect ;
- Bâtiments tertiaires complexes, centres commerciaux : couplé.

Pré-requis

L'entreprise doit disposer au préalable :

- D'un audit thermique complet identifiant les besoins de rafraîchissement par zone et les conditions climatiques locales (données HR moyennes estivales sur 10 ans) ;
- D'un diagnostic qualité d'eau (dureté <25°F ou prétraitement spécifié) ;
- De plans CVC à jour pour étudier l'intégration avec les systèmes existants ;
- D'une analyse de disponibilité de la ressource en eau, incluant la faisabilité de récupération d'eaux pluviales selon les obligations réglementaires ;
- D'une gouvernance claire pour le pilotage des consignes (température, HR) et la maintenance préventive.

Risques de limites techniques

- Cohabitation avec la climatisation : les systèmes de rafraîchissement adiabatique ne doivent pas fonctionner en même temps que la climatisation.

Pour éviter cela, une régulation des systèmes distincts par GTC doit être planifiée.

Risques de maladaptation

- Pression sur la ressource en eau : En zones de stress hydrique, la consommation (0,5-2 L/m²/jour) aggrave la tension sur les réseaux. Le couplage avec la récupération d'eaux pluviales devient obligatoire selon les réglementations locales en vigueur relatives à la gestion des eaux pluviales ;
- Effet rebond énergétique : Le confort accru peut entraîner une augmentation de la durée d'occupation ou un abaissement des températures de consigne, annulant les économies d'énergie initiales. En combinaison, une gouvernance stricte des consignes de température et d'usage est indispensable ;
- Diminution de l'efficacité en période de canicules : la part contributive de l'adiabatique diminue au fur et à mesure de la durée de l'alaéa, d'où l'importance de la combiner avec d'autres solutions CVC (PAC, climatisation) et d'articuler leurs déclenchements dans le temps.

Check-list pour une mise en œuvre réussie

- ☐ Réaliser un audit thermique complet du bâtiment : identification des gains solaires et besoins de rafraîchissement par zone (kWh/m²/an) ;
- ☐ Analyser le climat local (notamment les données de HR moyennes estivales). Il est préconisé de valider un taux <60% sur 10 ans pour mettre en place cette solution ;
- ☐ Réaliser un zonage spécifique dans le cas des surfaces alimentaires (exclure les zones réfrigérées) ; Diagnostiquer la qualité d'eau et valider que la dureté est <25°F, sinon spécifier un prétraitement ;
- ☐ Choisir la technologie du système (direct/indirect) selon le taux d'occupation (direct si <0,1 pers/m²), l'HR cible et la hauteur sous plafond des volumes à rafraîchir ;
- ☐ Dimensionner l'approvisionnement hydraulique quotidien nécessaire : Débit calculé (m³/s) = 0,5-2 L/m²/jour × surface traitée (m²) ;
- ☐ Intégrer aux systèmes CVC existants un schéma de principe validé par bureau d'études thermiques spécifiant la gestion des basculements sec/adiabatique selon seuils HR (articulation avec climatisation, PAC, etc.)
- ☐ Sélectionner des équipements certifiés (NF ou équivalent) avec une garantie supérieure à 3 ans minimum ;
- ☐ Pour les cas de surfaces alimentaires, commander des médias évaporatifs de haute performance, certifiés compatibles avec le contact alimentaire ;
- ☐ Tester que le réseau résiste à une mise sous pression de 1,5 bar pendant 2h pour vérifier l'absence de fuites ;
- ☐ S'assurer que le raccordement électrique est conforme aux normes en vigueur ;
- ☐ Réaliser un test de basculement sec/adiabatique selon seuil HR à la mise en service de la régulation ;
- ☐ Mesurer les performances et s'assurer que :
 - la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur est ≥6°C ;
 - le taux de HR finale <65% en conditions nominales ;
- ☐ Exiger la remise du livret de maintenance et de l'ensemble des documents d'exécution (plans, DOE) ;
- ☐ Demander une démonstration de nettoyage au responsable technique du site ;
- ☐ Nettoyer les médias dès le premier mois et contrôler l'absence de dépôts calcaires + maintien du débit nominal ;
- ☐ Contrôler les légionelles à 3 mois de l'installation, selon les normes sanitaires en vigueur.

