GUIDE DES ACTIONS ADAPTATIVES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

LE BÂTIMENT FACE AUX ALÉAS CLIMATIQUES

OID
Penser l'immobilier responsable

ÉDITORIAL

JÉRÔME DUVERNOY, OBSERVATOIRE NATIONAL DES EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

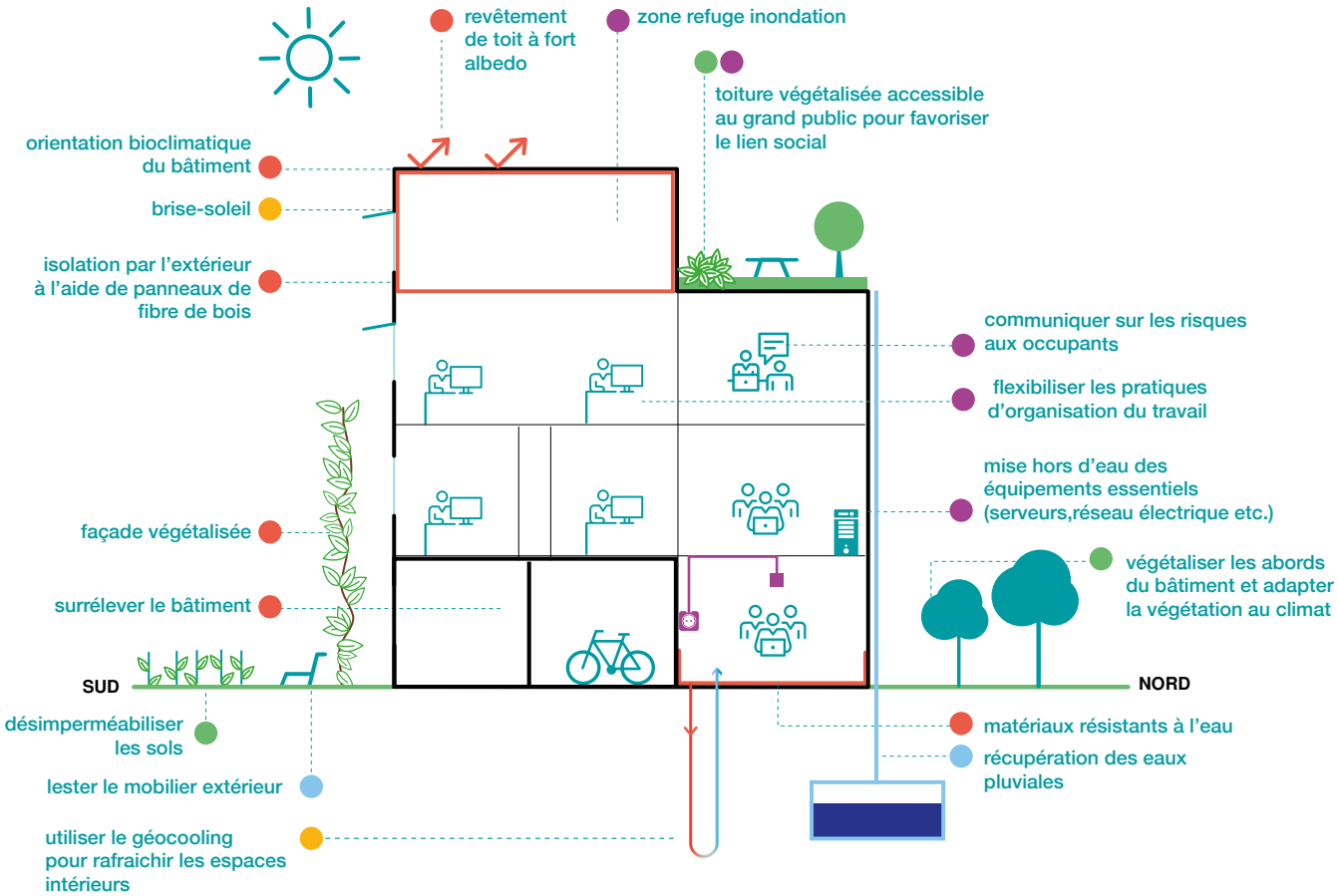
« ***Nous devons redoubler d'efforts pour préparer le parc immobilier européen à résister aux effets du changement climatique*** » rappelle la stratégie de l'Union européenne pour l'adaptation au changement climatique publiée le 24 février dernier.

Initié par la révolution industrielle au milieu du XIX[e] siècle, avec l'usage de combustibles fossiles, le changement climatique est une réalité indiscutable. Si l'augmentation de la température, la fonte des glaciers ou la montée du niveau des mers en sont les preuves les plus visibles, le changement climatique s'accompagne et s'accompagnera aussi de changements importants dans le régime des précipitations et dans la fréquence et la sévérité des événements extrêmes. Ces transformations ont déjà de forts impacts dans tous les secteurs socio-économiques et sur l'environnement naturel mondial. Or, quels que soient nos efforts actuels de réduction des gaz à effets de serre, l'évolution du climat des quinze à vingt prochaines années est déjà écrite par les émissions passées du fait de l'inertie du système climatique. Toutefois, ne perdons pas de vue qu'une réduction des émissions de gaz à effet de serre importante se reflète, à terme, par des conséquences plus faibles sur notre climat et donc facilite d'autant l'adaptation aux impacts du changement climatique. Actions d'adaptation et d'atténuation doivent donc être menées parallèlement et de manière cohérente.

En charge de la politique d'adaptation au changement climatique au sein du ministère de la transition écologique, l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) s'est naturellement rapproché de l'Observatoire de l'Immobilier Durable pour l'accompagner dans ses travaux tels que : Bat-ADAPT bientôt disponible dans sa troisième version, le MOOC adaptation à paraître prochainement ou le présent guide des actions adaptatives de l'immobilier.

En plus de proposer des pistes d'actions concrètes aux acteurs qui souhaitent adapter leurs bâtiments aux risques climatiques auxquels ils sont exposés, puisse ce Guide contribuer également à réduire la vulnérabilité de ses occupants aux impacts grandissants du changement climatique.

QUELQUES IDÉES POUR ADAPTER UN BÂTIMENT AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Localisé à proximité d'un cours d'eau et dans une zone urbanisée, ce bâtiment à usage tertiaire est particulièrement confronté aux problématiques liées aux vagues de chaleur et inondations. Comme vous, nous avons réfléchi à une conception idéale.

SOMMAIRE PAR THÉMATIQUE

1 STRUCTURE, COMPOSANTS ET MATÉRIAUX

- Adapter les fondations 12
- Choisir des revêtements de murs et de toits à fort albédo 14
- Choisir des revêtements de voirie rafraîchissants 16
- Créer une toiture végétalisée 18
- Désolidariser les éléments de structure 20
- Installer des dispositifs anti-eau 22
- Limiter la prise au vent des équipements 24
- Améliorer l'isolation et l'inertie des parois opaques 26
- Orienter le bâtiment et les espaces 28
- Rigidifier la structure 30
- Surélever les élements de structure 32
- Utiliser des matériaux résistants à l'eau 34
- Végétaliser la façade 36

2 CONDITIONS DE SANTÉ ET DE CONFORT

- Favoriser la circulation de l'air 38
- Installer des dispositifs de protection solaire 40
- Limiter et adapter les parois vitrées 42
- Rafraîchir les espaces intérieurs par le sol 44
- Rafraîchir les espaces intérieurs par méthodes adiabatiques 46
- Rafraîchir les espaces intérieurs par ventilation 48

3 SITE ET TERRAIN

- Adapter la végétation au climat 50
- Limiter les variations du taux d'humidité du sol 52
- Créer et exploiter des points d'eau 54
- Désimperméabiliser les sols 56
- Exploiter les avantages du territoire 58
- Végétaliser les abords du bâtiment 60
- Tenir compte des diagnostics préalables 62

4 USAGES ET COMPORTEMENTS

- Choisir des équipements à faible émission de chaleur 64
- Communiquer sur les risques aux occupants 66
- Concentrer les équipements et activités essentiels aux étages supérieurs 68
- Définir une stratégie : éviter, résister ou céder à l'eau ? 70
- Favoriser le lien social 72
- Mettre en place des dispositifs de secours 74
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76

5 RÉSEAUX, SERVICES ET INFRASTRUCTURES

- Aménager des bassins de rétention 78
- Dimensionner la gestion des eaux pluviales sur la parcelle 80
- Favoriser l'autoconsommation électrique 82
- Lester le mobilier extérieur 84
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux 88
- Réemployer les eaux pluviales 90
- Se raccorder au réseau de froid urbain 92

SOMMAIRE PAR ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

- Choisir des revêtements de murs et de toits à fort albédo 14
- Choisir des revêtements de voirie rafraîchissants 16
- Créer une toiture végétalisée 18
- Améliorer l'isolation et l'inertie des parois opaques 26
- Orienter le bâtiments et les espaces 28
- Végétaliser la façade 36
- Favoriser la circulation de l'air 38
- Installer des dispositifs de protection solaire .. 40
- Limiter et adapter les baies vitrées..... 42
- Rafraîchir les espaces intérieurs par le sol 44
- Rafraîchir les espaces intérieurs par méthodes adiabatiques 46
- Rafraîchir les espaces intérieurs par ventilation 48
- Adapter la végétation au climat 50
- Créer et exploiter des points d'eau 54
- Désimperméabiliser les sols 56
- Exploiter les avantages du territoire..... 58
- Végétaliser les abords du bâtiment 60
- Tenir compte des diagnostics préalables..... 62
- Choisir des équipements à faible émission de chaleur 64
- Communiquer sur les risques aux occupants.. 66
- Favoriser le lien social 72
- Mettre en place des dispositifs de secours 74
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76
- Favoriser l'autoconsommation électrique..... 82
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux..... 88
- Réemployer les eaux pluviales 90
- Se raccorder au réseau de froid urbain 92

SÉCHERESSE ET RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

- Adapter les fondations 12
- Désolidariser les éléments de structure 20
- Rigidifier la structure 10
- Adapter la végétation au climat 50
- Limiter les variations du taux d'humidité du sol..... 52
- Exploiter les avantages du territoire..... 58
- Tenir compte des diagnostics préalables..... 62
- Communiquer sur les risques aux occupants.. 66
- Favoriser le lien social 72
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux..... 88
- Réemployer les eaux pluviales 90

TEMPÊTE (VENTS VIOLENTS)

- Limiter la prise au vent des équipements 24
- Orienter le bâtiments et les espaces 28
- Adapter la végétation au climat 50
- Exploiter les avantages du territoire..... 58
- Végétaliser les abords du bâtiment 60
- Tenir compte des diagnostics préalables..... 62
- Communiquer sur les risques aux occupants.. 66
- Favoriser le lien social 72
- Mettre en place des dispositifs de secours 74
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76
- Favoriser l'autoconsommation électrique..... 82
- Lester le mobilier extérieur..... 84
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux..... 88

INONDATION

- Adapter les fondations 12
- Créer une toiture végétalisée 18
- Installer des dispositifs anti-eau 22
- Surélever les éléments de structure 32
- Utiliser des matériaux résistants à l'eau..... 34
- Végétaliser la façade 36
- Adapter la végétation au climat 50
- Désimperméabiliser les sols 56
- Exploiter les avantages du territoire 58
- Végétaliser les abords du bâtiment 60
- Tenir compte des diagnostics préalables..... 62
- Communiquer sur les risques aux occupants.. 66
- Concentrer les équipements et activités essentiels aux étages supérieurs 68
- Définir une stratégie : éviter, résister ou céder à l'eau ? 70
- Favoriser le lien social 72
- Mettre en place des dispositifs de secours 74
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76
- Aménager des bassins de rétention 78
- Dimensionner la gestion des eaux pluviales sur la parcelle 80
- Favoriser l'autoconsommation électrique..... 82
- Lester le mobilier extérieur..... 84
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux..... 88
- Réemployer les eaux pluviales 90

SUBMERSION MARINE

- Installer des dispositifs anti-eau 22
- Surélever les éléments de structure 32
- Utiliser des matériaux résistants à l'eau..... 34
- Adapter la végétation au climat 50
- Exploiter les avantages du territoire 58
- Tenir compte des diagnostics préalables..... 62
- Communiquer sur les risques aux occupants.. 66
- Concentrer les équipements et activités essentiels aux étages supérieurs 68
- Définir une stratégie : éviter, résister ou céder à l'eau ? 70
- Favoriser le lien social 72
- Mettre en place des dispositifs de secours 74
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76
- Favoriser l'autoconsommation électrique..... 82
- Lester le mobilier extérieur..... 84
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux..... 88

FEU

- Adapter la végétation au climat 50
- Exploiter les avantages du territoire 58
- Tenir compte des diagnostics préalables..... 62
- Communiquer sur les risques aux occupants.. 66
- Favoriser le lien social 72
- Mettre en place des dispositifs de secours 74
- Flexibiliser les pratiques d'organisation du travail 76
- Aménager des bassins de rétention 78
- Favoriser l'autoconsommation électrique..... 82
- Mettre en place un maillage efficace des réseaux 86
- Protéger les réseaux..... 88
- Réemployer les eaux pluviales 90

INTRODUCTION

En France, le changement climatique est déjà observable : parmi les dix années les plus chaudes jamais enregistrées par Météo France1, neuf d'entre elles ont eu lieu au XXIe siècle. Ce réchauffement indéniable engendre des modifications conséquentes sans précédent pour l'espèce humaine des cycles naturels régulateurs du climat (cycle du carbone, cycle de l'eau, etc.) entraînant une intensification des événements météorologiques extrêmes. Pour la seule année 2020, le réassureur allemand Munich Re évalue le coût des catastrophes naturelles à 210 milliards de dollars à l'échelle de la planète, dont près de 11 milliards de dollars en Europe2. Face à l'ampleur de l'enjeu, la communauté internationale s'est fixée comme objectif lors de la COP21 de maintenir le réchauffement en dessous des 2°C par rapport à l'ère préindustrielle. Mais si ces efforts d'atténuation permettront de limiter les impacts sociaux et économiques du changement climatique, l'adaptation à un nouveau climat est dorénavant inévitable.

Le secteur de l'immobilier est particulièrement vulnérable aux risques physiques liés au changement climatique. Leur durée de vie implique que les bâtiments construits à l'heure actuelle devront faire face à un climat nouveau, plus instable et ponctué d'évènements météorologiques extrêmes. Le cadre normatif lié au changement climatique évolue depuis les années 19903, notamment avec l'arrivée du Code de l'Environnement en 2000 qui encadre les mesures pour éviter, réduire et compenser les effets négatifs des activités sur le climat. Pour aller plus loin, le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2) répond aux enjeux de l'adaptation et en définit les grandes orientations. Cependant, les politiques publiques restent peu abouties dans ce domaine à l'heure actuelle et nécessitent une ambition plus marquée, prenant en compte les évolutions futures du climat et les dangers associés.

Alors que les coûts de la non-adaptation sont assumés à ce jour principalement par les assureurs, l'augmentation de l'ampleur et de la fréquence des évènements va reporter de plus en plus le coût de la non-adaptation sur les acteurs de l'immobilier (par le biais de l'augmentation du prix des primes ou de l'existence de clauses de non-assurance pour des biens très exposés aux aléas climatiques)4. La nécessité d'initier une démarche d'adaptation du parc bâti en France et ailleurs est donc indispensable pour limiter les coûts futurs, qu'ils soient assuranciels ou bien liés à une reconstruction après un sinistre, bien souvent plus conséquents que l'adaptation par anticipation. Toutefois, la résilience du bâtiment face au changement climatique est encore trop peu considérée par les acteurs de l'immobilier qui, pour la plupart, n'ont pas connaissance des ressources existantes en termes d'adaptation.

1 Les enregistrements de température débutent au début du XX^{e} siècle.
2 Munich RE (2021),2021), Rekord-Hurrikansaison, extreme Waldbrände – Die Bilanz der Naturkatastrophen 2020
3 Ministère de la Transition Ecologique (2021), Adaptation de la France au changement climatique
4 Association Française de l'Assurance (2015), Risques climatiques : quel impact sur l'assurance contre les aléas naturels à l'horizon 2040 ?

L'OBSERVATOIRE DE L'IMMOBILIER DURABLE, aspire à fournir aux acteurs de l'immobilier, du bâtiment et du territoire, les clés de compréhension des enjeux de l'adaptation au changement climatique.

GROUPE DE TRAVAIL

Un groupe de travail lancé en 2019, rassemblant plus d'une trentaine d'acteurs réfléchit activement aux leviers existants ou à développer pour se saisir de ces problématiques.

LES FICHES ALÉAS

Ces décryptages synthétiques permettent de comprendre les enjeux liés aux principaux aléas en abordant notamment les impacts potentiels sur le bâtiment et ses activités, les indications d'évolution dans le cadre du changement climatique, des pistes d'actions, l'existence de réglementation en vigueur, etc.

BAT-ADAPT

Outil de diagnostic de risque pour les bâtiments en France métropolitaine, disponible gratuitement sur le centre de ressources Taloen de l'OID. Le diagnostic se base sur une analyse croisée de l'exposition climatique des bâtiments et de l'analyse de sensibilité (voir encadré: Le calcul du risque climatique).

GUIDE DES ACTIONS ADAPTATIVES

Il complète ces outils, en proposant des pistes d'actions concrètes aux acteurs qui souhaitent adapter leurs bâtiments aux risques climatiques auxquels ils sont exposés.

Pour consulter les 4 fiches aléas et Bat-ADAPT :

Vague de chaleur

Sécheresse et RGA

Inondation

Submersion marine

Bat-ADAPT

LE CALCUL DU RISQUE CLIMATIQUE

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

RISQUE DE L'ALÉA CLIMATIQUE =

EXPOSITION		x	VULNÉRABILITÉ	
Aléa climatique	Autres facteurs environnementaux		Sensibilité	Enjeux d'usage
Nature de l'aléa climatique, intensité, lieu et fréquence (probabilité et durée)	Facteurs aggravant et atténuant liés à l'environnement		Critères techniques tels que les choix de construction, la fiabilité des réseaux et les mesures d'amélioration de la résilience	Capacités de gestion de crise et difficultés à faire face en raison de facteurs économiques sociaux ou démographiques

LE CADRE D'ÉLABORATION DU GUIDE

Le Guide des actions adaptatives au changement climatique permet d'identifier les actions à mettre en œuvre pour adapter les bâtiments aux risques physiques du changement climatique. Les actions retenues sont le fruit d'un travail de réflexion du Groupe de travail Adaptation au changement climatique de l'OID, de plusieurs ateliers interactifs, ainsi que d'échanges avec des experts. Dans une démarche combinant adaptation et atténuation, les actions adaptatives privilégiées, en plus de diminuer la vulnérabilité des bâtiments face aux aléas, doivent également contribuer à limiter le phénomène du changement climatique et s'inscrivent dans une démarche de sobriété. Si certaines actions adaptatives peuvent sembler innovantes, il est important de souligner que nombre d'entre elles consistent en la réappropriation de savoir-faire anciens ou de méthodes utilisées dans les conceptions bioclimatiques. Enfin, alors que l'approche par action isolée incite à compartimenter les solutions, elle offrira souvent des effets limités ; les multiples actions développées ici doivent ainsi alimenter une réflexion systémique d'amélioration de la résilience du bâtiment, et se baser sur un diagnostic de risque du bâtiment.