Indicateurs de suivi

KPI 1

%

Réduction température intérieure : ($\Delta T^{\circ}\text{C}$) entre air entrant (extérieur) et air soufflé, mesuré à débit nominal
Cible : $\Delta T^{\circ}\text{C} \geq 6^{\circ}\text{C}$

KPI 2

%

Fréquence annuelle d'inspection des médias
Cible : 2/an minimum (printemps/automne)

Exemples et liens utiles

- Guide rafraîchissement adiabatique dans les bâtiments tertiaires en rénovation, [PROFEEL](#), 2021 ;
- Le rafraîchissement adiabatique, Plateforme "Plus frais au travail", [ADEME & INRS](#) ;
 - Voir notamment les RETEX de POCHECO et COM'INJECT ;
- REX Systèmes de rafraîchissement adiabatique en PACA, [Colloque BÂTIFRAIS](#), 2024.

Solutions associées

- [Fiche 11 - Installer des dispositifs de protection solaire ;](#)
- [Fiche 13 - Planifier et permettre la surventilation nocturne ;](#)
- [Fiche 2 - Climatisation : intégration et points de vigilance.](#)

Focus : Feu de forêt

Bien qu'initialement non-traité, il a été retenu d'intégrer l'aléa feu de forêt au regard de la multiplication des épisodes de feux de forêt en France au cours de l'été 2026 (département du Var, du Gard, de la Gironde, Seine-et-Marne, etc.). Cet aléa pourra être approfondi lors des prochaines mises à jour du guide.

Feu de forêt



⇒ Définition de l'aléa :

Incendie se développant de manière incontrôlée dans un milieu végétalisé (forêt, maquis, garrigue, landes), favorisé par la sécheresse, les fortes chaleurs et le vent.

⇒ Statistiques :

Ils sont à l'origine de **destructions d'habitats naturels, de perturbations des activités économiques et d'interruptions des réseaux et infrastructures**. Sur la période 2006-2021, les incendies ont détruit en moyenne 15 700 hectares de forêt et de végétation par an en France. En 2022, année jugée exceptionnelle, plus de 70 000 hectares ont été brûlés, soit plus de quatre fois la moyenne observée sur la période récente. Le bilan 2026 devrait battre de nouveaux records. En France, 9 feux sur 10 sont d'origine humaine et le **risque s'étend progressivement à de nouvelles régions sous l'effet du changement climatique**.



Une bonne pratique associée : le débroussaillage

Le débroussaillage constitue l'une des mesures les plus efficaces pour réduire la vulnérabilité du site face à un incendie de forêt ou de végétation. Il vise à diminuer la quantité de combustible végétal autour des bâtiments afin de ralentir la propagation du feu. En contre partie il permet de faciliter l'intervention des services de secours.

Obligations réglementaires

Dans les territoires exposés au risque de feu de forêt, les propriétaires peuvent être soumis aux obligations légales de débroussaillage (OLD) définies par le Code forestier. Le non-respect de ces obligations peut engager la responsabilité du propriétaire et entraîner des sanctions administratives ou financières.

Bonnes pratiques complémentaires

Au-delà des obligations réglementaires, plusieurs mesures permettent d'améliorer sensiblement la protection des bâtiments :

- Maintenir une zone de sécurité à végétation très faible autour des façades, des aires de livraison et des équipements techniques sensibles (limiter les espèces inflammables à proximité immédiate) ;
- Élaguer les arbres afin d'éviter tout contact entre les houppiers, supprimer les végétaux morts ou dépérissants ;
- En cas d'aléa, éloigner les stockages extérieurs combustibles (palettes, cartons, déchets, contenants plastiques) des façades et clôtures.
- Entretenir régulièrement le site afin d'éviter l'accumulation de feuilles et de débris végétaux susceptibles d'être enflammés par des brandons surtout en toiture, chéneaux, etc. ;

Plus globalement, à proximité d'espaces naturels, une stratégie globale de défense contre les incendies associant respect de la réglementation SSI, gestion des espaces verts, maîtrise des stockages combustibles, continuité d'exploitation et préparation des équipes d'intervention doit être mise en place en parallèle.

Coûts OPEX

0,10 et 0,50 €/m²/an de surface entretenue variable selon la densité de la végétation, la fréquence des interventions, l'accessibilité des terrains. (d'après Bureau Veritas Solutions, 2026).

Le retour d'expérience qui suit met en lumière d'autres actions préventives à envisager qui pourront être développées dans la prochaine mise à jour de ce guide.

Retour d'expérience

INTERMARCHÉ



Laurent Maury
Adhérent Intermarché – Le Porge



Incendie de forêt : ce que 12 jours de fermeture ont appris au magasin

En juillet 2026, l'Intermarché du Porge, en Gironde, est directement menacé par un important incendie de forêt. Situé en lisière de végétation, le magasin de 1 000 m² est évacué sur demande des autorités et restera fermé pendant **12 jours**. La présence d'une station-service conduit les secours à protéger prioritairement le site : les flammes atteignent ses abords, sans détruire le bâtiment.

Quelques jours plus tard, une reprise de feu survient alors que les pompiers sont mobilisés ailleurs. La bande d'environ cinq mètres dégagée pour permettre le passage de leurs engins ne suffit plus. Face à l'urgence, le propriétaire mobilise localement des moyens pour élargir la zone débroussaillée autour du magasin.

Réactivité, solidarité locale et capacité à décider rapidement se révèlent alors déterminantes.



Une fois l'incendie passé, une deuxième crise commence

L'électricité n'ayant pas été coupée, les équipements frigorifiques ont continué à fonctionner. Mais après 12 jours de fermeture, une quantité importante de produits frais doit néanmoins être détruite en raison notamment des DLC et de leur dégradation.

Avant la réouverture, le magasin doit être entièrement nettoyé – **deux bennes de déchets sont évacuées** – longuement ventilé pour éliminer l'odeur de fumée et faire l'objet de diagnostics professionnels. Installation photovoltaïque du parking, production de froid commercial, station-service et station de lavage : tous les équipements contrôlés se révèlent finalement fonctionnels.



POINT DE VIGILANCE

Fumées et poussières

Un site peut être impacté sans être directement atteint par les flammes. À Biscarrosse, un autre magasin climatisé, pourtant plus éloigné de l'incendie, a vu ses marchandises rendues impropres à la consommation par les fumées et poussières. Une entreprise spécialisée a dû intervenir pour purifier le magasin.

Retour d'expérience

INTERMARCHÉ

Six enseignements à retenir et actions d'anticipation à mettre en place

1 – Préparer les équipes à un incendie venant de l'extérieur

Les formations incendie préparent principalement les équipes à un départ de feu à l'intérieur du magasin. Mais que faire lorsque le feu vient de l'extérieur ? Comment protéger le bâtiment et que peut-on encore sécuriser avant l'évacuation ?

→ Intégrer le scénario « incendie extérieur » aux exercices et plans de gestion de crise.

2 – Prévoir une fiche réflexe « évacuation immédiate »

Au moment de partir, le magasin ne disposait pas d'une liste des éléments à emporter ou à sécuriser. Dans l'urgence, le propriétaire appelle un exploitant ayant vécu un incendie deux ans auparavant qui lui conseille d'emporter les registres de sécurité, sauvegardes informatiques, DAB, coffre...

→ Établir une fiche réflexe précisant ce qui doit être sécurisé ou emporté avant une évacuation.

3 – Anticiper les premières décisions à prendre dès le lendemain

Stopper les livraisons et les commandes, joindre tous les salariés, organiser leur activité pendant la fermeture puis anticiper les commandes nécessaires à la réouverture : la gestion de crise se poursuit dès les heures qui suivent l'évacuation.

→ Préparer une check-list des premières 24 heures : salariés, livraisons, commandes, fournisseurs, réouverture.

4 – Connaître ce que ses équipements peuvent faire... avant d'en avoir besoin

Les pompiers ayant besoin de carburant, la station-service a pu être ouverte à distance grâce au prestataire du magasin. Une possibilité que l'exploitant ignorait jusqu'alors. Il a fallu joindre le prestataire dans l'urgence alors qu'aucune astreinte n'était prévue.

→ Cartographier les fonctionnalités de secours des équipements et disposer des contacts d'urgence des prestataires.

5 – Penser l'implantation des équipements en fonction de l'exposition du site

Installé au sol à l'arrière du magasin, le condenseur a été protégé des flammes par le bâtiment, situé entre l'équipement et la végétation.

→ Intégrer l'exposition aux feux de végétation dans le positionnement et la protection des équipements techniques.



6 – Préparer la reprise d'activité... et ses conséquences dans la durée

Nettoyage, diagnostics, déchets, réapprovisionnement : rouvrir nécessite une organisation spécifique. Et la réouverture ne signifie pas un retour immédiat à la normale : à partir d'octobre, le magasin estime encore subir environ 15 % de perte de chiffre d'affaires, notamment du fait du retour progressif des habitants.

→ Préparer en amont le diagnostic, le nettoyage, la gestion des déchets et le redémarrage commercial.