LES OBJECTIFS DU GUIDE

FOURNIR les clés de compréhension des enjeux de l'adaptation au changement climatique pour le bâtiment

INSPIRER les acteurs pour leur stratégie d'adaptation sur le développement de projets neufs ou existants

CONTRIBUER à la mise en place d'actions adaptatives concrètes et opérationnelles

ORIENTER les acteurs vers des actions adaptées à leurs besoins et aux caractéristiques de leurs bâtiments

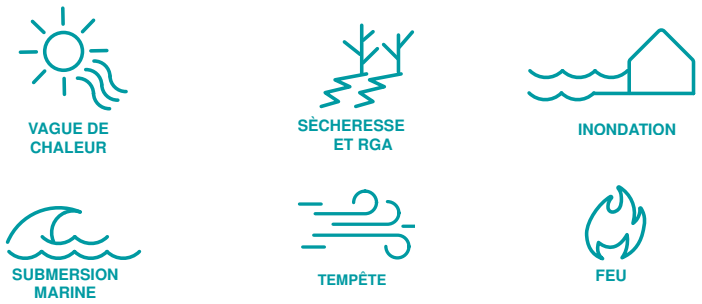
CONSEILS DE NAVIGATION

THÉMATIQUES

1. STRUCTURE, MATÉRIAUX ET COMPOSANTS
2. CONDITIONS DE SANTÉ ET DE CONFORT
3. SITE ET TERRAIN
4. USAGES ET COMPORTEMENTS
5. RÉSEAUX, INFRASTRUCTURES ET SERVICES

Le Guide est structuré autour de cinq grandes thématiques qui recouvrent des leviers de résilience à la fois très différents mais tous intrinsèquement liés au bâtiment.

ALÉAS

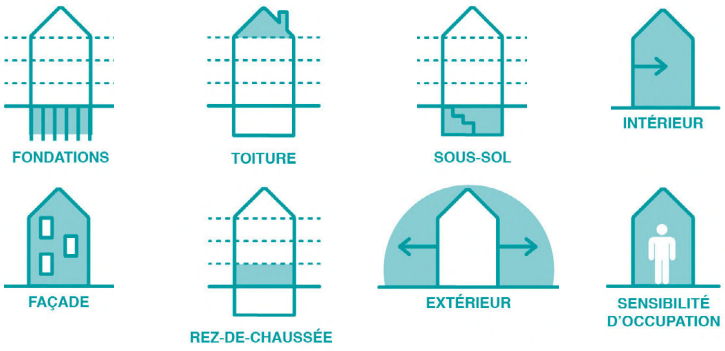


Une lecture par aléas est également possible pour permettre aux acteurs ayant déjà identifié les principaux risques climatiques de leurs actifs d'adopter une lecture par aléa climatique pour voir l'ensemble des actions possibles.

ÉTAPES DE MISE EN ŒUVRE

Les actions proposées couvrent l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, mais certaines sont plus adaptées à certaines étapes que d'autres. Ces informations sont représentées sur les fiches actions.

PARTIES DU BÂTIMENT



Pour cibler directement les actions adaptées aux caractéristiques de sensibilité du bâtiment, chaque fiche action renseigne les parties du bâtiments concernées.

LES FICHES ACTIONS ADAPTATIVES viennent en complément des mesures de prévention et de protection du bâtiment et des populations d'ores et déjà obligatoires. Le panel d'actions identifiées est non exhaustif et aura vocation à évoluer au fur et à mesure que les connaissances sur les aléas et actions d'adaptation seront consolidées. Enfin, certains aléas n'ont pas été pris en compte, ou seulement de manière partielle, dans cette première version du guide (averses de grêle, fortes pluies, etc.). Ils peuvent également avoir un impact significatif sur les bâtiments et ne doivent pas être négligés.

Une analyse plus précise permet d'aborder de manière synthétique et technique les **impacts et bénéfices** de l'action, des **conseils pour sa mise en œuvre** ainsi que les éventuels **freins et leviers**, qu'ils soient normatifs, réglementaires, techniques etc. Un grand nombre de ces actions ont aujourd'hui déjà été implémentées par des acteurs de l'immobilier, et nous avons souhaité mettre en avant ces bonnes pratiques en agrémentant les fiches actions de **témoignages et retours d'expérience** de la part d'acteurs de l'immobilier et du bâtiment, de collectivités, ou de tout type d'acteur susceptible de rencontrer ces problématiques. Si vous souhaitez apporter votre témoignage sur l'une des actions retenues dans le guide, contactez-nous à contact@o-immobilierdurable.fr.

FICHES ACTIONS ADAPTATIVES

1
2
3
4
5

ADAPTER LES FONDATIONS

ALÉA

SÈCHERESSE ET RGA

INONDATION

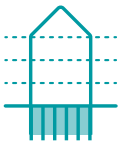
SUBMERSION MARINE

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT


FONDATIONS

COÛTS

€ € €

faible moyen **élevé**

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

Les fondations sont essentielles à la stabilité du bâtiment : elles transmettent au sol les charges et surcharges supportées par la structure du bâtiment et permettent de contrôler les tassements et infiltrations d'eau. Il existe deux principaux types de fondations : les fondations superficielles (peu profondes, pouvant être réalisées lorsque le sol est stable) et les fondations profondes (réalisées si les couches superficielles du sol sont trop fragiles).

IMPACTS

De nombreux sinistres liés aux aléas climatiques sont causés par une mauvaise adaptation et/ou conception des fondations. Un **désordre au niveau des fondations** se fait souvent remarquer par l'apparition de **fissures** dans les murs, une **déformation** des cadres des portes et des fenêtres ou par une différence de niveau entre les planchers.

Adapter les fondations permet de limiter les désordres dus aux mouvements des sols en cas de retrait gonflement des argiles (RGA) et à l'affouillement des fondations (déchaussement partiel ou complet des fondations) en cas d'inondation ou de submersion marine.

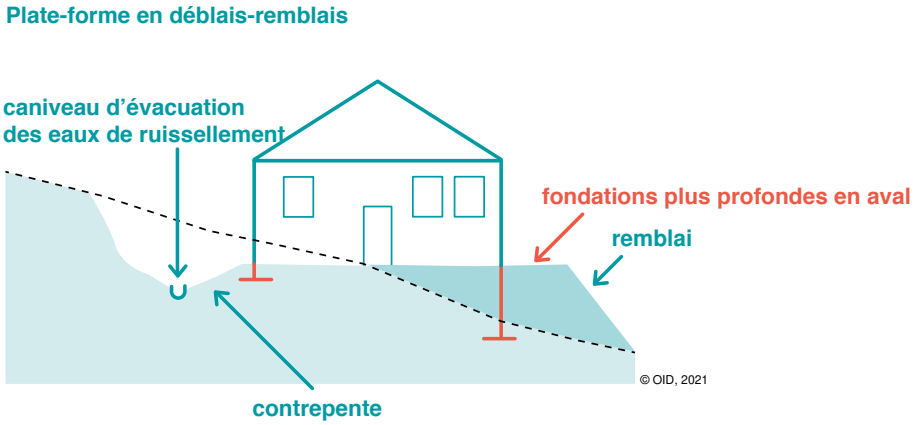
GUIDE DE MISE EN PLACE

La mise en place de fondations adaptées compte tenu des risques climatiques, nécessite de :

1. **Connaître la nature du sol et du bâtiment :** il est important d'effectuer une étude de sol préalable afin de détecter tous les risques de mouvements de terrains liés au RGA. Une analyse croisée des caractéristiques du terrain et du bâtiment doit permettre de déterminer le type de fondation à utiliser et la profondeur d'ancrage des fondations : en cas de sol instable, de risque d'affaissement des fondations ou de charge du bâtiment importante, des fondations profondes devront être réalisées.
2. **Ancrer les fondations de manière homogène :** si un terrain est en pente, les fondations à l'aval doivent être ancrée plus profondément qu'à l'amont, afin de reposer sur la même couche du sol.
3. **Respecter une profondeur d'ancrage minimale :** de manière générale, pour les fondations superficielles, on considère que l'ancrage des fondations doit être de 0,80 m minimum en zone d'aléa faible à moyen et de 1,20 m en zone d'aléa fort pour les maisons individuelles.

Si des désordres, notamment des fissures, apparaissent, il est conseillé d'effectuer un examen de la structure et une étude des sols afin de déterminer les vulnérabilités du bâtiment. Une reprise en sous-œuvre (renforcement des fondations par une nouvelle répartition des charges) peut alors être envisagée. Dans ce cas, deux techniques principales peuvent être utilisées : augmenter la largeur des fondations existantes ou ajouter de nouveaux éléments de fondation plus en profondeur.

ADAPTER LES FONDATIONS À UN TERRAIN EN PENTE



Source : ministère de la Transition écologique (2008)

FREINS ET LEVIERS

- Les travaux de reprise en sous-œuvre des fondations sont **très onéreux et délicats** car ils comportent des risques d'effondrement ou de tassement du bâtiment. En cas de rénovation et d'extension, il peut être préférable de désolidariser les éléments de structure pour améliorer la stabilité du bâti.

- Afin de préserver l'intégrité des fondations et ainsi d'éviter d'avoir recours à ce procédé, des **solutions préventives** de contrôle du taux d'humidité du sol peuvent être mises en place à l'échelle du bâtiment. Des actions adaptatives permettant d'éviter les inondations ou submersions marines peuvent être mises en œuvre à l'échelle du territoire (bassins de rétention désimperméabilisation du sol, etc.).

- La mise en place de fondations doit idéalement suivre les **préconisations des Documents Techniques Unifiés** (DTU) 13.11 et 13.12 pour les fondations superficielles et 13.2 pour les fondations profondes.

- Alors que les sécheresses et les RGA s'intensifient, **le gouvernement français semble s'être emparé du sujet** avec pour objectif de diminuer le nombre de sinistres liés à ce phénomène : dans le cadre de la loi Elan de 2018, il est obligatoire depuis mai 2019 de réaliser deux études de sols lors de la vente d'un terrain constructible destiné à l'habitat individuel ou de la construction d'une maison et une carte d'exposition aux RGA a été publiée en juillet 2020.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence Qualité Construction (2004), Sécheresse et construction sur sols argileux : réduire les dommages.
- Géorisques (2020), Retrait-gonflement des argiles – Prévention du risque.
- Ministère de la Transition Ecologique (2008), Le retrait- gonflement des argiles – Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?

CHOISIR DES REVÊTEMENTS DE MURS ET DE TOITS À FORT ALBÉDO

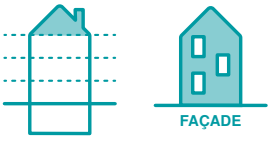
ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT



TOITURE FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Alors que la température ne cesse d'augmenter et que les vagues de chaleur s'intensifient et se multiplient, une attention particulière doit être accordée au choix des revêtements extérieurs du bâtiment. Tout comme les revêtements végétalisés (toiture et façade), les revêtements de murs et de toits à fort albédo, c'est-à-dire ayant un fort pouvoir réfléchissant, constituent un moyen efficace de limiter la pénétration de la chaleur dans le bâtiment.

IMPACTS

Parce qu'ils renvoient une grande partie des rayons solaires, les matériaux à fort albédo n'absorbent et ne transmettent au bâti que peu de chaleur. L'utilisation de matériaux de revêtements à fort albédo permet ainsi de **baisser la température intérieure** du bâtiment de plusieurs degrés et d'améliorer le confort thermique de ses occupants.

Les revêtements à fort albédo permettent également de **lutter contre l'intensification les îlots de chaleur urbains** (température plus élevée dans les milieux urbains que dans les zones rurales environnantes), au même titre que les revêtements de voirie à fort albédo.

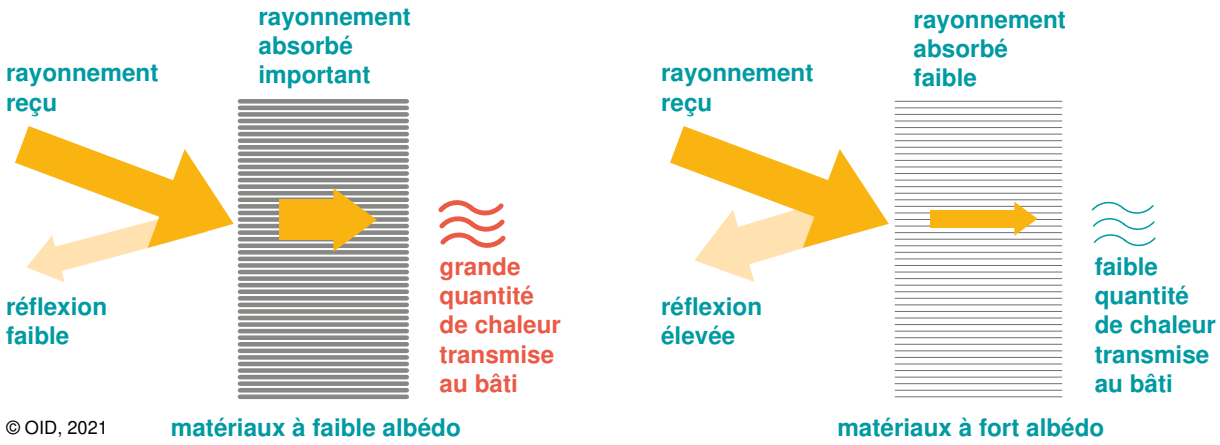
GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin d'assurer un meilleur confort thermique intérieur et extérieur, il est recommandé d'utiliser des **matériaux de couleurs claires pour les façades et des matériaux clairs et/ou réfléchissants pour les toitures.** Les surfaces les plus exposées aux rayons du soleil à l'échelle du bâtiment étant les toitures, de nombreuses techniques ont été développées afin de mettre en place des « cool roofs » (ou toitures fraîches) : membranes élastomères ou polyurées réfléchissantes, enduits réfléchissants et graviers pâles.

La mise en place de revêtements à fort albédo **ne nécessite pas forcément d'investissements ou de travaux importants** : l'application d'une peinture blanche sur une surface permet déjà d'augmenter son albédo.

Lors du choix des revêtements extérieurs d'un bâtiment, il faut prendre en compte à la fois l'albédo des matériaux mais **également leur** inertie thermique. Ces deux paramètres doivent permettre de sélectionner des matériaux qui protègent efficacement le bâtiment contre les apports de chaleurs extérieurs.

ILLUSTRATION DES PROPRIÉTÉS RÉFLÉCHISSANTES DES REVÊTEMENTS DE MURS ET DE TOITS À FORT ALBÉDO



© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

- Les toitures réfléchissantes peuvent être **particulièrement intéressantes dans le cadre d'un projet de mise en place de** panneaux photovoltaïques car elles peuvent, dans certaines conditions, permettre d'accroître leur rendement.
- Il est important de noter que les surfaces claires, parce qu'elles se salissent plus rapidement, nécessitent un **entretien plus important.**
- Lors de la mise en place de revêtements clairs ou réfléchissants, une attention particulière doit être accordée au **confort visuel des usagers**. En effet, parce qu'ils renvoient une grande partie des rayonnements solaires, les revêtements à fort albédo peuvent être éblouissants et causer une gêne quotidienne, et doivent être évités pour les façades et les toitures en pente. Le fort taux de réflexion peut de la même manière intensifier le phénomène de pollution lumineuse et perturber la biodiversité locale.
- Attention, le choix des matériaux et couleurs utilisés pour les revêtements extérieurs du bâti peut être **encadré par les autorités locales**. Il est donc conseillé de consulter le PLU (Plan Local d'Urbanisme) et éventuellement de s'adresser au CAUE (Conseil d'Architecture et d'Urbanisme et d'Environnement) local avant d'entreprendre des travaux.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence de la Transition écologique (2012), Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales.
- MEDMAIN, Matériaux intelligents pour une plus grande efficacité énergétique urbaine.
- Institut national de Santé Publique Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains

CHOISIR DES REVÊTEMENTS DE VOIRIE RAFRAÎCHISSANTS

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

TERRITOIRE

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Face à l'augmentation de la température, à l'intensification et à la multiplication des vagues de chaleur, l'aménagement des espaces extérieurs publics et privés doit aujourd'hui répondre à de nouveaux enjeux de confort thermique des usagers. Tout comme la création de points d'eau, la végétalisation des espaces et la désimperméabilisation des sols, l'utilisation de revêtements de voiries à fort albédo, c'est-à-dire clairs et/ou réfléchissants, constitue un moyen efficace de lutter contre la surchauffe des espaces extérieurs.

IMPACTS

Contrairement aux matériaux sombres qui absorbent l'énergie solaire, surchauffent puis réchauffent l'air, les revêtements à fort albédo **réfléchissent une grande partie du rayonnement solaire** et restent ainsi « frais ». Leur utilisation permet donc de ralentir la formation d'îlots de chaleur urbains (température plus élevée dans les milieux urbains que dans les zones rurales environnantes) et de **réduire l'inconfort thermique extérieur** des usagers de manière générale.

GUIDE DE MISE EN PLACE

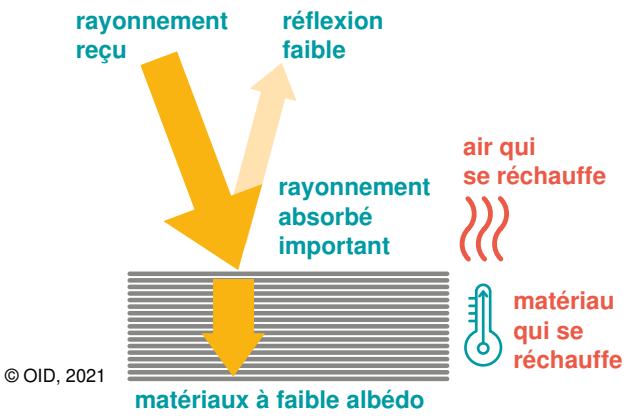
Des revêtements à fort albédo peuvent être mis en place dans le cadre de voiries neuves et existantes. Pour les voiries neuves ou en cas de rénovation importante, il est recommandé de choisir des matériaux clairs. Pour les voiries existantes, il est possible d'améliorer l'albédo des surfaces minéralisées grâce aux pavés inversés (granulat à fort albédo disposé sur une fine couche de bitume), à l'asphalte et au béton colorés (ajout de pigments réfléchissants afin d'augmenter la réflectivité des matériaux) et à l'ajout d'une couche superficielle de béton sur une chaussée de bitume (le béton a en effet un albédo un peu plus élevé que le bitume).

L'asphalte, le béton et le granit sont des matériaux à éviter car ils piègent la chaleur durant la journée et la restituent pendant la nuit.

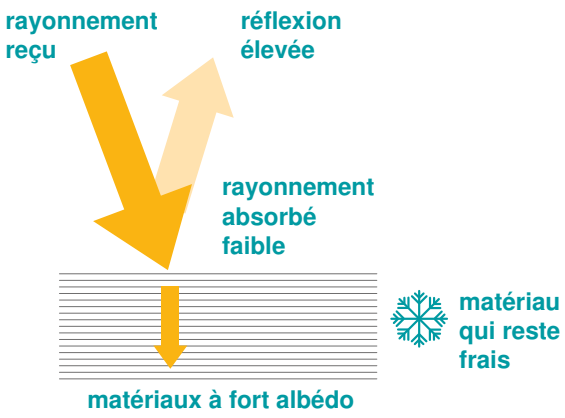
Afin de conserver leurs propriétés réfléchissantes, les revêtements de voiries clairs doivent être **entretenus régulièrement** car ils se salissent plus rapidement qu'un revêtement foncé.

Les revêtements clairs et/ou réfléchissants seront peut-être à éviter dans le cadre de grandes places minéralisées si elles ne disposent ni de point d'eau, ni de végétation, car les rayons solaires réfléchis par les voiries à fort albédo peuvent augmenter l'inconfort thermique des usagers. Les stratégies d'ombrage peuvent également être plus appropriées.