« Cette expérience nous a appris qu'une gestion de crise ne consiste pas seulement à savoir évacuer. Il faut aussi savoir ce que l'on fait dans les dernières minutes avant de partir, dès le lendemain, puis pour préparer la réouverture. Ce sont des choses très concrètes auxquelles on ne pense pas forcément avant de les avoir vécues. »

Laurent Maury, Adhérent Intermarché – Le Porge

Sources du rapport

A

- Adaptaville, s.d., "Façades végétalisées : allier confort d'été et biodiversité"
<https://adaptaville.fr/ressources/facades-vegetalisees>
- Adaptaville, s.d., "Le brise-soleil fixe : une protection contre le soleil et la chaleur"
<https://adaptaville.fr/ressources/brise-soleil-fixe>
- Adaptaville, s.d., "Installer des protections solaires mobiles extérieures (stores, volets, persiennes, ...)"
<https://adaptaville.fr/ressources/protections-solaires-mobiles>
- Adaptaville, s.d., "Aménager ou créer un jardin de pluie alimenté par les eaux pluviales"
<https://adaptaville.fr/ressources/jardin-de-pluie>
- Adaptaville, s.d., "Installer des batardeaux et des barrières anti-inondations"
<https://adaptaville.fr/ressources/batardeaux-barrieres-anti-inondations>
- Adaptaville, s.d., "Utiliser la surventilation pour rafraîchir un bâtiment : ventilation naturelle, mécanique, tours à vent"
<https://adaptaville.fr/ressources/surventilation-rafraichissement>
- ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), 2018, Fiche "Mise en place de protections solaires fixes ou mobiles sur les façades exposées" : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/1234-mise-en-place-de-protections-solaires.html>
- ADEME, 2020, Kit des données clés de l'adaptation : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/3993-kit-des-donnees-cles-de-l-adaptation.html>
- ADEME, 2022, Guide "Gestion intégrée des eaux pluviales" : <https://librairie.ademe.fr/eau-et-pollution/5486-gestion-integree-des-eaux-pluviales.html>
- ADEME, 2023, "Rafraîchissement urbain" : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/6201-rafraichissement-urbain.html>
- ADEME, 2024, Étude ADEME - MICO 2024 : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/6847-etude-mico-2024.html>
- ADEME, 2024, Avis "Vagues de chaleur : la climatisation va-t-elle devenir incontournable ?" : <https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2024/dossier/vagues-de-chaleur-la-climatisation-va-t-elle-devenir-incontournable/>
- Agence de l'eau Adour-Garonne et Agence d'urbanisme et d'aménagement de Toulouse aire métropolitaine, s.d., Observatoire de la prise en compte de l'eau dans les projets d'aménagement : <https://www.eau-adour-garonne.fr/fr/observatoire-eau-amenagement>

B

- BPI France, ADEME et Carbone 4, s.d., Diag Adaptation - Méthodologie et outil d'analyse : <https://www.bpifrance.fr/nos-solutions/diag-adaptation>

C

- Carbone 4, 2021, Le rôle des infrastructures dans la transition bas-carbone et l'adaptation au changement climatique de la France : <https://www.carbone4.com/publication-role-infrastructures-transition>
- CEPRI (Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation), 2009, Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible ? : https://www.cepri.net/tl_files/Guides%20CEPRI/Guide%20logement%20zero%20dommage.pdf
- CEPRI, 2010, Le bâtiment face à l'inondation : https://www.cepri.net/tl_files/Guides%20CEPRI/Guide%20batiment%20face%20inondation.pdf
- CEPRI, 2015, Comment saisir les opérations de renouvellement urbain pour réduire la vulnérabilité des territoires inondables face au risque d'inondation ? : https://www.cepri.net/tl_files/Guides%20CEPRI/Guide%20renouvellement%20urbain%202015.pdf
- CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), 2016, Référentiel national de vulnérabilité aux inondations : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/referentiel-national-vulnerabilite-aux-inondations>
- CEREMA, 2019, Vulnérabilités et risques : les infrastructures de transport face au climat : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/vulnerabilites-risques-infrastructures-transport-face-au>
- CEREMA, 2020, La boussole de la résilience - repères pour la résilience territoriale : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/boussole-resilience-reperes-resilience-territoriale>
- CEREMA, 2022, Résilience des infrastructures : des fiches du CEREMA pour les gestionnaires : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/resilience-infrastructures-fiches-du-cerema-gestionnaires>
- CEREMA, 2023, Guide méthodologique pour l'adaptation des bâtiments existants au changement climatique : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/guide-methodologique-adaptation-batiments-existants-au>
- CEREMA et Grenoble Alpes Métropole, 2023, Guide métropolitain de l'aménagement résilient en zone inondable constructible : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/guide-metropolitain-amenagement-resilient-zone-inondable>
- CNPP (Centre National de Prévention et de Protection) et MRN (Mission Risques Naturels), 2026, Statistiques coûts moyens sinistres professionnels (inondations et grêle) : <https://www.mrn.asso.fr/publications/statistiques-sinistres-professionnels>
- Confédération européenne des syndicats, 2020, Adaptation au changement climatique et monde du travail : <https://www.etuc.org/fr/publications/adaptation-au-changement-climatique-et-monde-du-travail>