ILLUSTRATION DES PROPRIÉTÉS RÉFLÉCHISSANTES DES REVÊTEMENTS DE VOIRIE À FORT ALBÉDO



© OID, 2021



FREINS ET LEVIERS

- ⊕ Les revêtements de voiries à fort albédo peuvent être combinés à des revêtements perméables qui permettent à la fois d'améliorer le confort thermique et de lutter contre les inondations. Alors que les revêtements clairs ou réfléchissants présentent l'avantage **de résister à une circulation importante de véhicules** et pourront donc être mis en place sur les chaussées, ce n'est pas le cas d'une majorité des revêtements perméables, qui seront plutôt utilisés pour les trottoirs, pistes cyclables et espaces de stationnement.
- ⊖ Parce qu'ils renvoient une grande partie des rayonnements solaires, les revêtements à fort albédo peuvent **éblouir les individus et causer une gêne quotidienne**. La biodiversité locale est aussi impactée : de jeunes arbres plantés à proximité d'une surface réfléchissante sont susceptibles prendre des « coups de soleil ».
- ⊕ Pour les mêmes raisons, ce type de revêtement permet **d'augmenter la sécurité des usagers** de la route la nuit (car les objets et personnes sont plus visibles) et de **réduire les dépenses en éclairage** de nuit.
- ⊕ Les revêtements à fort albédo peuvent être utilisés à l'échelle de la ville ou du bâtiment pour améliorer le confort thermique des usagers.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence de la Transition écologique (2012), Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain
- Institut national de Santé Publique du Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains
- MEDMAIN, Matériaux intelligents pour une plus grande efficacité énergétique urbaine

CRÉER UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE

ALÉA

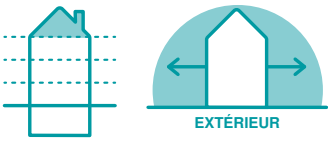
VAGUE DE CHALEUR

INONDATION

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT



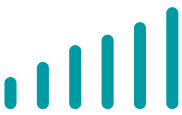
TOITURE EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



élevé

La végétalisation des toitures apparaît aujourd'hui comme un levier efficace pour améliorer la résilience des bâtiments face au changement climatique, en protégeant le bâtiment des variations des températures notamment lors des vagues de chaleur, et en jouant un rôle de régulateur de l'écoulement des eaux pluviales lors de fortes pluies. Il existe trois types de toitures végétalisées : extensives, semi-intensives, et intensives, selon l'épaisseur du substrat.

IMPACTS

La végétalisation d'une toiture apporte divers bénéfices :

- **Amélioration du confort thermique** des occupants du bâtiment par une régulation naturelle de la température et de l'humidité du bâtiment (jusqu'à 40% de réduction des variations de température) ;
- **Réduction des consommations énergétiques** pouvant aller jusqu'à 98% en période estivale pour les besoins en climatisation ;
- **Protection de la membrane d'étanchéité** du toit qui n'est plus exposée aux UV, différences de températures, et intempéries (durée de vie de 30 à 50 ans plus longue) ;
- **Rétention des eaux pluviales** par absorption d'une partie des pluies (jusqu'à 50% annuellement) et désengorgement des réseaux favorisant un bon écoulement.

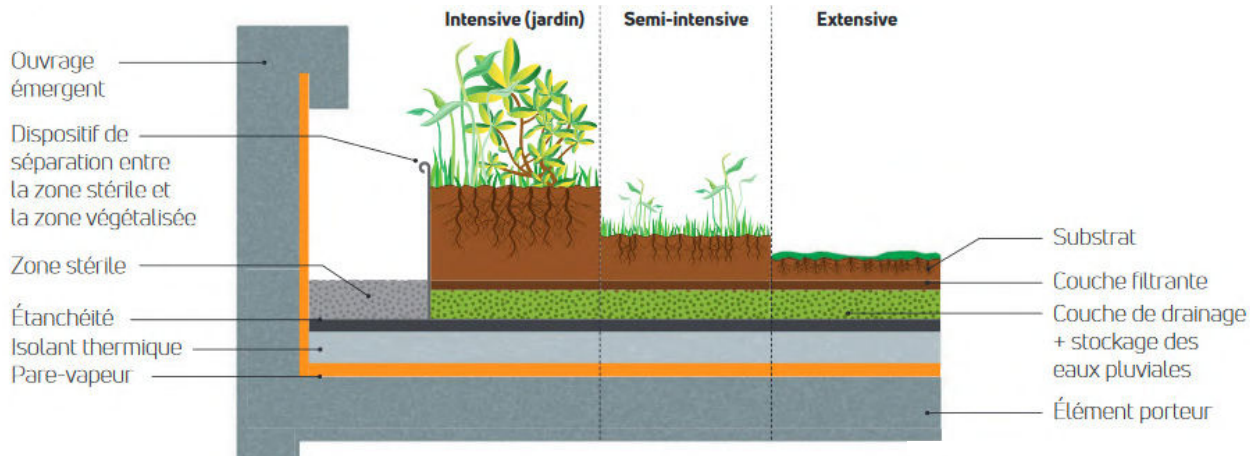
GUIDE DE MISE EN PLACE

Le choix d'un modèle de toiture dépend de l'inclinaison de la toiture, du type de végétaux souhaités, de l'utilisation ou non du toit, de l'entretien des végétaux ainsi que du budget de l'opération. Le tableau ci-contre détaille les caractéristiques des différentes toitures extensive, semi-intensive et intensive :

TYPE DE TOITURE	EXTENSIVE	SEMI-INTENSIVE	INTENSIVE
EPAISSEUR DU SUBSTRAT	10 à 15 cm	> 30 cm	> 30 cm
TYPE DE VÉGÉTATION	Planes succulentes, bulbes, graminées …	Arbustes à faible développement, vivaces	Arbres, arbustes
CHARGE	100 kg/m²	150 à 350 kg/m²	> 600 kg/m²
PENTE MAXIMALE	20%	20%	5%
ENTRETIEN	Faible (1 à 2 fois par an)	Moyen (3 à 4 fois par an)	Important (type jardin)

A noter que des zones dites « stériles », de 40cm minimum de largeur, doivent être mises en place en périphérie des parties végétalisées afin d'en assurer l'étanchéité.

REPRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION D'UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE



Source : Adopta 2019

FREINS ET LEVIERS

- La végétalisation des toitures est d'autant plus intéressante que **les toitures couvrent des surfaces non négligeables** des espaces urbains (10% en moyenne), et que ces espaces ne possèdent que peu de compétition pour leur utilisation, hormis le développement des panneaux photovoltaïques.
- Dans le cadre de la Loi Energie Climat, certains bâtiments tertiaires sont contraints de végétaliser 1/3 de leur surface de toiture, ou de les couvrir de panneaux photovoltaïques.
- Pour les toitures non adaptées, il est possible d'utiliser des matériaux ou revêtements clairs et réfléchissants qui garantiront un confort thermique comparable en période estivale.
- Les toitures végétalisées peuvent être un **support de biodiversité** en fournissant abris et nourriture à la faune urbaine. Du fait de la particularité du milieu, une attention particulière doit être portée lors de l'élaboration de la palette végétale.
- L'installation d'une toiture végétalisée sur un bâtiment déjà existant est **complexe du fait de la charge supplémentaire**, surtout s'il s'agit d'une toiture intensive ou semi-intensive.
- Si elles sont mieux adaptées au bâti existant, les **toitures extensives**, du fait de la finesse du substrat, ne sont cependant **pas accessibles par les usagers** du bâtiment.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Adivet (2018), Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées
- Adopta (2019), La toiture végétalisée
- Biodiversité positive (2011), Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées
- De Munck (2013), Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville
- UCM (2016), Toiture végétale

DÉSOLIDARISER LES ÉLÉMENTS DE STRUCTURE

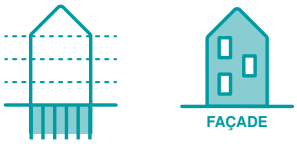
ALÉA

SÈCHERESSE ET RGA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT



FONDATIONS FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

Lorsqu'un bâtiment construit sur un sol argileux possède des éléments de construction accolés (garage, véranda, etc), ceux-ci doivent être séparés du bâtiment principal par un joint de rupture qui permettra à chaque partie du bâtiment d'absorber les tassements différentiels liés aux mouvements du sol. En effet, sur un terrain exposé au retrait gonflement des argiles (RGA), la teneur en eau hétérogène du sol entraîne des mouvements du sol différentiels.

IMPACTS

La pose d'un joint de rupture permet au bâti de mieux s'adapter aux mouvements du sol, en laissant chaque partie du bâtiment bouger librement, et **limite ainsi les risques de désordres** au niveau de la structure du bâti. En effet, si la structure d'un bâtiment est trop rigide, les mouvements du sol peuvent entraîner des fissurations au niveau de la jonction entre les éléments de structure ou pire, un décollement des bâtiments accolés.

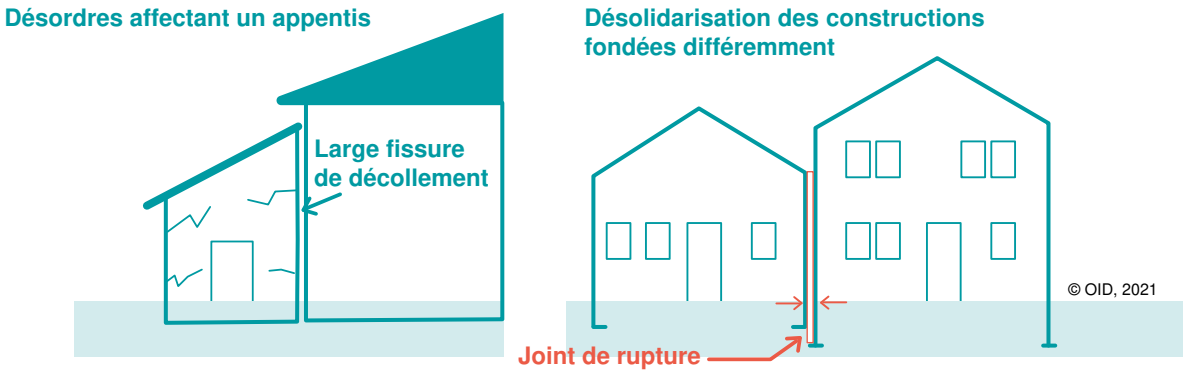
GUIDE DE MISE EN PLACE

Lorsqu'un bien se trouve sur un terrain exposé au RGA, il est important de **réaliser un joint de rupture** entre toutes les parties du bâtiment qui ne possèdent pas les mêmes fondations ou qui exercent des charges variables (c'est-à-dire qui ne font pas le même poids). Il est également fortement recommandé de **poser un joint de rupture lors d'un projet d'extension du bâtiment existant**. De manière générale, afin de prévenir la fissuration de la structure du bâtiment, il est possible de **poser des joints de dilatation** (non spécifiques au risque de RGA), qui permettront d'absorber les déformations du bâti dues aux variations de températures. La **pose de joints parasismiques** peut remplacer celle de joints de rupture si le bâtiment se trouve en zone sismique.

Lorsque qu'un joint de rupture est posé, les deux parties du bâtiment sont désolidarisées entièrement. En effet, il s'agit de créer un vide entre les blocs qui constituent le bâtiment. Un joint en élastomère est ensuite inséré à l'intérieur de ce vide.

Pour être efficace, un joint de rupture doit être **mis en œuvre sur toute la hauteur du bâtiment** (y compris les fondations).

ILLUSTRATION DES DÉSORDRES ÉVITÉS ET D'UNE DÉSOLIDARISATION DE DEUX ÉLÉMENTS BÂTIS



Source : ministère de la Transition écologique (2008)

FREINS ET LEVIERS

- La mise en place d'un joint de rupture sur un bâtiment existant est une **opération chère et délicate** car elle implique une reprise en sous-œuvre des fondations, qui pourrait déstabiliser le bâti. Elle est donc plus facile à mettre en œuvre dans le cadre d'un projet de construction.
- La pose de joints de rupture est **particulièrement indiquée pour les bâtiments à forte emprise foncière** (plusieurs centaines de mètres carrés au sol).
- Afin de limiter au maximum les dégâts liés aux mouvements des sols, des dispositifs de contrôle du taux d'humidité du sol et des dispositifs de rigidification de la structure du bâtiment peuvent également être mis en place. Les fondations du bâtiment doivent être adaptées aux risques identifiés.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Géorisques (2020), Retrait-gonflement des argiles – Prévention des risques.
- IFSTTAR (2017), Retrait-gonflement des argiles – Analyse et traitement des désordres créés par la sécheresse.
- Ministère de la Transition Ecologique (2008), Le retrait-gonflement des argiles – Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?

INSTALLER DES DISPOSITIFS ANTI-EAU

ALÉA

INONDATION

SUBMERSION MARINE

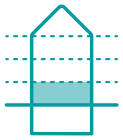
ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT


REZ-DE-CHAUSSÉE

FAÇADE

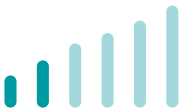
SOUS-SOL

COÛTS

€ € €

faible moyen élévé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS


faible

Lorsqu'un bâtiment est exposé aux risques d'inondation ou de submersion marine et qu'il n'est pas possible de le maintenir hors d'atteinte de l'eau, des dispositifs anti-eau peuvent être installés afin de limiter les dégâts causés par l'eau et/ou le sel. Il s'agit d'obstruer l'ensemble des orifices par lesquels l'eau est susceptible d'entrer pour retarder voire empêcher la pénétration de l'eau dans le bâtiment. Ces dispositifs s'inscrivent dans la stratégie Résister à l'eau et peuvent être mis en œuvre dans le cadre de bâtiments neufs ou existants.

IMPACTS

Les dispositifs mis en place afin de limiter la pénétration de l'eau permettent, dans une certaine mesure, de **préserver l'intérieur du bâtiment** et de réduire, parfois de manière considérable, le délai de retour à la normale.

L'efficacité de tels dispositifs est cependant soumise à quelques conditions :

1. La **hauteur d'eau maximale** ne doit pas dépasser 1 mètre ;

2. La **durée de submersion** doit être limitée (pas plus de 48 heures) ;

3. Le **délai d'alerte** (temps entre l'annonce de l'arrivée de l'eau et son arrivée réelle au niveau du bâtiment) doit être suffisant afin de permettre la mise en place des dispositifs d'obstructions temporaires.

Si l'une ou plusieurs des conditions listées ci-dessus ne sont pas remplies, d'importantes conséquences matérielles (endommagement des espaces intérieurs ou de la structure du bâtiment) et humaines (mise en péril de l'intégrité physique des occupants) sont à craindre.

GUIDE DE MISE EN PLACE

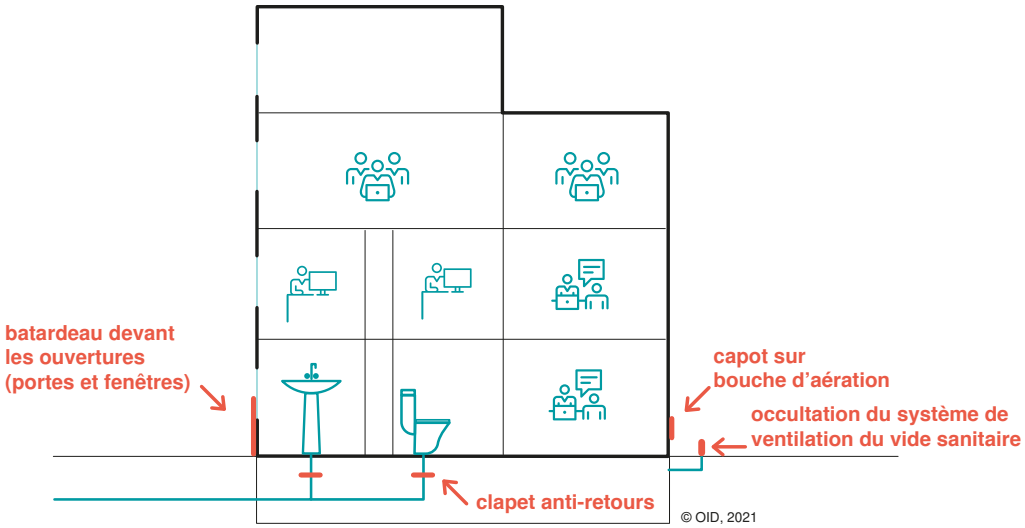
Afin de limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment, il est recommandé :

- De vérifier l'efficacité du **système de ventilation du vide sanitaire** et d'installer un système d'occultation ;
- D'installer des **clapets anti-retours** sur les canalisations d'évacuation des eaux usées et eaux pluviales pour éviter une remontée des eaux usées dans le bâtiment ;
- D'**occulter les ouvertures basses** du bâtiment à l'aide de capots amovibles (soupirail, bouches d'aération) ;
- D'éviter les portes et les fenêtres, et de s'équiper de **batardeaux fixes ou amovibles** ;
- D'installer un **dispositif d'obstruction automatique** sur les cuves d'hydrocarbures tout en effectuant un ancrage sur un radier en béton armé.

Il est également possible de **construire un muret** autour du bâtiment afin de protéger les murs et les ouvertures de la force du courant.

L'efficacité des dispositifs anti-eau amovibles, comme les batardeaux, reposant en partie sur la **capacité des occupants du bâtiment à réagir** en cas d'épisode climatique violent, il est conseillé de sensibiliser les usagers aux risques climatiques auxquels ils sont exposés et aux dispositifs de secours mis en place.

ILLUSTRATION DE PLUSIEURS DISPOSITIFS ANTI-EAU



FREINS ET LEVIERS

⊖ Parce qu'elle **incite les occupants à rester dans le bâtiment,** la mise en place de dispositifs anti-eau peut être dangereuse. La vie des personnes présentes à l'intérieur du bâtiment peut être mise en péril si les dispositifs fonctionnent mal ou si la hauteur d'eau dépasse celle des dispositifs : les personnes se retrouvent alors piégées dans un bâtiment qui se remplit d'eau.

⊕ La mise en place de dispositifs anti-eau doit ainsi se faire dans le **respect des conditions d'efficacité mentionnées plus haut** et s'accompagner de la création d'une zone refuge avec si possible un accès vers l'extérieur (velux, trappe, etc.).

⊕ Les **dispositifs anti-eau peuvent faillir**, c'est pourquoi il est recommandé de concentrer les équipements essentiels aux étages supérieurs ou de les surélever au-dessus du niveau des plus hautes eaux connues (PHEC). Afin de protéger les réseaux, ceux situés sous 1 mètre (gaz, électricité, télécoms) doivent être étanchéifiés.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (2010), Le bâtiment face à l'inondation, diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité

- Direction régionale de l'équipement de Bretagne (2004), Rendre son habitation moins vulnérable aux inondations

LIMITER LA PRISE AU VENT DES ÉQUIPEMENTS

ALÉA

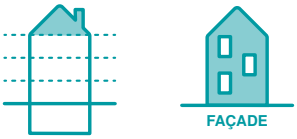
TEMPÊTE

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT



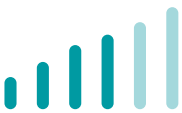
TOITURE FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

Lorsqu'un bâtiment se trouve dans une zone exposée aux vents violents, les équipements du bâtiment (toitures, gouttières, menuiseries extérieures, clôture, panneaux photovoltaïques etc.) peuvent être endommagés voire arrachés lors de tempêtes. Afin d'éviter cela, il est important de s'assurer que les équipements du bâtiment et ceux alentours sont en capacité de résister à la pression des vents et ne représentent pas un danger pour l'intégrité du bâtiment et la sécurité de ses occupants. Si ces équipements ne sont pas assez solides, des travaux peuvent être envisagés afin de les renforcer, de les déplacer ou de les supprimer.

IMPACTS

Limiter la prise au vent des équipements permet de limiter les dégâts, souvent conséquents, subis par le bâtiment en cas de tempêtes : envol d'une partie de la toiture, effondrement des gouttières, infiltrations d'eau, etc.

Le bâtiment ainsi préservé pourra **continuer à assurer tout ou partie de ses fonctions** (d'hébergement, de bureau, etc.), limitant les pertes économiques dues à un délai de retour à la normale long.

Limiter la prise au vent des équipements permet également de **protéger les occupants du bâtiment et les usagers** de la rue qui peuvent être menacés par l'envol ou l'effondrement des installations du bâtiment.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Plusieurs actions peuvent être mises en place afin de limiter la prise au vent des équipements, en se basant notamment sur les résultats d'une étude aéraulique :

- **Bien positionner les équipements :** on veillera à limiter la prise au vent de la toiture, notamment en évitant les débords de toits trop longs et en assurant une inclinaison de toit suffisante, et à installer les équipements du bâtiment dans des zones peu exposées aux vents. Par exemple, il n'est pas recommandé de positionner les antennes et paraboles sur une cheminée.

- **Favoriser les formes aérodynamiques :** lors de la conception du bâtiment et de la sélection des équipements du bâtiment on privilégiera les formes qui limitent la prise au vent, comme par exemple les arrondis.

- **Vérifier régulièrement l'état des équipements et bien les fixer :** il s'agit de faire régulièrement le tour du bâtiment afin de s'assurer que tous les équipements sont en bon état et correctement fixés. Si cela n'est pas le cas ou lors de la mise en place de nouveaux équipements il est important de les fixer solidement.

- **Mettre à l'abri les équipements amovibles du bâtiment avant la tempête :** en surveillant les conditions météorologiques, il est possible d'anticiper les épisodes de vents violents et ainsi de rentrer à l'intérieur du bâtiment les équipements non-fixes (protections solaires amovibles, etc.) avant l'épisode météorologique. Il est également conseillé de développer une stratégie et des procédures de mise en sûreté des équipements et de désigner un responsable qui sera en charge de mener à bien cette stratégie.

Bâtiment endommagé par une tempête (Edimbourg, Grande-Bretagne)

FREINS ET LEVIERS

- En France, la conception, l'inclinaison et les matériaux de toitures sont encadrés par de nombreuses normes locales (e.g. Plan Locaux d'Urbanisme) et nationales (e.g. règles NV 65) qui peuvent répondre à des impératifs de sûreté ou d'esthétisme.
- Afin de se prémunir au maximum des dégâts humains et matériels dus aux épisodes de tempête, limiter la prise au vent des équipements doit s'inscrire dans une stratégie de lutte contre les vents violents plus large qui requière :

  - De s'informer régulièrement des risques de tempêtes grace à des plateformes telles que Météo France ;

  - De **sensibiliser les occupants aux risques encourus**, aux **dispositifs de secours mis en place** et aux bons comportements à adopter ;

  - D'élaborer un plan de mise en lieu sûr des biens légers, précieux ou dangereux (véhicules, matières toxiques, etc.).

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Assurance Prévention (2020), Comment réagir face à une tempête ?
- Côté maison (2011), Des astuces pour protéger sa toiture des tempêtes
- Futura-Sciences (2018), Cyclones – Prévention et secours

AMÉLIORER L'ISOLATION ET L'INERTIE DES PAROIS OPAQUES

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT

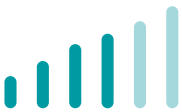
TOITURE FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

Afin de protéger efficacement un bâtiment de la chaleur, il est essentiel de s'assurer que les parois opaques bénéficient d'une bonne isolation, qui doit permettre de limiter les déperditions de chaleur en hiver, ou la pénétration de chaleur en été. Une bonne inertie doit également être garantie, permettant ainsi de stabiliser la température à l'intérieur du bâtiment en ralentissant les variations de températures. Afin d'assurer une meilleure isolation et inertie du bâtiment on jouera à la fois sur la technique de mise en œuvre des isolants et les matériaux utilisés pour l'isolation et les revêtements.

IMPACTS

Face à l'augmentation de la température, à l'intensification et à la multiplication des vagues de chaleur, améliorer l'isolation et l'inertie des parois opaques du bâtiment (murs et toit), permet de **limiter la pénétration de la chaleur dans le bâtiment** en période estivale et ainsi de préserver le confort thermique des occupants du bâtiment. Les espaces intérieurs étant plus frais, les **besoins en énergie nécessaire au refroidissement du bâtiment sont moindres** et la facture énergétique ainsi que l'impact environnemental du bâtiment sont diminués.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Plusieurs actions peuvent être mises en œuvre afin d'améliorer l'isolation et l'inertie thermique du bâtiment :

- S'assurer, à l'aide de diagnostics thermiques, que le bâtiment dispose d'une isolation d'été et d'hiver satisfaisante et **ne souffre pas de ponts thermiques**, c'est-à-dire de défauts d'isolation souvent localisés au niveau des jonctions entre le plancher et les autres éléments de structure.

- **Privilégier l'isolation par l'extérieur** (« mur-manteau »), très efficace pour supprimer les ponts thermiques et qui permet de renforcer l'inertie du bâtiment.

- **Sélectionner des isolants performants** pour l'enveloppe du bâtiment afin de limiter les échanges de chaleur entre milieu chaud et milieu froid. De manière générale, les isolants les plus efficaces possèdent une **résistance thermique R élevée** (capacité de l'isolant thermique à résister au froid et à la chaleur) et une **conductivité thermique λ faible** (quantité de chaleur qui se propage au travers du matériau). Pour lutter contre la pénétration de la chaleur, les isolants possédant une **faible diffusivité** (capacité à différer la restitution de la chaleur) et un **déphasage important** (c'est-à-dire un temps de pénétration de la chaleur dans le bâtiment d'au moins 10 heures)**,** tels que les isolants d'origine végétale, sont à privilégier.

- **Employer des matériaux à forte effusivité** (grande absorption de la chaleur sans réchauffement en surface) pour les espaces intérieurs du bâtiment, tels que le marbre ou la pierre.

Isolation des combles avec de la ouate de cellulose

FREINS ET LEVIERS

- ⊕ La toiture étant la surface du bâtiment la plus exposée aux rayons du soleil, il est particulièrement avantageux de l'isoler à l'aide de matériaux à faible diffusivité. Cependant, si la température ne baisse pas assez pendant la nuit, la chaleur contenue dans les matériaux ne pourra pas s'échapper et celle-ci pénétrera rapidement dans le bâtiment le lendemain. Les **toitures végétalisées** représentent également une solution d'isolation intéressante.
- ⊖ Les matériaux biosourcés, s'ils doivent être favorisés car plus en accord avec les principes de l'atténuation du changement climatique (moindre impact environnemental), peuvent parfois s'avérer plus coûteux.
- ⊕ Une meilleure isolation des parois opaques du bâtiment doit être accompagnée d'une réduction des émissions de chaleurs à l'intérieur du bâtiment, qui passe par exemple par des **équipements moins émissifs**, afin d'éviter l'effet « thermos ».
- ⊕ Plusieurs aides au financement des travaux d'isolation existent à la fois au niveau national (Crédit d'impôt, aides de l'Agence Nationale de l'Amélioration de l'Habitat) et local (aides proposées par les villes, départements et régions).
- ⊕ Couplé à des méthodes de rafraichissement passif par **ventilation**, **le sol** ou **méthodes adiabatiques**, l'emploi de matériaux à forte inertie se révèle très efficace et économique (économies financières et énergétiques).

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence de la Transition Ecologique (ADEME) (2011), Chaud dehors, frais dedans, le confort d'été
- Observatoire de l'Immobilier Durable (2020), Les matériaux durables pour le bâtiment – Etat des lieux du biosourcé et du réemploi en métropole parisienne
- PassivAct (2019), Comprendre l'inertie thermique, la diffusivité, l'effusivité et leurs incidences sur le confort

ORIENTER LE BÂTIMENT ET LES ESPACES

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

TEMPÊTE

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

PARTIE DU BATIMENT

FAÇADE

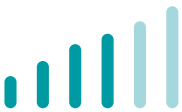
INTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

Aujourd'hui encore, un nombre important de plans de conception de bâtiments ne renseignent pas d'indicateur d'orientation du bâtiment. Pourtant, en orientant de manière optimale le bâtiment et ses espaces intérieurs, il est possible d'accroitre de manière significative la résilience du bâtiment aux aléas climatiques (vague de chaleur, hausse des températures, tempête et vents violents). S'il s'agit d'un principe architectural ancestral, sa pertinence est aujourd'hui à nouveau mise en avant dans le cadre de la conception bioclimatique.

IMPACTS

Une orientation optimale du bâtiment permet **d'améliorer significativement le confort des occupants** de plusieurs manières. En été, les façades ouest, qui sont le plus longtemps exposées au rayonnement du soleil, peuvent facilement monter à 60°C. En optimisant ou en limitant les surfaces exposées aux rayonnements solaires, il est possible de baisser la température intérieure de quelques degrés en été, sans recourir à une climatisation intensive. De la même manière, les **dépenses en chauffage en hiver peuvent être diminuées** ou, en dimensionnant en conséquence les façades exposées aux vents dominants, il est possible de **réduire les risques face aux tempêtes et vents violents.**

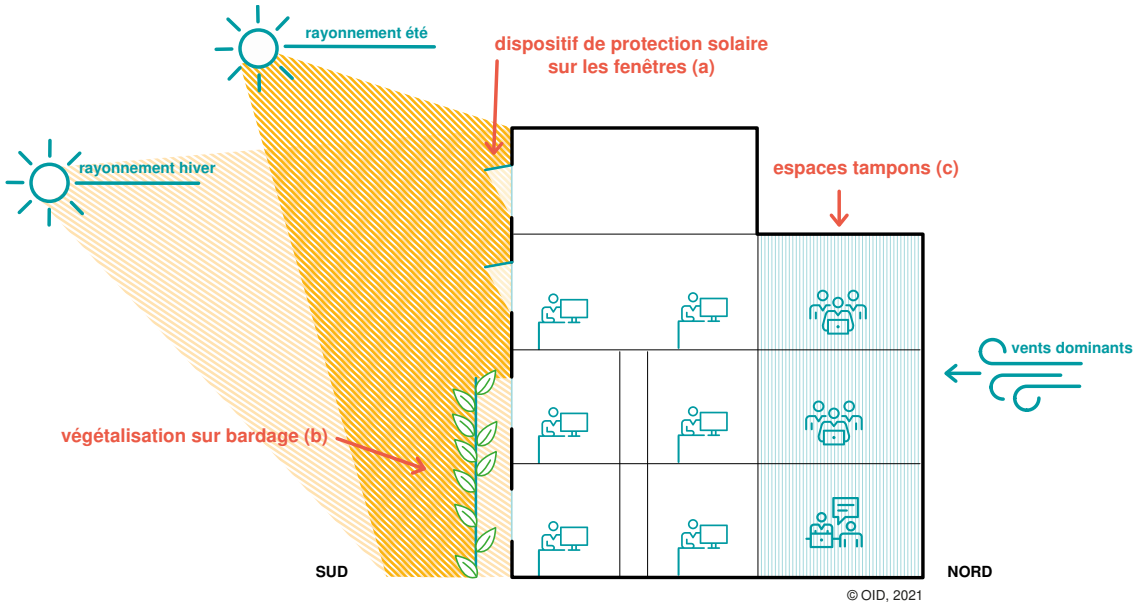
GUIDE DE MISE EN PLACE

Dans l'hémisphère nord, il est possible d'optimiser les apports solaires tout au long de l'année. **L'orientation du bâtiment nord/sud** permet de maximiser les apports solaires en hiver, tout en **limitant les ouvertures sur les façades est/ouest**, qui sont les plus exposées en été (l'angle d'incidence d'irradiation de la façade sud est élevé, et il est aisé de limiter les apports solaires (a)). Pour protéger ces façades, une végétalisation à l'aide de plantes grimpantes est également possible (b).

Par ailleurs, la façade la plus exposée aux vents doit également être identifiée et conçue en conséquence. La **création d'un espace tampon** (c) en façade nord permet de créer des zones qui peuvent être utilisées comme des îlots de fraicheur lors des épisodes de vague de chaleur et pendant les mois d'été. Il peut s'agir de salles de réunion ou de salles informatiques moins utilisées dans un immeuble de bureaux par exemple.

L'organisation interne du bâtiment peut également être exploitée pour améliorer le confort thermique : une **conception en forme d'atrium** dans des bâtiments tertiaires peut permettre de créer un environnement favorable et d'améliorer le confort thermique (d'été comme d'hiver) des espaces adjacents. Un système de renouvellement de l'air efficace, par ventilation ou méthode adiabatique, doit toutefois être mis en place avec attention pour éviter les surchauffes.

SCHÉMA D'UN BÂTIMENT À CONCEPTION BIOCLIMATIQUE



FREINS ET LEVIERS

- L'orientation du bâtiment ne relève pas toujours de la volonté du maître d'ouvrage. Dans les zones urbaines, **cette orientation peut être contrainte** du fait de la proximité avec les bâtiments voisins par exemple.
- C'est une mesure qui semble concerner principalement les bâtiments en phase de construction, mais **l'agencement des espaces intérieurs** peut être réorganisé lors d'une rénovation afin d'optimiser les apports solaires toute l'année. Les **choix de couleurs de revêtements intérieurs** (réfléchissantes ou non) peuvent aussi jouer un rôle.
- Un arbitrage doit s'effectuer entre deux objectifs : **accroître la compacité du bâtiment** pour améliorer le confort thermique, et favoriser l'éclairage naturel pour les occupants.
- Le bioclimatisme ne se limite pas à l'optimisation des apports solaires, et peut notamment se compléter par une optimisation des flux d'airs permettant un **rafraîchissement passif** du bâtiment.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

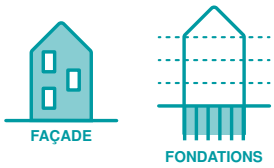
- Bluetek (2020), Atriums et confort d'été – Les solutions de rafraîchissement intelligent
- Les Clés de la Rénovation (2018), La conception bioclimatique en rénovation
- Samira Rahal (2011), L'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics

RIGIDIFIER LA STRUCTURE

ALÉA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

PARTIE DU BATIMENT

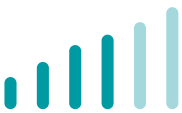


COÛTS

€ € €

faible **moyen** élévé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

Alors que les évènements climatiques extrêmes s'intensifient et se multiplient, l'intégrité du bâti se retrouve plus menacée que jamais. Rigidifier la structure des bâtiments apparaît essentiel afin de les rendre plus solide et leur garantir une meilleure stabilité. En effet, une structure parfaitement rigide est en mesure de résister aux distorsions générées par les mouvements des sols, de l'air et la force de la pression exercée par l'eau sur le bâtiment.

IMPACTS

Rigidifier la structure du bâtiment permet de **limiter les risques de fissures** dus aux mouvements des sols (retrait et gonflement des argiles) et de **réduire les dégâts liés à l'action mécanique de l'eau** en cas d'inondation ou de submersion marine. Attention, l'efficacité du dispositif ne saurait être garantie si le niveau de submersion attendu est supérieur à 1m (car la pression exercée par l'eau pourrait mettre en danger l'intégrité de la structure du bâti). Dans ce cas, il est conseillé de laisser rentrer l'eau dans le bâtiment, après avoir préalablement protégé le bâti en employant des matériaux résistants à l'eau et mis en sûreté les occupants et les équipements essentiels du bâtiment.

Améliorer la rigidité de la structure du bâtiment permet également de **limiter les risques d'effondrements liés à la pression de l'air en cas de tempêtes et vents violents**. Ces risques sont particulièrement importants dans les territoires d'Outre-mer.

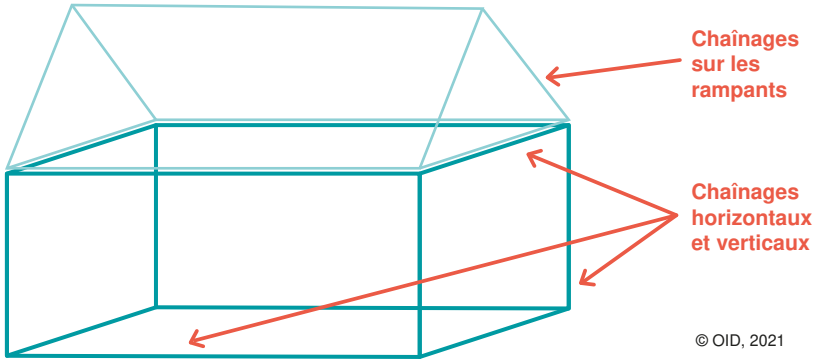
GUIDE DE MISE EN PLACE

Il existe **plusieurs techniques** permettant de rigidifier la structure du bâtiment : chaînage, réalisation de linteaux au-dessus des ouvertures, création d'un vide sanitaire ou d'un sous-sol général, etc.

La **mise en place de chaînages** est la mesure la plus recommandée en cas de risques de distorsion de la structure. Il s'agit d'intégrer des armatures en acier à un béton adapté, procédé déjà largement répandu dans le cadre des constructions de grande envergure.

En France, le document technique de référence, le Document Technique Unifié 20.1**,** préconise de réaliser des **chaînages horizontaux** au niveau de chaque plancher ou dallage du bâtiment et des chaînages verticaux pour tous les murs porteurs, à l'exception des maçonneries en pierres naturelles. Idéalement, des **chaînages sur les rampants des pignons** (au niveau du toit) doivent également être réalisés. Une attention particulière doit être accordée aux **liaisons entre les chaînages horizontaux et verticaux**, notamment dans les angles du bâtiment.

EXEMPLES DE CHAÎNAGE SUR UN BÂTIMENT



© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

- La mise en place de chaînages doit idéalement suivre les **préconisations du Document Technique Unifié (DTU) 20.1**. S'il ne s'agit pas d'un document obligatoire, il est vivement recommandé de mettre en application les directives qu'il contient. Une attention particulière doit être accordée lors de la réalisation de bâtiments de type logement individuel, car il arrive que les constructeurs de ce type de bien fassent fi des prescriptions des DTU.
- La mise en place de chaînages dans le béton **nécessite des travaux de gros-œuvre**. Il s'agit donc d'un dispositif réservé aux bâtiments neufs ou aux bâtiments existants qui font l'objet d'une rénovation complète.
- Pour le bâti existant, la **pose d'une croix de chaînage** permettant de stopper l'expansion d'une fissure ou de limiter l'affaiblissement du bâti peut être envisagée. Ce dispositif est souvent mis en place dans le cadre d'habitations anciennes, notamment construites en pierre.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- IFSTTAR (2017), Retrait et gonflement des argiles – Analyse et traitement des désordres créés par la sécheresse.
- Ministère de la Transition Ecologique (2002), Plans de prévention des risques naturels (PPR) – Risques d'inondation.
- Ministère de la Transition Ecologique (2008), Le retrait-gonflement des argiles – Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?

SURÉLEVER LES ÉLEMENTS DE STRUCTURE

ALÉA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

PARTIE DU BATIMENT

COÛTS

€ € €

faible moyen **élevé**

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

Afin d'empêcher ou de limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment en cas d'inondation ou de submersion marine, il est possible de surélever les éléments de structure du bâtiment. Il s'agit de mettre le bâtiment et/ou ses ouvertures hors d'atteinte de l'eau dans le cadre des stratégies de limitation des dégâts Eviter et Résister. Ces dispositifs peuvent être mis en place à l'échelle du bâtiment et du quartier.