Sources du rapport

E

- **EnvirobatBDM, s.d., La démarche BDM (Bâtiment Durable Méditerranéen)**
<https://www.envirobatbdm.eu/demarche-bdm/>
- **Entreprises pour l'Environnement (EpE) et ONERC, 2014, Les entreprises et l'adaptation au changement climatique**
<https://www.epe-asso.org/publications/les-entreprises-et-ladaptation-au-changement-climatique/>

F

- **France Assureurs, 2025, Cartographie prospective 2025 de l'assurance 8ème édition**
<https://www.france-assureurs.fr/publications/cartographie-prospective-2025>

G

- **Géorisques, s.d., Données sur les inondations et actifs exposés en France**
<https://www.georisques.gouv.fr/>

I

- **IDDRIM (Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité), 2014, Entretenir et préserver le patrimoine d'infrastructures de transport : une exigence pour la France**
<https://www.iddrim.com/publications/entretenir-preserver-patrimoine-infrastructures>
- **IDDRI (Institut du Développement Durable et des Relations Internationales), s.d., Publications sur la maladaptation climatique**
<https://www.iddri.org/fr/themes/climat>
- **IFSTTAR, 2017, Guides techniques GTI4.1, GTI4.2, GTI4.3**
<https://collections.univ-gustave-eiffel.fr/ouvrages/ifsttar/guidestechiniques/2017-GTI4.1-guidetechnique-lfsttar.pdf>
<https://collections.univ-gustave-eiffel.fr/ouvrages/ifsttar/guidestechiniques/2017-GTI4.2-guidetechnique-lfsttar.pdf>
<https://collections.univ-gustave-eiffel.fr/ouvrages/ifsttar/guidestechiniques/2017-GTI4.3-guidetechnique-lfsttar.pdf>

L

- **Lancet, 2022, Rapport sur les heures de travail perdues en raison des fortes chaleurs**
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(22\)01540-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)01540-9/fulltext)

M

- **Ministère de l'égalité des Territoires et du Logement, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2012, Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant**
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Referentiel_travaux_prevention_inondation_habitat_existant.pdf
- **Ministère de la Transition Écologique, s.d., Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique**
<https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/>
- **Mission Risques Naturels (MRN), 2024, Répertoire des référentiels de résilience du bâti aux aléas naturels - Édition septembre 2024**
<https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2024/09/repertoire-mrn-des-referentiels-de-resilience-du-bati-aux-aleas-naturels-septembre-2024.pdf>
- **Mission Risques Naturels (MRN), 2026, Estimation du coût des sinistres tempêtes (Fédération Française de l'Assurance)**
<https://www.mrn.asso.fr/publications/cout-sinistres-tempetes-2026>
- **Mission Risques Naturels (MRN), s.d., Les trophées des bâtiments résilients**
<https://www.mrn.asso.fr/trophees-batiments-resilients/>

N

- **NosVillesà50°C, s.d., Communauté de pratique pour concevoir et rénover des bâtiments adaptés aux futures vagues de chaleur**
<https://nosvillesa50degres.fr/>

O

- **Observatoire de l'Immobilier Durable (OID), 2024, EcoTRACC - Évaluation de l'exposition aux aléas climatiques du parc de bâtiments en France hexagonale**
<https://www.oid.asso.fr/publications/ecotracc-2024>
- **Observatoire de l'Immobilier Durable (OID), 2024, Guide des actions adaptatives au changement climatique**
<https://www.oid.asso.fr/publications/guide-actions-adaptatives-changement-climatique>
- **Office français de la biodiversité (OFB), s.d., Projet Life ARTISAN**
<https://www.ofb.gouv.fr/life-artisan>
- **ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique) et EpE, 2014, Les entreprises et l'adaptation au changement climatique**
<https://www.ecologie.gouv.fr/observatoire-national-sur-effets-du-rechauffement-climatique-onerc>

Sources du rapport

P

- PERIFEM, 2019, Guide "Eaux et Biodiversité dans les espaces commerciaux"
<https://www.perifem.com/publications/guide-eaux-biodiversite-2019>
- PERIFEM, 2024, Guide de l'eau
<https://www.perifem.com/publications/guide-eau-2024>
- PERIFEM, 2025, Guide sur l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux - Module 1 (volet pédagogique)
<https://www.perifem.com/publications/guide-adaptation-module-1>
- PERIFEM, 2025, Guide sur l'adaptation au changement climatique des espaces commerciaux - Module 2 (volet opérationnel)
<https://www.perifem.com/publications/guide-adaptation-module-2>
- Plan Bâtiment Durable et OID, s.d., Charte d'engagement volontaire sur l'adaptation
<https://www.planbatimentdurable.fr/charte-engagement-adaptation>