IMPACTS

Surélever le bâtiment et ses ouvertures permet de se **prémunir des dégâts sévères causés par l'eau et le sel** et **d'accélérer le délai de retour à la normale** en cas d'inondation ou de submersion marine. Dans le cadre de constructions neuves en zones à risques, il s'agit d'un dispositif de prévention extrêmement pertinent.

Attention, même si un bien ne subit pas de dégâts lors d'une inondation, cela ne signifie pas qu'il est utilisable ou habitable pour autant. En effet, il n'est exploitable que si les réseaux qui le desservent (routiers, électriques, etc.) sont toujours fonctionnels. Les réseaux doivent donc, eux aussi, être résilients.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Dans le cadre de constructions neuves plusieurs dispositifs de surélévation du bâtiment peuvent être mis en œuvre :

- **Surélévation sur un remblais** : solution limitée aux bâtiments situés aux extrémités des zones inondables.
- **Création d'un vide sanitaire, d'un sous-sol ou d'un garage non enterré** : permet de rehausser le premier étage habitable.
- **Construction sur pilotis** : particulièrement indiquée lorsqu'un bâtiment se situe en région côtière ou zone fréquemment inondée.
- **Création de bâtiments flottants** : solution intéressante pour les biens situés dans des zones touchées par la montée des eaux ou des inondations fréquentes. Construits sur des flotteurs en béton, plastique, aluminium, etc., les bâtiments flottants s'élèvent et descendent pour s'adapter au niveau de l'eau.

Dans le cadre de constructions existantes, il est possible d'effectuer un **relèvement complet des seuils de portes**, c'est-à-dire un rehaussement de la hauteur des entrées de plusieurs décimètres. Ce relèvement est généralement envisagé lors de gros travaux de rénovation et concerne plutôt le bâti ancien car il nécessite une hauteur sous plafond importante.

Maison de la nature de Muttersholz en période de crue de l'Ill

Pilotis supportant le bâtiment en période de crue

FREINS ET LEVIERS

⊕ Selon le Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI), **surélever le bâtiment serait la stratégie la plus rentable**, notamment dans le cadre de bâtiment collectifs, lorsqu'un bien est soumis aux risques d'inondation ou de submersion marine, et ce même si les épisodes climatiques violents sont exceptionnels.

⊖ Cette observation est toutefois à nuancer car les **gains et coûts financiers de l'adaptation d'un bâtiment aux risques climatiques ne sont pas** à ce jour **portés par les mêmes acteurs** : les investissements sont souvent effectués par le propriétaire et les gains par l'assurance.

⊕ Surélever les bâtiments représente une **alternative au retrait des Hommes dans les zones touchées** par la montée des eaux et les inondations. Dans des zones particulièrement exposées, des quartiers entiers sont conçus afin de rester hors d'atteinte de l'eau, comme à Hambourg ou Amsterdam

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

COMMUNE DE MUTTERSHOLTZ

BÂTIMENT : MAISON DE LA NATURE
SUPERFICIE : 1600M², 1 ÉTAGE
USAGE : PUBLIC
COÛT : 65 000€ HT

Construite aux deux tiers sur pilotis, la Maison de la nature du Ried et de l'Alsace centrale, localisée sur la commune de Muttersholz en zone inondable, voit son terrain régulièrement inondé par le débordement de l'Ill qui passe à proximité, particulièrement en période hivernale. Les 15 pilotis en béton hydrofuge, ancrés dans des puits busés à 3m de profondeur, supportent la partie arrière du bâtiment qui demeure accessible même en cas de crues grâce à une surélévation des voies d'accès. La hauteur de la structure en sous-poutre a été dimensionnée à l'aide des cotes des plus hautes eaux renseignées par la police de l'eau (ici 167,44 m), en respectant une garde de 30 cm supplémentaires (pour laisser passer la végétation ou autres éléments emportés lors de la crue notamment). En créant l'équivalent d'une sixième façade exposée aux variations de températures extérieures, la construction sur pilotis nécessite une attention particulière à l'isolation du plancher. Le montant des travaux de gros œuvre pour la zone pilotis s'est élevé à 65 000 € HT (le coût d'un pilotis seul est d'environ 170 €), et permet aujourd'hui de protéger ce bâtiment et l'ensemble des zones alentours en favorisant la perméabilité du sol.

EN SAVOIR PLUS

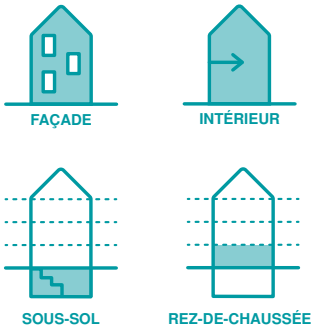
- Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (2009), Un logement « zéro dommage » face au risque inondation est-il possible ?
- Maison monde (consulté en 2020), Les maisons flottantes d'Ijburg à Amsterdam
- Ministère de la Sécurité publique du Nouveau-Brunswick (2019), Protection contre les inondations – Protégez votre maison et son contenu contre les inondations

UTILISER DES MATÉRIAUX RÉSISTANTS À L'EAU

ALÉA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

PARTIE DU BÂTIMENT

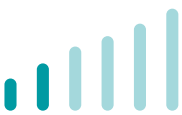


COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

Il n'est pas toujours possible de surélever le bâtiment afin de le maintenir hors d'atteinte de l'eau. Dans de nombreux cas, lors d'une inondation ou d'une submersion marine, l'eau entre en contact avec l'enveloppe extérieure et les espaces intérieurs du bâtiment. Afin de limiter les dégâts hydriques, il est alors recommandé d'utiliser des matériaux de revêtement résistants à l'eau. L'emploi de ces matériaux est possible en cas de construction neuve ou existante et s'inscrit dans le cadre des stratégies Résister et Céder.

IMPACTS

L'utilisation de matériaux résistants à l'eau permet de **limiter les dégâts causés par l'eau** et ainsi de réduire le coût et le délai nécessaires à la remise en fonctionnement d'un bâtiment. En effet, après une inondation, et notamment lorsque l'eau a réussi à pénétrer dans le bâti, il est souvent nécessaire d'effectuer d'importants travaux de rénovation au niveau des étages inférieurs et de remplacer les menuiseries, les revêtements de sol, les isolants ou le mobilier car ceux-ci sont trop endommagés.

L'utilisation de tels matériaux est particulièrement indiquée lorsque le bâtiment est susceptible d'être exposé à des crues d'une hauteur supérieure à 1 m et d'une durée de plus de 48 heures.

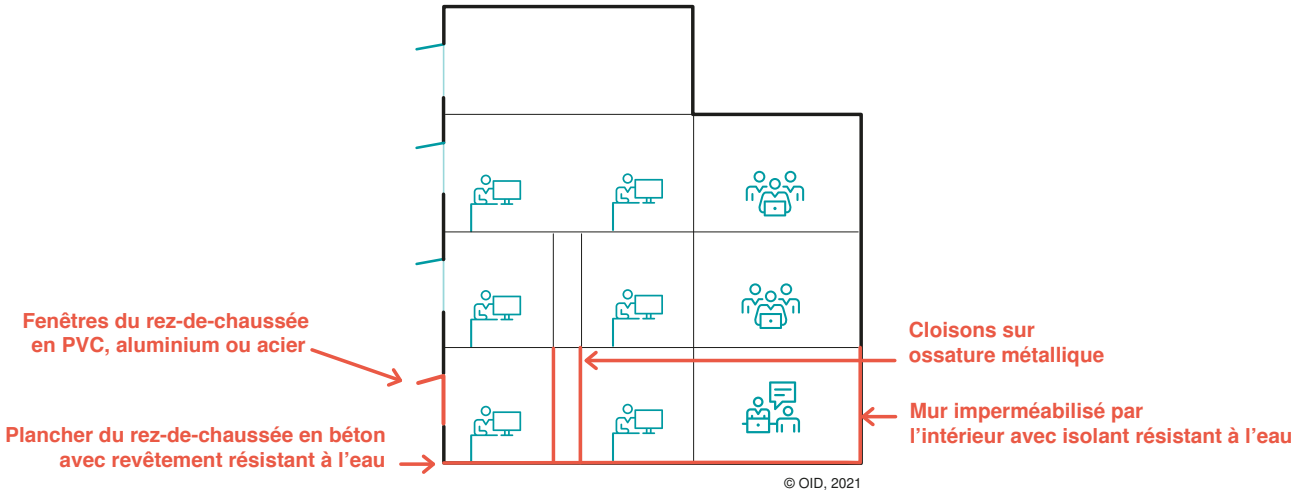
GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin de préserver les **espaces intérieurs** et particulièrement les étages inférieurs, il est recommandé de sélectionner des matériaux résistants à l'eau au niveau :

- **Des menuiseries intérieures** : privilégier les menuiseries en PVC, aluminium, acier pour les portes, portes-fenêtres et fenêtres ;
- **Des planchers** : favoriser les planchers en béton armé plutôt que les planchers vulnérables à l'eau (en bois par exemple) ;
- **Des revêtements de sol** : choisir un revêtement résistant à l'eau ou au contraire facilement décollable ;
- **Des cloisons** : éviter les cloisons alvéolées et les cloisons en bois et privilégier les cloisons sur ossatures métalliques ;
- **Des isolants thermiques et acoustiques** : utiliser des isolants résistants à l'eau, tel que le polystyrène expansé. Pour des questions de santé, il est cependant généralement recommandé de remplacer les isolants après une inondation.

Pour l'**enveloppe extérieure** du bâtiment, il est recommandé **d'imperméabiliser les murs** (par l'intérieur pour les parties hors sol et par l'extérieur pour les parties enterrées) à l'aide par exemple d'un enduit à base de plâtre ou de mortier hydrofuge, d'étanchéifier les canalisations et de choisir des matériaux résistants à l'eau pour les menuiseries extérieures.

MISE EN PLACE DE MATÉRIAUX RÉSISTANTS À L'EAU AU REZ-DE-CHAUSSÉE D'UN BÂTIMENT



© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

- L'utilisation de matériaux résistants à l'eau semble peu pertinente dans la cadre de bâtiments situés en bord de mer. En effet, bien qu'ils permettent de se prémunir des dégâts liés à l'eau, de tels matériaux ne permettent pas de lutter contre la salinité de l'eau de mer qui agit comme un corrosif sur le bâtiment. Tout revêtement touché par le sel doit ainsi être quasi-systématiquement remplacé.
- Malgré l'emploi de matériaux résistants à l'eau, d'importants dégâts sont à craindre en cas de pénétration de l'eau dans le bâtiment. Ainsi, si cela est possible, il faut privilégier une **stratégie d'évitement de l'eau par surélévation** ou la mise en place de **dispositifs anti-eau** qui empêchent la pénétration de l'eau dans le bâti.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (2010), Le bâtiment face à l'inondation : Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité
- Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (2009), Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible ?
- Ministère de la Transition Ecologique (2012), Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant

VÉGÉTALISER LA FAÇADE

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

INONDATION

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

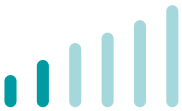
FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible moyen élévé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS


faible

Depuis plusieurs années, la pratique de végétalisation des façades se développe et suscite l'intérêt de plus en plus d'acteurs. Cette stratégie fait partie des Solutions d'Adaptation Fondées sur la Nature (SAFN), et présente un réel intérêt pour le bâtiment. Elle consiste à mettre en place des plantes grimpantes sur une façade ou bien à intégrer des végétaux directement dans la paroi dans le cadre d'un mur végétalisé.

IMPACTS

Végétaliser la façade permet **d'améliorer le confort thermique** des occupants du bâtiment, et particulièrement le confort d'été en venant ajouter une épaisseur supplémentaire entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur, et protéger les murs exposés aux radiations solaires dont la température peut parfois dépasser les 60° en été. 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 (Malys et al. 2013).

En **protégeant la façade des variations de température, des vents violents, des précipitations** etc., la végétation peut permettre (selon le type de végétation utilisé) d'améliorer la résilience du bâti (limitation de craquelures, protection contre les infiltrations etc.) sur certains matériaux. En outre, la façade végétalisée va avoir des impacts sur **l'amélioration de la qualité de l'air et du confort acoustique** ainsi que sur **l'esthétique** du bâtiment. De nombreux travaux ont montré les liens entre le **bien-être des occupants** et la présence de flore sur les bâtiments.

GUIDE DE MISE EN PLACE

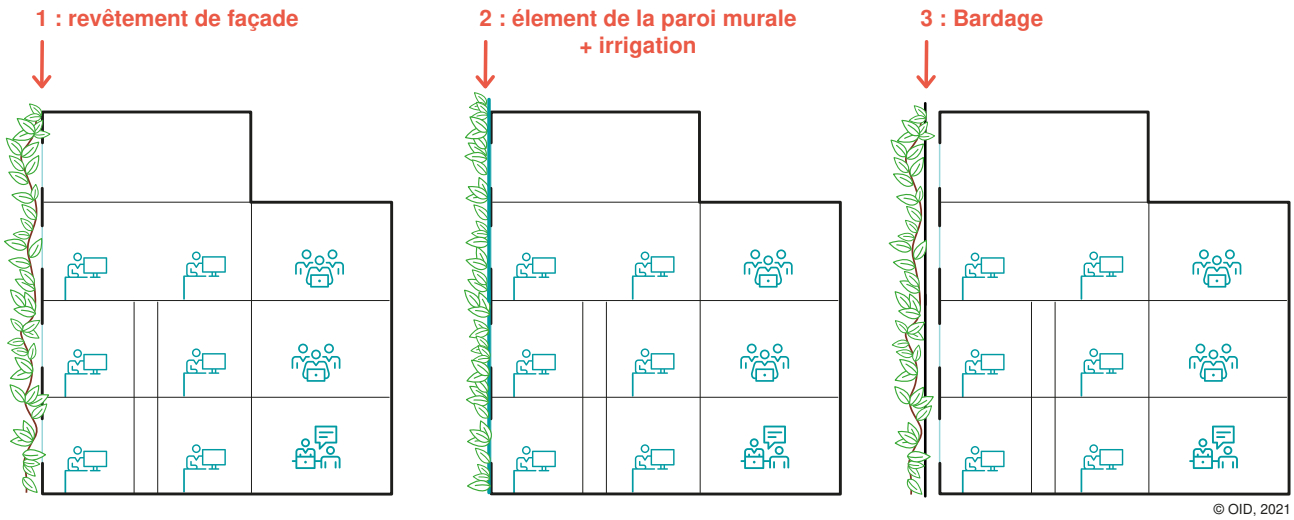
Il existe deux stratégies de végétalisation de la façade. La **façade végétalisée** consiste à faire grimper des plantes spécialisées sur la façade (1), tandis que le **mur végétalisé**, qui intègre des plantes directement dans la paroi, nécessite une installation plus complexe ainsi qu'un système d'irrigation (2). La deuxième démarche, plus coûteuse et consommatrice en eau, répond moins aux principes de l'adaptation, notamment en ce qui concerne la sobriété, et n'est pas abordée dans cette fiche.

Pour végétaliser la façade, un **bardage à base de poutres ou de câbles** peut être installé selon la capacité de portance de la structure, afin de dédoubler la façade originelle et permettre à la végétation de s'y installer sans compromettre la solidité du bâtiment, à l'image d'un mur trombe (3).

Il est préférable que la façade soit colonisée par des **plantes grimpantes d'origine régionale**, adaptées aux conditions climatiques et l'écosystème local, et peu gourmandes en eau. Les plantes peuvent être plantées directement en **pleine terre**, favorisant la perméabilité des sols, ou dans des pots, balconnières ou jardinières sur le bâtiment. L'exposition du mur, sa hauteur et le climat local doivent également être pris en compte, tout comme la hauteur attendue (plus de détails ici).

Voici certaines plantes fréquemment utilisées en France : Lierres, clématites, vigne vierge, jasmin étoilé, chèvrefeuille, rosiers grimpants etc.

TYPES DE VÉGÉTALISATION DE FAÇADE



© OID, 2021

Enfin, il est nécessaire de prévoir des **opérations d'élagage une à deux fois par an** pour garantir le dégagement des accès et fenêtres (de préférence en dehors des périodes de nidification et de froid hivernal pour préserver la faune qui s'en sert comme refuge).

FREINS ET LEVIERS

- La végétalisation de la façade peut parfois rencontrer des réticences de la part des occupants, notamment par rapport à la **crainte d'une abondance d'insectes ou de risques d'allergies**. Le choix d'une essence appropriée ainsi qu'une bonne communication doivent permettre de faciliter l'acceptabilité de la solution.
- Enfin, les stratégies de végétalisation et la pleine terre permettent de créer un **support à la biodiversité locale**, et d'intégrer le bâtiment aux continuités écologiques urbaines. Les risques de collision des oiseaux avec les surfaces réfléchissantes sont également diminués par ce dispositif.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Mairie de Paris (2021), Créer un mur végétalisé de plantes grimpantes.
- Malys et al. (2013), A hydrothermal model to assess the impact of green walls on urban microclimate and building energy consumption.
- Nature4Cities (2020), Mur végétal à plantes grimpantes.
- Redon (2017), Modélisation de la végétation urbaine comme régulateur thermique.
- Strasbourg Eurométropole (2017), Guide de végétalisation – Façades.

FAVORISER LA CIRCULATION DE L'AIR

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION TERRITOIRE

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

Au sein des villes, la chaleur produite de manière naturelle (rayon du soleil) et anthropique (transports, industries, etc.) tend à se retrouver piégée proche du sol car la circulation de l'air est entravée par les bâtiments et infrastructures urbaines. L'espace urbain doit être conçu afin d'éviter les rues étroites et bordées de larges et grands immeubles, qui ne permettent pas à l'air chaud et pollué de s'échapper. Ce phénomène, appelé « effet de canyon urbain » participe à l'intensification des îlots de chaleur urbains (température plus élevée dans les milieux urbains que dans les zones rurales environnantes).

IMPACTS

Alors que la température moyenne en France ne cesse d'augmenter et que les vagues de chaleur s'intensifient et se multiplient, favoriser la circulation de l'air en ville permet de **lutter contre les îlots de chaleur** et ainsi de préserver l'accessibilité et l'attractivité des espaces urbains et des bâtiments. Les espaces offrant un confort thermique extérieur satisfaisant pourraient ainsi devenir de plus en plus convoités.

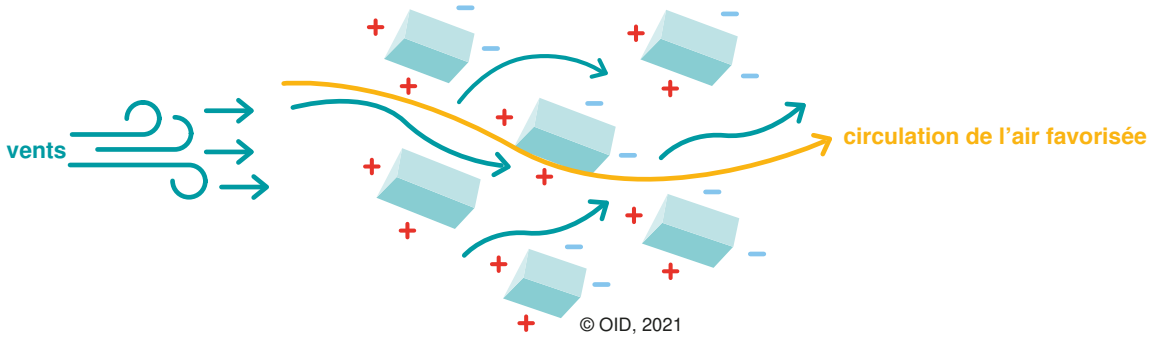
Eviter les rues canyons permet également **d'améliorer la qualité de l'air** car du fait du mouvement circulaire des masses d'air dans les rues canyon, la pollution émise par les véhicules se retrouve également piégée près du sol.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin de faciliter la circulation de l'air, il est important lors des phases d'aménagement :

- De **connaître les données climatiques** de son territoire et de se renseigner sur les vents locaux : ces informations sont notamment disponibles auprès de Météo France sur demande ;
- De **mener une étude aéraulique** (une étude sur la circulation des flux d'air) à l'échelle de la ville afin d'identifier les zones d'inconfort thermique et d'apporter des solutions correctives et de l'intégrer lors de la phase de conception de tout projet d'aménagement urbain ;
- D'encourager l'utilisation de **schémas de quartiers en quinconce** et de positionner les bâtiments en diagonal par rapport à la direction des vents dominants afin d'assurer une bonne ventilation extérieure et d'aider les systèmes de ventilation naturelle des bâtiments ;
- De **prévoir de l'espace entre les bâtiments** pour rendre les rues plus « poreuses ».

ILLUSTRATION D'UNE CONCEPTION EN QUINCONCE D'UN QUARTIER



FREINS ET LEVIERS

⊖ Si elle est efficace, cette mesure adaptative ne peut être mise en place dans toutes les situations car elle requiert de **gros travaux d'aménagement**. Ainsi, les espaces qui sont déjà fortement urbanisés ont souvent une moindre marge de manœuvre pour garantir une bonne circulation de l'air.

⊕ Si cette action relève principalement de l'aménagement du territoire, les acteurs de l'immobilier peuvent également intégrer ces enjeux lors de la conception des bâtiments.

⊖ Il est important de relever que l'étude aérologique **peut impacter les stratégies de végétalisation**. En effet, la circulation d'air peut parfois pâtir de la présence d'arbres qui peuvent freiner certains courants et la dispersion des polluants atmosphériques si la disposition n'a pas été réfléchie. La stratégie de rafraîchissement doit prendre en compte les nécessités d'aération, d'ombrage, d'évapotranspiration, etc. Le choix de l'essence est donc essentiel et certains types de végétalisation, telles que la végétation spontanée ou de façade peuvent parfois être favorisées.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France (2010), Les îlots de chaleur urbains – Répertoire de fiches connaissances
- Agence de la Transition écologique (2012), Guide de recommandation pour lutter contre l'effet îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales
- XPair (2014), Ilot de chaleur urbain : conséquences sur les bâtiments

INSTALLER DES DISPOSITIFS DE PROTECTION SOLAIRE

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

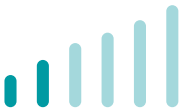
FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

S'il peut constituer un atout dans le cadre du chauffage passif en hiver, le rayonnement solaire est considéré comme une incommodité majeure durant l'été. En effet, en rayonnant sur les parois vitrées et opaques du bâtiment, le soleil réchauffe l'intérieur du bâtiment et détériore le confort thermique de ses occupants en période estivale. L'installation judicieuse de dispositifs de protection solaire permet de protéger l'enveloppe du bâtiment en été, tout en conservant les avantages du rayonnement en hiver. Les dispositifs de protection solaire peuvent être fixes ou amovibles.

IMPACTS

Les dispositifs de protection solaire permettent de bloquer les apports solaires directs, notamment au niveau des parois vitrées qui constituent des faiblesses thermiques du bâtiment, et ainsi de préserver le confort thermique des occupants en été.

Par des systèmes ingénieux d'orientation des dispositifs qui prennent en compte la course du soleil différenciée en été et en hiver (le soleil est plus haut et orienté plus au nord en été), les équipements de protection solaire peuvent également permettre de maximiser le chauffage passif d'hiver en laissant pénétrer les rayons solaires hivernaux.

S'il est possible de mettre en place des protections solaires intérieures (stores ou rideaux), il est vivement recommandé de privilégier les protections solaires extérieures, beaucoup plus efficaces.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Divers dispositifs de protection solaire extérieurs fixes peuvent être mis en place, tels que les auvents (a), les brise-soleils (b), les persiennes (c), ou encore les débords de toits ou balcons en étage supérieur (d).

Il est également possible d'installer des **dispositifs de protection solaire extérieurs amovibles** tels que des pare-soleil horizontaux, des volets et des stores extérieurs.

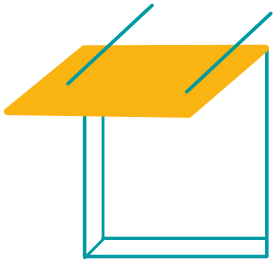
Il est conseillé de privilégier les dispositifs qui permettent à la fois de **bloquer le rayonnement solaire d'été et de laisser pénétrer celui d'hiver** : brise soleils verticaux, dispositifs amovibles et dispositifs fixes bien dimensionnés (pour ne pas bloquer le rayonnement solaire hivernal).

Lors du choix des dispositifs de protection solaire, il est important de prendre en compte les perturbations atmosphériques (vent, pluie) et les comportements des usagers du bâtiment et de la rue. Par exemple, on évitera de sélectionner des dispositifs fragiles, tels que les toiles, si le bâtiment est exposé à des vents forts ou soumis au vandalisme.

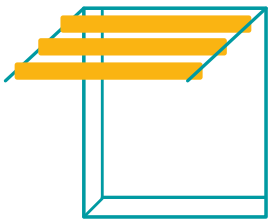
Si des protections solaires intérieures, telles que des toiles opaques ou des stores, sont mises en place, il faudra veiller à ce que celles-ci soient claires et couvrent toute la surface des fenêtres.

PRINCIPAUX DISPOSITIFS DE PROTECTION SOLAIRE EXTÉRIEURS

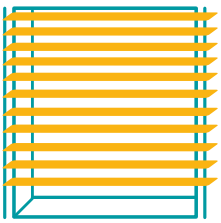
Auvents (a) : Protection horizontale opaque, intégrée à la structure du bâtiment



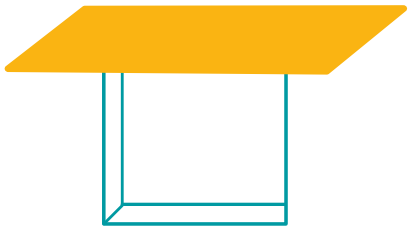
Brise soleil (b) : composé de lames (horizontales ou verticales) disposées sur un châssis



Persiennes (c) : composées de lamelles inclinées disposées sur la façade



Débords de toits et balcons à l'étage (d) : permet de protéger les fenêtres ainsi qu'une partie des murs des rayons du soleil



© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

- La mise en place de dispositifs de protection solaire doit idéalement s'inscrire dans une **stratégie de réduction des besoins en refroidissement** du bâtiment qui passe par l'amélioration de la protection du bâtiment face au rayonnement solaire (meilleure isolation des parois opaques et vitrées, choix de revêtements extérieurs à fort albédo, etc…).
- Enfin, on veillera à sélectionner et placer les dispositifs de protection solaire afin qu'ils laissent tout de même **pénétrer la lumière du jour dans le bâtiment**. Il s'agit de préserver le confort et le bien être des occupants du bâtiment et ne pas entraîner une augmentation de la consommation énergétique due à l'utilisation plus fréquente de l'éclairage.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence de la Transition écologique (2012), Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales
- Energie+ (2007), Choisir entre une protection intérieure ou extérieure
- Institut national de Santé Publique Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains

LIMITER ET ADAPTER LES PAROIS VITRÉES

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT

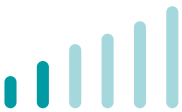
FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

Parce qu'elles constituent le point faible de l'isolation thermique d'un bâtiment en été comme en hiver, les parois vitrées doivent faire l'objet d'une attention particulière. Leur faible isolation permet à la fois à la chaleur de pénétrer dans le bâtiment en été et de s'en échapper en hiver. La transparence du vitrage est considérée comme une incommodité majeure durant l'été, car en laissant passer les rayons du soleil, les surfaces vitrées participent grandement au réchauffement de l'intérieur du bâtiment.

IMPACTS

Limiter, bien orienter et adapter les parois vitrées permet de réduire la pénétration de la chaleur et du rayonnement solaire dans le bâtiment et ainsi de préserver le confort thermique d'été des occupants. En effet, les surfaces vitrées seraient responsables des 2/3 des apports de chaleur en été.

Mieux penser les surfaces vitrées permet de diminuer le recours à des systèmes de refroidissement, telle que la climatisation, et ainsi de réduire l'impact environnemental du bâtiment. Les économies d'énergie réalisées doivent également permettre d'alléger la facture énergétique du bâtiment.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin d'améliorer les conditions de confort thermique des bâtiments, il est essentiel :

- De **limiter les surfaces vitrées**, notamment sur les façades est et ouest qui sont les plus exposées en été, et de positionner les ouvertures de façon à minimiser les apports solaires d'été et à maximiser ceux d'hivers (façade sud). Cette mesure ne peut être mise en place que dans le cadre de constructions neuves ou de rénovations conséquentes.
- De **bien isoler les parois vitrées** en employant du double ou triple vitrage qui permet de minimiser les échanges de chaleur par conduction et convection.

Il est également possible d'avoir recours à du vitrage qui réduit l'apport solaire tels que le vitrage à faible gain solaire (qui limite les rayons du soleil en été comme en hiver) ou le verre intelligent qui s'assombrit et s'éclaircit afin de contrôler la pénétration du rayonnement solaire (par exemple : le vitrage thermochromique qui réagit aux changements de température, le vitrage électrochrome qui change de couleur sur commande de manière manuelle ou automatisée ou le vitrage photochrome qui s'adapte aux changements d'intensité lumineuse).

Exemples de bâtiments comprenant trop de surface vitrée (Paris, France)

FREINS ET LEVIERS

⊕ Si le rayonnement solaire constitue une incommodité majeure en été, il est d'une grande aide pour le chauffage passif d'hiver. C'est pourquoi il est conseillé de privilégier les solutions modulables de limitation des apports solaires tels que des **dispositifs de protection solaire** extérieurs bien dimensionnés ou le vitrage intelligent.

⊖ Les parois transparentes ou réfléchissantes représentent un danger pour les oiseaux qui ne les voient pas et se blessent en venant percuter le bâtiment. Afin d'éviter les collisions, un marquage à fort contraste ou un masque floutant peuvent être mis en place sur les surfaces vitrées.

⊕ Lors du choix du vitrage, d'autres facteurs tels que l'isolation sonore, **l'apport de lumière naturelle** pour assurer le bien-être des occupants ou la possibilité de créer un courant d'air dans le cadre d'une **ventilation naturelle** doivent également être pris en compte.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies (ARENE) Île-de-France et Institut pour la Conception Écoresponsable du Bâti (ICEB), (2014), Guide bio-tech : confort d'été passif

- Institut national de Santé Publique Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains

RAFRAÎCHIR LES ESPACES INTÉRIEURS PAR LE SOL

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT

INTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen **élevé**

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

Face à l'augmentation de la température et à l'intensification et la multiplication des vagues de chaleur, la géothermie de surface constitue une solution de rafraîchissement passive du bâtiment. A partir d'une dizaine de mètres de profondeur, la température du sol se stabilise à l'année à environ 15°C. La géothermie consiste à se servir du sol comme source de fraîcheur (en été) ou de chaleur (en hiver) et s'inscrit donc dans une dynamique d'exploitation des avantages du territoire. Cette méthode peut être mise en place dans tous types de bâtiments.

IMPACTS

La géothermie de surface permet de **rafraîchir les espaces intérieurs** du bâtiment et ainsi de préserver le confort thermique des occupants du bâti en période estivale. La mise en place d'un système de géothermie peut donner lieu à **d'importantes économies d'énergie** (de l'ordre de 75 à 83% avec une pompe à chaleur individuelle en France métropolitaine), permettant d'alléger la facture énergétique du bâtiment et de réduire l'impact environnemental des équipements, notamment du fait de l'absence de transport.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Il existe de nombreux systèmes de géothermie, verticaux ou horizontaux, à air ou hydrauliques. Le choix du dispositif à mettre en place se fera notamment en fonction des caractéristiques du bâtiment (surface, occupation, etc.) et du terrain, de l'espace disponible et du budget alloué.

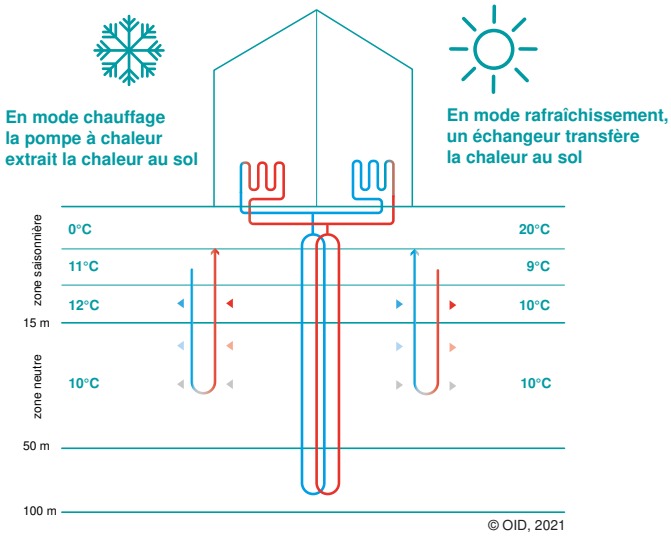
Deux systèmes de géothermie, qualifiés de « passifs » se distinguent car ils consomment peu ou pas d'énergie :

- **Le géocooling** consiste à utiliser la différence de température entre le sol et l'intérieur du bâtiment afin de rafraîchir, sans extraction active, grâce à un échangeur thermique. Il peut être mis en place indépendamment d'autres systèmes de géothermie (le géocooling est alors un dispositif à part entière) ou utilisé avec d'autres dispositifs de géothermie en contournant la pompe à chaleur. Un principe similaire est utilisé dans le cadre des systèmes de « free-cooling » mis en place dans les réseaux de froid collectifs qui permettent d'exploiter la fraîcheur d'une ressource en eau afin de refroidir les bâtiments.

- Le **puit provençal** consiste à faire circuler l'air neuf capté à l'extérieur dans un conduit enterré avant de l'insuffler dans le bâtiment. Il s'agit surtout d'une méthode de pré-refroidissement ou de préchauffage. Pour plus d'efficacité il peut être associé à une VMC simple ou double flux.

Les étapes de conception et d'installation des systèmes de géothermie sont extrêmement importantes. En effet, aucune erreur ne doit être commise car une fois le dispositif mis en place, il est très souvent difficile et coûteux d'intervenir au niveau des parties enterrées.

SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE GÉOTHERMIE EN PÉRIODE HIVERNALE ET ESTIVALE



Source : Ma solution chauffage (2020)

Parking de la Caf du Loiret situé au-dessus des sondes géothermiques verticales

FREINS ET LEVIERS

- L'utilisation de la géothermie en **milieu urbain peut s'avérer difficile** car elle nécessite très souvent une emprise foncière libre. La mise à profit des **espaces collectifs**, tels que les parcs ou les espaces de stationnement par les acteurs publics pour faire de la géothermie grâce à un système de « boucle d'eau tempérée » peut cependant constituer une solution intéressante et innovante.
- En construction, le dispositif **peut être mis en place sous le bâtiment**, et ne nécessitera pas dès lors d'emprise foncière supplémentaire.
- Bien que le coût d'installation d'un système de géothermie soit important, les particuliers, les collectivités et les entreprises peuvent **bénéficier d'aides financières** à la mise en place de solutions de géothermie, tels que le Fonds Chaleur de l'Ademe ou MaPrimeRénov'.
- Les **conséquences sur la biodiversité** sont encore mal évaluées : émissions de polluants toxiques, perturbation de l'écosystème du sol, etc.
- La géothermie ne permet pas toujours de répondre à l'entièreté des besoins énergétiques des occupants du bâtiment (notamment en période hivernale). Elle **peut être utilisée en solution de base et complétée par d'autres dispositifs** ponctuels en cas de pic de température.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

CAF DU LOIRET

BÂTIMENT : CAF DU LOIRET, ORLÉANS
SUPERFICIE : 12 000M²
USAGE : TERTIAIRE
COÛT : 150 000 – 180 000 €

Du fait de la proximité avec la Loire, le bâtiment de la CAF du Loiret a pu mettre en place un système de géothermie par sonde verticale. Les travaux ont eu lieu à l'occasion du renouvellement des centrales de traitement d'air qui étaient vieillissantes. Ce dispositif devait répondre aux besoins en froid des 290 occupants du bâtiment de 12 000 m² et de 4 étages et diminuer la consommation énergétique des équipements de chauffage. Situé sous le parking adjacent au bâtiment, le système de géothermie a été inauguré en août 2019. Le dispositif apporte un haut niveau de satisfaction : baisse de température de 6 à 7°C par rapport à l'extérieur en été et réduction des consommations énergétiques d'environ 25%. La géothermie couvre 100% des besoins en froid (géocooling) et 15-20% des besoins en chaud du bâtiment (le reste étant fourni par l'ancien système de pompes à chaleur au gaz). Malgré un coût d'installation assez élevé, la Caf a pu bénéficier d'une aide financière de l'Ademe (Fond Chaleur) et l'installation devrait être rentabilisée en une dizaine d'années.

EN SAVOIR PLUS

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) (2017), Chauffer et rafraîchir avec une énergie renouvelable
- Association française des professionnels de la géothermie, Le Geocooling
- Guide bâtiment durable Brussels (2016), Dispositif : le puit canadien

RAFRAÎCHIR LES ESPACES INTÉRIEURS PAR MÉTHODES ADIABATIQUES

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

INTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Face à l'augmentation de la température et à la multiplication des vagues de chaleur, le refroidissement adiabatique représente une solution de rafraîchissement durable. Le principe de ce système est simple : il s'agit de pulvériser de l'eau sur l'air chaud, qui, en faisant évaporer l'eau, perd des calories et se refroidit. Le refroidissement adiabatique est une stratégie de refroidissement à faible consommation qui peut être mise en œuvre dans le cadre du bâti neuf et existant.

IMPACTS

Le refroidissement adiabatique permet **d'abaisser la température de plusieurs degrés** : d'une température de départ de 32°C avec 30 % d'humidité, on passe à 25°C en augmentant l'humidité à 60%.

Son intérêt est pourtant limité aux pays confrontés à des périodes de chaleur sèche, ponctuelles ou continues, car plus le taux d'humidité de l'air est bas, plus celui-ci est capable d'absorber de l'eau et donc de se rafraîchir.

L'impact de ce dispositif est double puisqu'il s'inscrit à la fois dans une stratégie d'adaptation et d'atténuation du changement climatique : le refroidissement adiabatique **consomme jusqu'à 10 fois moins d'énergie que la climatisation** et ne rejette pas de chaleur à l'extérieur.

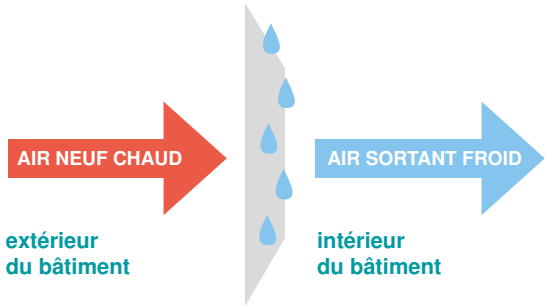
GUIDE DE MISE EN PLACE (MAX 150 MOTS, 15 LIGNES)

Il existe deux systèmes de refroidissement adiabatique :

- Le **refroidissement adiabatique direct**, dans lequel l'air neuf est rafraîchi directement par humidification. Ce système est réservé aux grands espaces avec un faible taux d'occupation humaine (par ex : usines ou grandes surfaces) car l'air insufflé est très humide.