R

- R4RE (Resilience for Real Estate), s.d., Plateforme et outils d'analyse de résilience
<https://www.r4re.org/>

U

- UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), s.d., Les solutions fondées sur la nature
<https://www.iucn.org/fr/notre-travail/solutions-fondees-sur-la-nature>

V

- Vicarelli, Marta, Karen Sudmeier-Rieux, Ali Alsadadi, Aryen Shrestha, Simon Schütze, Michael M. Kang, Madeline Leue, David Wasielewski & Jaroslav Mysiak, 2024, On the cost-effectiveness of Nature-based Solutions for reducing disaster risk. Science of the Total Environment, Volume 947, Article 174524
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174524>

Sources du rapport

DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

- Code de la construction et de l'habitation, France
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074096/
- Loi Barnier, 1995, France (Plans de Prévention des Risques Naturels)
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000551804>
- Loi CAT-NAT, 1982, France (Catastrophes Naturelles)
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000693683>
- Loi Climat & Résilience, 2021, France
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924>
- Loi ELAN, France (études géotechniques en zones argileuses)
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037639478>
- Loi Énergie-Climat, article 29, France
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039355955>
- PNACC-3 (Plan National d'Adaptation au Changement Climatique), mars 2025, France
<https://www.ecologie.gouv.fr/plan-national-dadaptation-au-changement-climatique>



ANNEXES

- *Description détaillée des typologies d'actifs immobiliers étudiées*
- *Glossaire des définitions*
- *Glossaire des abréviations*
- *Fiches techniques*



Description détaillée des typologies d'actifs immobiliers étudiées

Afin d'évaluer l'efficacité de chaque mesure, d'évaluer leur cohérence vis-à-vis des catégories d'actifs immobiliers, d'estimer leur coût en CAPEX et OPEX ou d'y associer des mesures complémentaires, Bureau Veritas Solutions a dû définir des archétypes de typologie de bâtiments, fictifs mais représentatifs de la réalité du terrain pour les enseignes commerciales. Cette définition s'est avérée nécessaire dans un contexte d'absence de données patrimoniales précises et représentatives du patrimoine existant des adhérents Perifem.

Ci-dessous sont présentées en détail les principales projections techniques sous-jacentes à la constitution des archétypes de typologies.

1

Les centres commerciaux et retail parks

Caractéristiques structurelles

Bâtiment robuste capable de supporter de grandes portées sans poteaux intérieurs, permettant la flexibilité commerciale.

- **Ossature** : Charpente métallique ou béton précontraint pour grandes portées ;
- **Planchers** : Dalles béton armé acceptant surcharges d'exploitation ;
- **Couverture** : Bac acier avec isolation thermique renforcée ;
- Hauteur sous plafond important pour galerie et moyennes surfaces intégrées.

Systèmes Techniques

- **CVC** : Centrales de traitement d'air (CTA) avec récupération d'énergie, Systèmes de ventilation et climatisation centralisés maintenant un confort constant dans la galerie et les magasins ;
- **Électricité** : HTA avec poste de transformation ;
- **Éclairage** : Combinaison de lumière naturelle (verrières) et artificielle, avec détection de présence pour économiser l'énergie ;
- **Désenfumage** : Exutoires naturels ou mécaniques ;
- **Sprinklage** : Installation automatique d'extinction.

Sécurité Incendie

- **Classement** : ERP type M (magasins de vente) ;
- Compartimentage des magasins, systèmes d'extinction automatique et désenfumage.

Accessibilité & circulation

- Stationnement abondant mais totalement imperméabilisé, nécessitant une gestion des eaux pluviales ;
- **Voirie** : Voies pompiers périphériques.

Description détaillée des typologies d'actifs immobiliers étudiées

2 Les grandes et moyennes surfaces sans galerie marchande

Caractéristiques structurelles

- **Structure** : Portiques larges permettant des espaces de vente sans obstacle, mais exposant la toiture aux intempéries, sans poteaux intermédiaires ;
- **Plancher** : Dalle béton industrielle ;
- **Enveloppe** : Bardage performant (type bardage métallique double peau ou panneaux sandwich) et toiture isolée, étanchéité multicouche avec isolation, limitant les déperditions thermiques.

Systèmes Techniques

- **Chauffage** : Systèmes individuels type Aérothermes gaz ou PAC air/air ;
- **Ventilation** : Extraction mécanique, amenée d'air naturelle régulée ;
- **Électricité** : Puissance importante souscrite, avec un poste de transformation, éclairage LED ;
- **Froid commercial** : Groupes frigorifiques centralisés ou meubles autonomes.