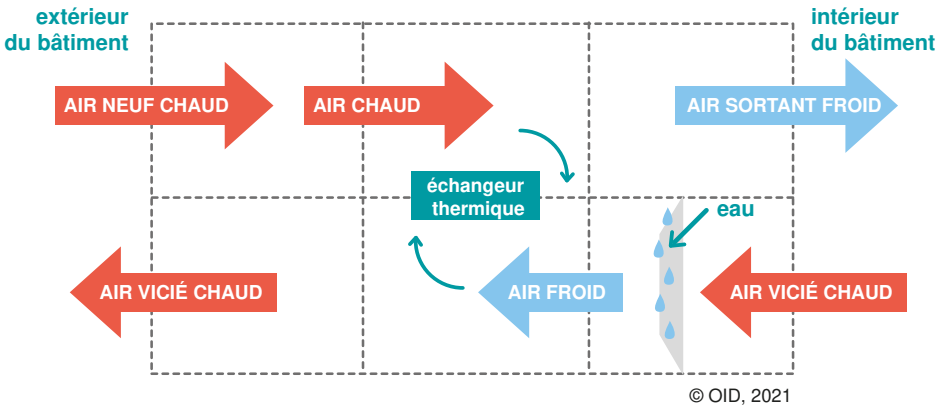
- Le **refroidissement adiabatique indirect**, dans lequel l'air neuf se rafraîchi en réchauffant l'air vicié qui est humidifié. Ce système permet un meilleur contrôle de l'humidité des locaux et peut être utilisé dans des espaces à haut taux d'occupation.

SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU REFROIDISSEMENT DIRECT



© OID, 2021

SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU REFROIDISSEMENT INDIRECT



© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

- La mise en place d'un système de refroidissement adiabatique peut entraîner une **augmentation de la consommation d'eau** qui doit être anticipée. Pour limiter cette augmentation et améliorer la résilience du bâtiment, le refroidissement adiabatique peut être pourvu d'une fonctionnalité intégrée de réutilisation de l'eau ou couplé à un dispositif de récupération des eaux de pluie.
- L'eau utilisée pour le refroidissement adiabatique doit dans certain cas (utilisation d'eau dure ou d'eau de pluie) être prétraitée avant de pénétrer dans le système de refroidissement. Ce **prétraitement de l'eau peut être coûteux**, et doit être pris en compte lorsque le dispositif est envisagé.
- Contrairement aux dispositifs de ventilation naturelle, qui supposent un agencement architectural particulier, le refroidissement passif **peut être mis en œuvre dans presque tous les bâtiments**. Ce dispositif est intéressant à la fois pour le bâti tertiaire et le logement, à condition de sélectionner des appareils adaptés.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence Parisienne du Climat (APC) (2020), Le rafraîchissement adiabatique : alternative naturelle à la climatisation
- Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies (ARENE) Île-de-France et Institut pour la Conception Écoresponsable du Bâti (ICEB) (2014), Guide bio-tech : confort d'été passif
- Guide bâtiment durable Brussels (2016), Dispositif : refroidissement adiabatique

RAFRAÎCHIR LES ESPACES INTÉRIEURS PAR VENTILATION

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

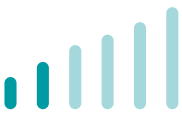
INTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

Alors que le confort thermique intérieur des usagers est de plus en plus menacé par le changement climatique, et notamment par la hausse des températures et les vagues de chaleur, les systèmes de refroidissement par ventilation permettent, par un dispositif naturel ou mécanique, de rafraîchir les espaces intérieurs du bâtiment grâce à un renouvellement de l'air de manière « passive », ou avec une faible consommation d'énergie. Elle s'appuie sur le principe du « free-cooling », qui consiste à profiter de la différence de température entre l'air extérieur (plus frais) et l'air intérieur pour assurer le rafraîchissement, particulièrement en période nocturne.

IMPACTS

Le rafraîchissement par ventilation permet de **conserver le confort thermique** des occupants du bâtiment avec une **consommation énergétique nulle ou faible**. Le rafraîchissement par ventilation permet également d'améliorer la qualité de l'air et de préserver le bâti contre les dégâts liés à l'humidité, grâce à un taux de renouvellement de l'air élevé.

Attention cependant, pour être pleinement efficaces, les systèmes de refroidissement par ventilation doivent être **associés à une stratégie de limitation de la pénétration de la chaleur** dans le bâtiment à l'aide de dispositifs de protection solaire, d'une bonne isolation des parois opaques et vitrées et de revêtements de murs et de toiture à fort albédo.

GUIDE DE MISE EN PLACE

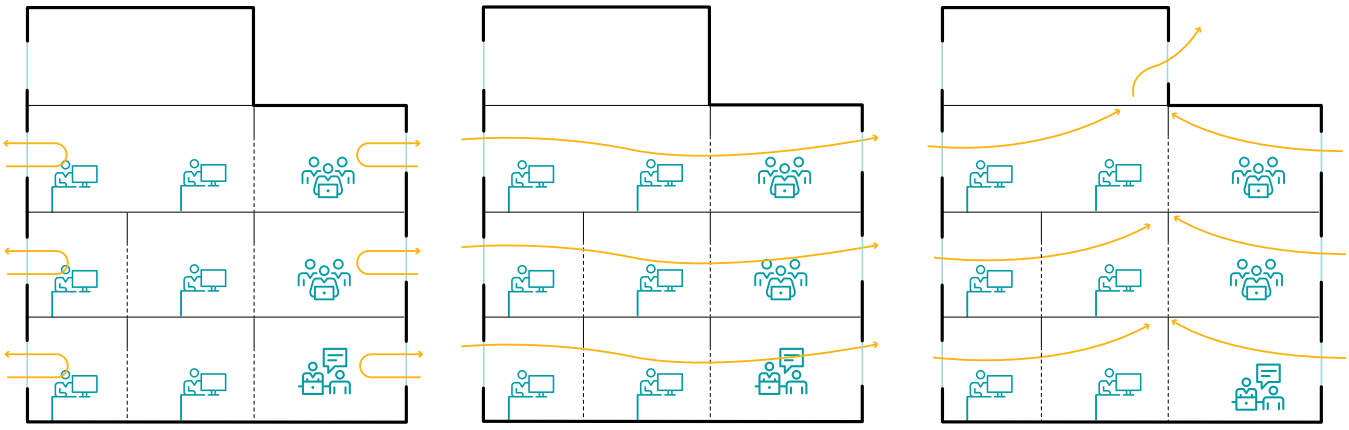
Il existe trois principales méthodes de rafraîchissement par ventilation :

- **Ventilation naturelle** : il s'agit de refroidir les espaces intérieurs du bâtiment sans intervention d'appareils mécaniques et donc sans consommation d'énergie (système de refroidissement passif). Par ordre croissant d'efficacité, cette ventilation peut être unilatérale (a) (l'air rentre et sort par le même côté), transversale (b) (le flux d'air traverse le bâtiment) ou verticale (c) (l'air rentre au niveau des espace inférieurs puis remonte pour s'échapper du bâtiment par le haut). Cette dernière méthode peut permettre de développer les pratiques architecturales innovantes, en reproduisant notamment le fonctionnement des termitières.

- **Ventilation hybride** : le fonctionnement est similaire à un système de ventilation naturelle mais bénéficie d'une assistance mécanique à certains endroits pour assurer des débits minimums.

- **Ventilation mécanique** : il s'agit de créer des mouvements d'air grâce à des ventilateurs. La ventilation mécanique peut être à simple flux, à double flux, par insufflation ou répartie.

ILLUSTRATION DES TROIS SYSTÈMES DE VENTILATION NATURELLE



ventilation unilatérale | ventilation transversale | ventilation verticale

© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

⊕ Parce qu'il joue sur la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur, le rafraîchissement par ventilation possède un **potentiel de refroidissement limité en mi-saison et en période estivale** (la journée). Cette stratégie est donc souvent **mise en œuvre durant la nuit**.

⊖ Si elle permet les plus importantes économies d'énergie, la ventilation naturelle est difficile à mettre en place dans le cadre du bâtiment existant de grande dimension car elle **requiert un agencement architectural particulier**. Pour le bâtiment de petite taille, on pourra profiter du free-cooling en ouvrant simplement une fenêtre ou une porte en fin ou début de journée.

⊕ La mise en place de dispositifs de ventilation dans des bâtiments tertiaires doit se faire dans le **respect des exigences** contenues dans le Règlement Sanitaire Départemental qui s'applique et dans le Code du Travail, pour les lieux de travail.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

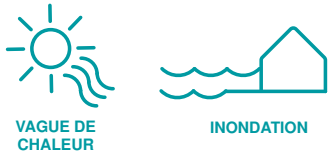
Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies (ARENE) Île-de-France et Institut pour la Conception Écoresponsable du Bâti (ICEB), (2014), Guide bio-tech : ventilation naturelle et mécanique
- Guide bâtiment durable Brussels (2016), Dispositif : free-cooling
- Institut national de Santé Publique Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains

ADAPTER LA VÉGÉTATION AU CLIMAT

ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

PARTIE DU BÂTIMENT

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Alors que diverses solutions d'adaptation au changement climatique pour les bâtiments s'appuient sur les solutions de végétalisation, il est indispensable d'apporter une attention particulière à la composition de la palette végétale. En effet, les caractéristiques physiques locales, telles que l'exposition, la composition du sol, l'intensité des courants d'air dominants, vont venir influencer le type de végétation qui doit être mis sur site. Compte tenu de la longévité de certaines plantes (arbres, vivaces, etc.), il est également important de tenir compte des évolutions climatiques à venir pour la deuxième moitié du XXIe lors du choix de la palette végétale, afin d'assurer leur survie et efficacité sur le long terme.

IMPACTS

Le succès d'une opération de végétalisation est conditionné par le **choix de la palette végétale**. Une mauvaise connaissance des enjeux de la végétalisation peut aboutir à une surmortalité des plantes ou à l'incapacité à profiter des services écosystémiques attendus (exemple : surconsommation en eau de murs végétalisés avec des plantes exotiques). En tenant compte des conditions locales (sol, climat, disponibilité en eau, etc.), la **durée de vie de la végétation sera allongée, et son développement favorisé**, en hauteur comme en épaisseur. Le changement climatique va renforcer les pressions sur la végétation, notamment du fait de l'augmentation de la fréquence et intensité des évènements climatiques extrêmes ainsi que de **l'arrivée de nouvelles espèces végétales** potentiellement envahissantes… Pour assurer les fonctions attendues d'une stratégie de végétalisation sur la durée, ces évolutions doivent être prises en compte dès aujourd'hui.

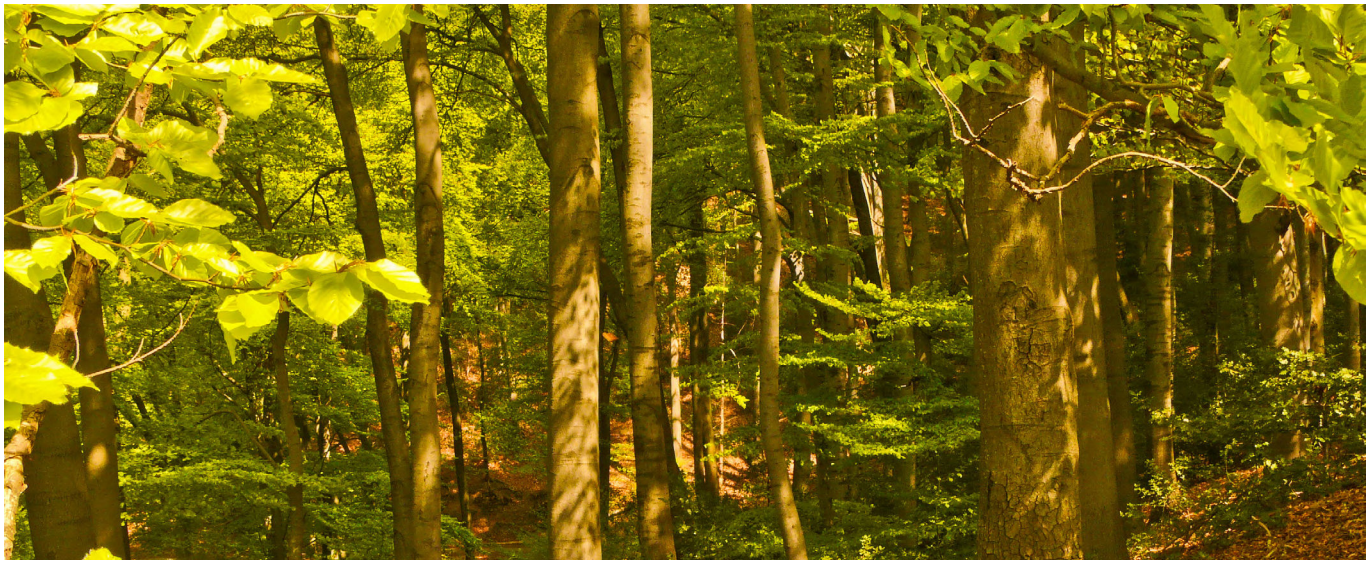
GUIDE DE MISE EN PLACE

Il est conseillé de choisir les essences composant un projet de végétalisation en fonction des paramètres suivants :

- **Le micro-climat local** : températures ambiantes et extrêmes potentielles, pressions atmosphériques, précipitations, ensoleillement (luminosité et ombre, présence de surfaces réfléchissantes et façades vitrées), humidité, vitesse du vent. Ces caractéristiques varient notamment en fonction de la topographie naturelle ou anthropique (exemple : présence de montagnes ou de bâtiments).
- **Les caractéristiques du sol et du substrat** : degré de compaction, pH, humidité, pollutions, etc.
- **L'évolution des aléas climatiques** : le changement climatique va augmenter la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur, sécheresses, inondations, vents violents…

Par ailleurs, certaines essences, notamment méditerranéennes, si elles ne sont pas envahissantes, peuvent parfois présenter une meilleure capacité d'adaptation que les essences locales face aux vagues de chaleur et sécheresses. Dans le cadre de la lutte contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain, un **arbitrage doit être effectué entre les essences consommatrices en eau**, qui permettent une plus grande éva-

Les hêtraies, répandues dans la moitié nord du territoire, sont particulièrement vulnérables aux variations climatiques ainsi qu'à la prolifération de certains parasites. © Okologix



potranspiration et donc un meilleur rafraîchissement, **et les espèces moins consommatrices en eau**, plus résiliente mais témoignant parfois de capacités rafraîchissantes moindres. La couverture du sol par des plantes vivaces ou des arbustes limite le développement des graminées et autres adventices. Ces derniers développent à la surface du sol un chevelu racinaire très dense (feutrage) qui empêche l'infiltration de l'eau vers la couche inférieure du sol où se trouvent les racines des arbres. D'une manière générale, une **densité importante des plantations** permet de favoriser la résilience de la végétation, et potentialise le pouvoir rafraîchissant des végétaux.

Face à la multiplication des espèces invasives et des parasites, il est indispensable de maintenir une certaine **diversité de la palette végétale** pour maintenir un degré de résilience important : aucune essence ne doit représenter plus de 5 à 10% de l'ensemble (à l'échelle du quartier ou de la ville).

FREINS ET LEVIERS

- ⊖ Il est **difficile d'évaluer de manière précise les retours positifs** d'une stratégie de végétalisation. Ils ne sont pas immédiats, et les évolutions et aléas climatiques, les usages, etc. peuvent avoir un impact considérable sur la survie de la végétation locale.
- ⊕ Il est recommandé de se **référer à des guides** (voir l'étude Sesame développée par la ville de Metz, ou encore l'étude « Arbre et climat » en cours de réalisation par la Ville de Paris) et **de solliciter l'aide d'organismes locaux** (Agences régionales de biodiversité), d'associations naturalistes, ou encore de certaines collectivités.
- ⊖ Le choix de préférer des essences non locales pour **anticiper les effets du changement climatique peut parfois entrer en contradiction avec l'objectif de favoriser la biodiversité locale**. Cette problématique suscite un important débat dans la communauté scientifique, opposant les partisans d'une adaptation anticipée aux défenseurs du patrimoine local.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

ICADE

LIEU : PARC DU MILLÉNAIRE, AUBERVILLIERS
SUPERFICIE : 60 HA
USAGE : TERTIAIRE, COMMERCE
COÛT : N/A

Dans le cadre du projet du « Parc du Millénaire », Icade a entamé depuis une dizaine d'années une démarche d'adaptation de la végétation au changement climatique. Celle-ci s'est appuyée sur la réalisation d'une étude basée sur des projections climatiques menée par Icade, en collaboration avec Météo France, la CDC biodiversité et la Société Forestière. Elle a permis d'élaborer une palette végétale composée d'essences présentant une bonne résistance au stress hydrique et aux écarts de température importants. L'étude sert aujourd'hui de base à tous les projets du groupe, aux côtés d'autres critères : biodiversité, bilan carbone (achat local privilégié), caractère allergène de certaines essences, etc. Si la prise en compte de la l'adaptation dans la stratégie de végétalisation a entraîné un surcoût dans un premier temps (multiplicité des essences, plus grande densité d'arbres, etc.), elle a permis de réduire les coûts d'entretiens par la suite (quantité d'eau pour l'arrosage réduite, moins de maintenance, etc.), et de redynamiser la zone en créant un espace attractif en période de forte chaleur notamment.

EN SAVOIR PLUS

- Fayolle et Haddad (2008), L'arbre le jour d'après, quels arbres pour 2050 ?
- Trees & Design Action Group (2016), Arbres en milieu urbain, Guide de mise en œuvre
- Ville de Metz, Metz Métropole et CEREMA (2019), Etude SESAME (Services écosystémiques rendus par les arbres, modulés selon l'essence)

LIMITER LES VARIATIONS DU TAUX D'HUMIDITÉ DU SOL

ALÉA

SÈCHERESSE ET RGA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

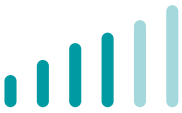
FAÇADE

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

L'argile est une matière rocheuse aux propriétés plastiques particulières qui change de consistance au contact de l'eau. En effet, les sols argileux ont tendance à changer de volume en fonction de leur teneur en eau : ils gonflent en présence d'eau et se rétractent en cas de sécheresse. Lorsqu'un bâtiment est construit sur un terrain argileux, il est recommandé de mettre en place des dispositifs de contrôle de la teneur en eau du sol afin de limiter les dégâts liés aux retrait et gonflement des argiles (RGA).