Sécurité Incendie

- **Classement** : ERP type M, catégorie selon effectif (1ère à 4ème) ;
- **Résistance au feu** : conformité structure, toiture incombustible ;
- **Extinction** : Sprinklage pour grande surface ;
- **SSI** : Système de Sécurité Incendie adapté selon effectif.

Accessibilité & circulation

- Stationnement abondant mais totalement imperméabilisé, nécessitant une gestion des eaux pluviales, conforme PLU.
- Quai de livraison surélevé avec niveleurs hydrauliques.

3 Les commerces en milieu urbain

a Cas des commerces en pied d'immeuble

Caractéristiques structurelles

- **Intégration** : Structure porteuse de l'immeuble (béton armé ou maçonnerie), contraignant les interventions possibles ;
- **Plancher** : Dalle béton ;
- **Hauteur limitée** : Sous-plafond réduit, compliquant l'installation d'équipements techniques ;
- **Vitrines** : Façade vitrée et exposée directement à la rue, source de déperditions et de surchauffe, vitrage feuilleté sécurité.

Systèmes Techniques

- **Chauffage/Clim** : Systèmes split individuels ou raccordement collectif immeuble ;
- **Ventilation** : VMC simple flux ou extraction mécanique selon activité ;
- **Électricité** : Compteur individuel, puissance souscrite faible (tarif bleu/jaune).

Sécurité Incendie

- **Classement** : ERP type M (si > 200 m²) ou ERT (Établissement Recevant des Travailleurs) ;

Contraintes spécifiques

- **Contraintes urbaines** : Horaires de livraison restreints, pas de parking privé ;
- **Isolation acoustique** : Renforcée pour ne pas déranger les logements/bureaux supérieurs ;
- **Nuisances** : Extraction odeurs/fumées en toiture ;
- **Copropriété** : Respect règlement, règles strictes en copropriété, autorisation AG pour travaux modificatifs.

Description détaillée des typologies d'actifs immobiliers étudiées

3

Les commerces en milieu urbain

b Cas des commerces en cœur de ville

Caractéristiques structurelles

- **Structure** : Murs porteurs maçonnerie ou béton, planchers bois/béton selon époque ;
- **Hauteur** : Variable selon bâti existant ;
- **Façades** : Souvent protégées (Architecte des Bâtiments de France), limitant les modifications.

Systèmes Techniques

- **CVC** : Contraints par l'architecture existante, nécessitant des solutions discrètes (multi-splits, VRV) ;
- **Ventilation** : Double flux avec récupération chaleur si rénovation Bâtiment Bas-Carbone ;
- **Ascenseur** : Obligatoire si > 3 niveaux.

Sécurité Incendie

- **Classement** : ERP type M, catégorie selon effectif et niveaux.

Contraintes urbaines

- **Accès** : Livraisons en rue publique, horaires très restreints, pas de quai dédié ;
- **Stationnement** : Aucun, utilisation de la voirie publique réglementée ;
- **Riverains** : Isolation acoustique renforcée, limitation nuisances (extraction, froid) ;
- **Patrimoine** : ABF si secteur sauvegardé, contraintes matériaux/couleurs.

Glossaire des définitions

- **Adaptation** : Fait de se préparer collectivement aux effets du changement climatique déjà enclenchés et d'anticiper ceux à venir. Cette démarche permet donc de réduire les risques physiques climatiques. Elle doit être associée à l'atténuation qui permet de limiter le dérèglement climatique.
- **Arbre de pluie** : Arbre planté dans une fosse dont la forme, la taille et le dispositif de collecte des eaux de ruissellement favorisent la rétention et l'infiltration des eaux.
- **Atténuation** : Stratégie et actions qui permettent de limiter et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cela agit directement sur les causes du dérèglement climatique.
- **Aléa climatique** : Phénomène météorologique graduel ou extrême, influencé par le changement climatique, et susceptible d'entraîner des dommages. Il se définit par une fréquence, une intensité, une probabilité et une incertitude associée (inondation, canicule, feux de forêt...)
- **Biophilie** : attirance innée de l'être humain pour le vivant et les systèmes naturels.
- **Désimperméabilisation** : Restauration de la capacité d'un sol d'infiltration de l'eau et de l'air en supprimant/remplaçant les revêtements imperméables (béton, asphalte, dalles) qui empêchent ces échanges naturels.
- **Enjeu (ou Processus)** : Individu, organisation, bien ou activité ayant de la valeur aux yeux des personnes/organisations/territoires considérés.
- **Exposition climatique (ou Niveau d'enjeu)** : Gravité de la prise qu'un enjeu offre aux aléas, du fait de son importance stratégique. L'exposition détermine l'importance de l'enjeu au sein de l'organisation
- **Gestion intégrée des eaux pluviales** : Méthode d'aménagement urbain qui vise à traiter l'eau de pluie au plus près de son point de chute plutôt que de l'évacuer rapidement vers des ouvrages délocalisés.
- **Impact** : Conséquences finales de l'évènement (opérationnelles, stratégiques et financières)
- **Horizon climatique** : Période future à laquelle on se projette pour évaluer les impacts du climat (généralement 2030, 2050 et 2100)
- **Résilience** : Capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à un évènement, une tendance ou une perturbation dangereuse, en répondant ou en se réorganisant de manière à maintenir la capacité d'adaptation, d'apprentissage, et de transformation (GIEC)
- **Risque climatique** : Le risque est le croisement entre l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité. Il existe seulement s'il y a un enjeu et un impact significatif
- **Scénario climatique** : Projection possible de l'évolution du climat dans le futur, basée sur des hypothèses d'émissions de gaz à effet de serre (RCP-2010) ou qui combine hypothèses d'émissions de gaz à effet de serre et changements socio-économiques (SSP-2023)
- **Sensibilité climatique** : Tendance d'un enjeu à être impacté par un aléa en fonction de ses caractéristiques personnelles et intrinsèques (état de santé, chaîne de valeur, taille, dépendance extérieure, etc.)
- **Seuil climatique** : Valeur d'un indicateur climatique à partir de laquelle les impacts changent de nature ou de dimension, et où surviennent des dommages (Carbone 4)

Glossaire des définitions

- **Sinistre climatique** : Evènement climatique extrême ayant causé des dommages matériels, économiques ou humains, souvent utilisé dans le domaine de l'assurance et de la gestion des risques, déclenchant des pertes évaluables financièrement
- **Tropicalisation** : Méthode de dimensionnement de la puissance d'un système de production de froid intégrant prévoir une marge permettant au système de rester efficace pour des T° extérieures bien supérieures à la normale (exemple : canicules exceptionnelles).
- **Vulnérabilité climatique** : Tendance d'une organisation ou d'un enjeu à être impacté par un aléa en fonction de ses caractéristiques intrinsèques et de ses capacités d'adaptation

Glossaire des abréviations

- **AdACC** : Ateliers de l'Adaptation au Changement Climatique
- **AESN** : Agence de l'eau Seine-Normandie
- **CAPEX** : Capital Expenditure (Dépenses d'investissement)
- **CATNAT** : Catastrophe Naturelle
- **COP** : Coefficient de performance
- **DRIAS** : Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement
- **EER** : *Energy Efficiency Ratio* – indicateur d'efficacité énergétique
- **GES** : Gaz à effet de serre
- **GIEC** : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- **ICU** : Ilot de chaleur urbain
- **OPEX** : Operational Expenditure (Dépenses d'exploitation)
- **PCA** : Plans de continuité d'activité
- **PCAET** : Plan Climat-Air-Énergie Territorial
- **PCS** : Plan Communal de Sauvegarde
- **PLU** : Plan local d'urbanisme
- **PNACC** : Plan national de l'adaptation au changement climatique
- **POMSE** : Plan d'Organisation de Mise en Sécurité
- **PPRI** : Plan de Prévention des Risques Inondations
- **RCP** : Representative Concentration Pathway (Profils représentatifs d'évolution des concentrations)
- **RETEX (ou REX)** : Retour d'Expérience
- **RGA** : Retrait et gonflement des argiles
- **RH** : Ressources Humaines
- **SafN** : Solutions d'adaptation fondées sur la nature
- **SDIS** : Service Départemental d'Incendie et de Secours
- **SfN** : Solutions fondées sur la nature
- **SSP** : Shared Socio-economic Pathway (Trajectoires socio-économiques partagées, scénarios références qui ont remplacé les scénarios RCP en 2023 et constituent la référence scientifique et réglementaire d'analyse des risques climatiques physiques)
- **TGBT** : Tableau Général Basse Tension
- **TRACC** : Trajectoire de réchauffement de référence sur l'adaptation au changement climatique
- **URW** : Unibail-Rodamco-Westfield, propriétaire, développeur et opérateur d'actifs immobiliers durables et premium dans les villes les plus dynamiques d'Europe et des États-Unis.



www.perifem.com

@perifem

<https://www.linkedin.com/company/perifem/>

10 rue du Débarcadère
75017 Paris



**BUREAU
VERITAS**

SOLUTIONS

www.bureauveritas-solutions.fr



Tour Alto, 4 Place des Saisons
92400 Courbevoie