IMPACTS

La mise en place de dispositifs de régulation de la teneur en eau permet de **réduire les mouvements différentiés du sol** en homogénéisant et en limitant la pénétration ou l'évaporation de l'eau sous et autour du bâtiment. En effet, suivant leur taux d'humidité, les sols argileux gonflent et se rétractent de manière différenciée, ce qui entraîne des tassements hétérogènes du sol qui peuvent mener à leur tour à des désordres qui affectent l'ensemble du bâti :

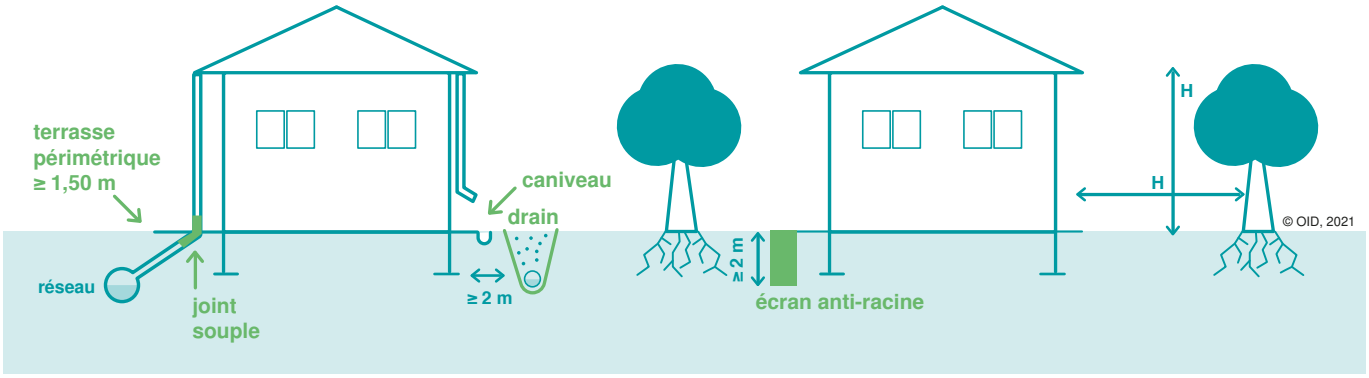
- Gros-œuvre : fissuration des structures, désencastrement des éléments de charpente, etc. ;
- Second œuvre : distorsion des ouvertures, rupture des canalisations et tuyauteries, etc. ;
- Aménagements extérieurs : fissuration et affaissement des terrasses et escaliers extérieurs, etc.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Diverses **stratégies et dispositifs préventifs** peuvent permettre d'anticiper les désordres sur le bâtiment et de réguler la teneur en eau d'un sol argileux :

- Réaliser un **trottoir étanche anti-évaporation** d'une largeur minimale de 1,50 m autour du bâtiment (terrasse ou géomembrane) ;
- Collecter et **évacuer les eaux de toiture** (caniveau) pour éviter le ruissellement ;
- Raccorder les réseaux d'eau pluviales et usées aux **réseaux collectifs** pour limiter l'infiltration aux abords immédiats du bâtiment ;
- **Etanchéifier les canalisations** enterrées pour éviter les fuites ;
- Mettre en place un **système de drainage** périphérique situé à au moins 2 m du bâtiment ;
- Prévoir une **isolation thermique** en cas de chaudière au sous-sol ;
- **Eloigner la végétation du bâtiment** afin de limiter l'absorption d'eau par les arbres (distance d'au moins une fois la hauteur de l'arbre) et élaguer les arbres restants régulièrement ;
- Mettre en place un **écran anti-racines** de minimum 2 mètres de profondeur si la végétation ne peut être éloignée.

EXEMPLES DE DISPOSITIFS VISANT À LIMITER LES VARIATIONS DU TAUX D'HUMIDITÉ DU SOL



Source : Ministère de la Transition Ecologique (2008)

FREINS ET LEVIERS

⊕ Les dispositifs de contrôle de la teneur en eau présentent plusieurs avantages : ils sont relativement **simples à mettre en place**, **peu coûteux** comparés à d'autres dispositifs de limitation des dégâts liés au retrait gonflement des argiles et ils permettent de prévenir les désordres au niveau des fondations et de la structure du bâtiment.

⊖ Il existe ici un **paradoxe** entre les recommandations visant à éloigner les arbres du bâti dans le cadre de la lutte contre les RGA et celles visant à végétaliser les espaces extérieurs afin d'apporter de la fraîcheur. Un arbitrage tenant compte du confort des occupants et des risques auxquels le bâtiment est exposé doit être effectué afin de déterminer s'il est judicieux de planter des arbres à proximité du bâtiment.

⊕ Il est particulièrement intéressant de mettre en place ces mesures dans le **cadre de logements individuels** dans la mesure où ceux-ci sont les plus vulnérables au risque de retrait gonflement des argiles, du fait de leur structure légère et de leurs fondations peu profondes.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence Qualité Construction (AQC) (2004), Sécheresse et construction sur sol argileux : réduire les dommages
- Géorisques (2020), Retrait-gonflement des argiles – Prévention des risques
- Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR) (2017), Retrait et gonflement des argiles : Analyse et traitement des désordres créés par la sécheresse
- Ministère de la Transition Ecologique (2008), Le retrait-gonflement des argiles – Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?

CRÉER ET EXPLOITER DES POINTS D'EAU

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Face à l'augmentation de la température et à l'intensification et la multiplication des vagues de chaleur, l'aménagement des espaces extérieurs urbains publics ou privés doit de plus en plus répondre à des enjeux de confort thermique des usagers. Les points d'eau, par évaporation, brumisation ou simplement contact, permettent aux individus de se rafraîchir et participent à la création des microclimats en tempérant les fluctuations de température. L'eau, comme la végétation, est donc au cœur des stratégies de mise en place de zones de fraîcheur.

IMPACTS

Les points d'eau, en créant des moyens de rafraîchissement rapides et facilement accessibles pour les usagers, permettent d'améliorer le confort thermique extérieur des usagers et ainsi d'augmenter **l'attractivité** des espaces aménagés.

La présence ou non de zones de fraîcheur, et notamment de points d'eau, conditionne en effet souvent **l'accès aux espaces extérieurs des populations vulnérables** plus impactées par en période de forte chaleur (personnes âgées, familles avec enfants en bas âge, etc.).

Alors que le phénomène d'îlot de chaleur urbain (température plus élevée dans les milieux urbains que dans les zones rurales environnantes) s'intensifie avec le réchauffement climatique, les biens ou quartiers disposant de zones de fraîcheur, et notamment de points d'eau, vont devenir **plus convoités**.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Plusieurs systèmes de rafraîchissement par l'eau peuvent être mis en place : fontaines, bassins, jets d'eau, plans d'eau, etc. Le choix d'un dispositif doit se faire suivant des **critères d'espace, de fréquentation, de performance, de consommation d'eau et de budget**.

Lors de la mise en place de dispositifs de rafraîchissement par l'eau, **l'aspect très localisé du pouvoir rafraîchissant des points d'eau** doit être pris en compte : au-delà d'un périmètre de 50 mètres, l'effet fraîcheur de l'eau ne se fait plus sentir. On veillera donc à placer le point d'eau à proximité des zones à rafraîchir, en prenant en considération les flux d'air qui peuvent impacter l'efficacité du dispositif (une étude aéraulique peut être effectuée afin d'identifier les flux d'air). Pour assurer un rafraîchissement urbain plus hétérogène, la création de points d'eau peut être couplée à des mesures de végétalisation, de choix de revêtements de voirie réfléchissants et de désimperméabilisation des sols.

Afin de tirer profit du pouvoir rafraîchissant des **points d'eau naturels ou anthropiques**, il est important d'en assurer l'attractivité en **aménageant les abords** : installation d'aires de pique-nique ombragées, d'aires gazonnées, de jeux pour enfants, etc. Dans une même logique d'exploitation des points d'eau, de nombreuses rivières, qui avaient été enterrées par le passé, souvent pour des raisons d'hygiénisme, font aujourd'hui l'objet de projets de réouverture.

Dispositif double usage de brumisation et de boisson
Source : Eau de Paris

FREINS ET LEVIERS

- La création ou le réaménagement d'un point d'eau (par exemple les berges d'un fleuve), peut être **coûteux**, mais certains petits dispositifs (fontaines, brumisateurs, etc.) peuvent être accessibles à l'échelle du projet immobilier.
- En privilégiant les solutions d'aménagement respectueuses de la nature basées sur le **génie écologique**, les coûts d'aménagement peuvent être réduits et le bilan en termes de biodiversité, peut s'avérer très positif.
- **L'apparition ou la multiplication d'espèces nuisibles** (moustiques, amphibiens, etc.) est une conséquence potentielle de la création de points d'eau qu'il convient d'anticiper, en s'assurant, par exemple, que le point d'eau soit assez éloigné des habitations les plus proches et que l'eau ne soit pas stagnante.
- Afin de prévenir d'éventuels **dégâts liés au gel de l'eau** dans les canalisations, il est conseillé de mettre hors gel les dispositifs de rafraîchissement par l'eau vulnérables en **enterrant les canalisations** à une profondeur suffisante (selon la nature ou l'utilisation du sol) et en effectuant une **vidange avant l'arrivée des grands froids**.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

VILLE DE PARIS

LIEU : RUE CHARLES MOUREU, 13E ARRONDISSEMENT DE PARIS
SUPERFICIE : N/A
USAGE : PUBLIC
COÛT : 12 000 – 15 000 € POUR UN DISPOSITIF DOUBLE USAGE BRUMISATION ET BOISSON

Dans le cadre de sa stratégie de rafraîchissement du territoire parisien Paris Frais, et plus largement afin de répondre aux besoins en eau des habitants, la Ville de Paris a mis en place divers dispositifs de rafraîchissement par l'eau (brumisateurs, fontaines à boire, rampes à eau, etc.). Parmi les quelques 2000 points d'eau qui constituent le maillage de la ville, les brumisateurs sont des dispositifs particulièrement appréciés par les usagers. Ceux-ci ont un pouvoir rafraîchissant important, bien que ponctuel, et constituent une activité ludique vecteur de lien social. Ils ont engendré une augmentation de la consommation d'eau limitée, de moins de 200l par mois, grâce notamment à un actionnement par bouton pressoir activé uniquement en période estivale.La législation sanitaire nécessite un entretien et des contrôles de la qualité d'eau réguliers, entraînant des coûts d'exploitation (maintenance, contrôle qualité d'eau, mise hors gel, rinçage, consommation d'eau…) d'environ 13 000 € par an pour ce dispositif. Si un tel dispositif ne permet pas à lui seul de créer un îlot de fraîcheur, qui nécessiterait de combiner des dispositifs d'ombrage, un végétalisation ou encore des revêtements clairs, il permet de soulager les usagers lors de périodes de fortes chaleurs et peut facilement être mis en œuvre par des acteurs de l'immobilier à l'échelle du bâtiment.

EN SAVOIR PLUS

- Fedele C. (2010), Adaptation de la ville à l'augmentation des températures, étude en droit de l'urbanisme
- Institut d'aménagement et d'urbanisme (2010), Les îlots de chaleurs urbains
- Institut national de santé public du Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains

DÉSIMPERMÉABILISER LES SOLS

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

INONDATION

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

TERRITOIRE

PARTIE DU BÂTIMENT

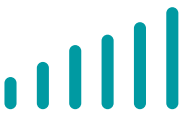
EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen **élevé**

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS


élevé

En recouvrant les sols par des matériaux imperméables de type béton, asphalte ou dalles, le sol est partiellement ou totalement imperméabilisé. Le sol n'est plus en contact avec l'eau et l'air, et les cycles naturels tels que le cycle de l'eau ou le cycle du carbone ne peuvent se perpétuer. L'imperméabilisation se distingue ainsi de l'artificialisation, qui décrit un changement d'usage de sol d'un espace naturel, agricole ou forestier (ENAF) vers toute autre utilisation, considérant au même titre un parking semi-imperméabilisé et un bâtiment.

IMPACTS

La présence d'une couche imperméable à la surface du sol empêche celui-ci de jouer son rôle dans l'infiltration des eaux de pluie, l'absorption de carbone, la régulation de la température, etc. A titre d'exemple, le ruissellement dans une zone urbaine (75% à 100% d'imperméabilisation) est 45% supérieur à celui observé sur un sol naturel qui absorbe l'eau. Or, en cas de forte pluie, la réduction de l'afflux d'eau va permettre de ne pas surcharger les réseaux des eaux pluviales collectifs et de **limiter les inondations**.

Par ailleurs, si un fort taux d'imperméabilisation accroît considérablement l'effet **d'îlot de chaleur en milieu urbain**, une désimperméabilisation totale ou partielle peut significativement réduire ce phénomène grâce à **l'humidité des sols**.

Enfin, la renaturation des sols permet de redonner aux sols leur fonction de **support de la biodiversité**, notamment en alimentant le réseau des trames brunes (continuités écologiques des écosystèmes des sols).

GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin de favoriser la perméabilité des sols, il est conseillé de préférer aux surfaces de bitume soit de la pleine terre, soit des revêtements perméables autour du bâtiment et sur la voirie.

Pour limiter les surfaces imperméables, il est nécessaire de limiter l'emprise au sol du bâti, en **favorisant la verticalité**, et d'identifier les zones les plus propices à la désimperméabilisation compte tenu du schéma hydraulique défini à l'échelle du bâtiment ou du quartier, et la nature du sol. Un coefficient d'imperméabilisation inférieur à 40% doit être visé pour un projet performant.

Restaurer les fonctionnalités écologiques des sols **peut nécessiter une renaturation** pour éviter l'infiltration de polluants dans les couches inférieures des sols. Cela peut prendre plusieurs années et engendrer des coûts importants, et doit être pris en compte en amont du projet. La réalisation d'une étude de sol est nécessaire lorsque le projet est envisagé.

L'entretien des espaces de pleine terre est similaire à celui des parcs et autres espaces végétalisés. Pour les revêtements poreux type béton poreux, il est annuel pour éviter le phénomène de colmatage. La désimperméabilisation permet de soulager les réseaux collectifs de traitement des eaux pluviales mais **ne dispense pas d'un raccordement et d'un potentiel dispositif de retenue.**

Vue aérienne du site initial de la ZAC PSA, imperméabilisé à 99%

Sol scellé (imperméabilisé > 90%)

Exemples : bâtiment, voirie, parkings, etc.

Utilisation : voirie (revêtements clairs)

Béton poreux et pavés engazonnés

Sol semi-scellé (imperméabilisé entre 50% et 90%)

Exemples : béton poreux, dalles et pavés engazonnés, et autres matériaux modulaires.

Utilisation : zones piétonnes, parking, terrasses, etc.

Forêt urbaine et Parc de la DS créé sur le site de la ZAC PSA

Sol non scellé (imperméabilisé < 50%)

Exemples : noues paysagères, jardins de pluie, forêts et prairies urbaines.

Utilisation : parc, espace végétalisé, jardin de pluie, etc.

FREINS ET LEVIERS

- ⊖ Il est déconseillé de mettre des revêtements type béton poreux sur des sols soumis à des risques de gel pour éviter l'apparition de fissures dans le matériau suite au gel des molécules d'eau.
- ⊖ Ces revêtements ne sont pas conseillés sur les sols dont la pente est supérieure à 2,5%, ou qui sont soumis au risque de retrait-gonflement des argiles, pour lesquels il est important de contrôler le taux d'humidité du sol.
- ⊕ La législation, notamment la loi Energie Climat (2019), incite certains bâtiments tertiaires à utiliser des revêtements poreux sur les espaces de stationnement adjacents aux bâtiments (art. 47).
- ⊕ Mener une opération de désimperméabilisation, du fait de la réduction des rejets d'eau, peut parfois donner droit à un soutien financier de la part des Agences de l'eau (jusqu'à 50%).

EN SAVOIR PLUS

- CEREMA, DREAL et Agence de l'eau (2017), Vers la ville perméable – Comment désimperméabiliser les sols ?
- Guide bâtiment durable (2013), Identifier les contraintes physiques de la parcelle
- Grand Lyon, Revêtements de surface poreux
- Institut Paris région (2020), Désartificialiser et renaturer les villes : un potentiel immense

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

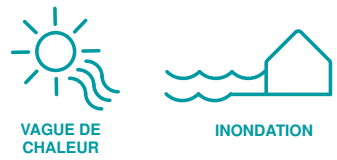
NEXITY

BÂTIMENT : ZAC PSA, ASNIÈRES
SUPERFICIE : 7 HECTARES DONT 120 000M²
CONSTRUCTIBLE
USAGE : TERTIAIRE, RÉSIDENTIEL
COÛT : 10 MILLIONS € POUR LA DÉPOLLUTION

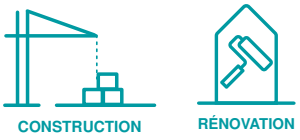
En 2010, le site de la ZAC PSA à Asnières fait l'objet d'une étude de requalification par la filiale Ville et projets de Nexity. 7 hectares de terrain, imperméabilisés à 99%, devaient permettre de nouveaux bureaux et logements pour une surface constructible de 120 000m². Du fait du passif industriel de la zone (ancienne ICPE), la renaturation des sols a nécessité un travail de dépollution important, en favorisant un traitement directement sur site. Après une première étape de dégradation de la pollution par gazage (venting) à l'intérieur des bâtiments existants pour éliminer les contaminants volatils, les pollutions restantes (notamment hydrocarburées) ont été traitées par des méthodes biologiques sur site ou par excavation. Ce travail a permis de restituer 4 des 7 hectares du terrain en pleine terre, permettant au sol de retrouver ses fonctions de régulation, d'espace public et de support de végetalisation. L'intégralité des eaux pluviales collectées sur les bâtiments sont infiltrées sur site, ce qui a permis au projet de bénéficier d'une subvention de 530 000€ du Conseil général.. Si la complexité et la durée du processus (2-3 ans) rendent le projet plus abordable à l'échelle du quartier qu'à l'échelle du bâtiment, des méthodes plus adaptées et accessibles aux projets immobiliers se développent également.

EXPLOITER LES AVANTAGES DU TERRITOIRE

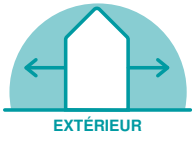
ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



PARTIE DU BÂTIMENT

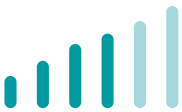


COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

L'environnement immédiat du bâtiment joue un rôle essentiel dans la capacité du bâtiment à résister aux aléas climatiques. Si certaines caractéristiques du territoire et du terrain peuvent constituer des facteurs de risques (sols imperméabilisés, vents forts, etc.), d'autres, au contraire, peuvent s'avérer être de véritables facteurs de résilience (points d'eau, reliefs, etc.) qu'il convient d'exploiter. A contre-courant des pratiques actuelles, il s'agit d'adapter les bâtiments au terrain et non le terrain au bâtiment.

IMPACTS

Face à l'intensification et à la multiplication des aléas climatiques, tels que les vagues de chaleur, les inondations, et les tempêtes, identifier et exploiter les avantages du territoire permet **d'améliorer la résilience du bâtiment et de ses occupants** au changement climatique, en protégeant l'intégrité du bâtiment (structures, équipements, etc.) et en assurant la sécurité et le confort des usagers.

Un bâtiment qui compose avec les caractéristiques climatiques et topographiques du territoire et du terrain est également souvent **moins consommateur d'énergie**, grâce notamment à une optimisation des **apports solaires** d'été et d'hiver, ce qui permet à la fois de **réduire l'impact environnemental** et la facture énergétique du bâtiment.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Identifier les caractéristiques de la région et du terrain : il s'agit de se renseigner sur les caractéristiques climatiques locales et de mener une analyse du terrain afin de déterminer la présence de reliefs et de végétation, de connaître la direction des vents dominants et de l'ensoleillement d'été, etc.

Bien implanter et orienter le bâtiment : en fonction des caractéristiques climatiques et topologiques identifiées, on cherchera à réduire l'impact des facteurs de risques et tirer profit des facteurs de résilience. Par exemple, l'implantation du bâtiment à proximité d'un point d'eau ou de végétation permettra d'apporter de la fraîcheur aux occupants. Un terrain en pente offrira quant à lui la possibilité de construire un bâtiment enterré ou semi-enterré, protégé des vents et des variations de température. En milieu urbain, la structure des bâtiments alentours peut également être utilisée pour améliorer la résilience du bâtiment (ombre projetée par exemple).

Utiliser les ressources disponibles pour les apports en froid et en chaud : de nombreux terrains possèdent les ressources nécessaires pour mettre en place un refroidissement passif ou semi-passif du bâtiment. Par exemple, la proximité d'une nappe phréatique constitue souvent un atout majeur dans les projets de géothermie.

Maison souterraine (Druidston Haven, Grande Bretagne)

FREINS ET LEVIERS

⊕ Il est plus simple d'exploiter les avantages du territoire dans le cadre de la **construction neuve** car il est possible de jouer sur l'implantation du bâtiment.

⊖ Cette action nécessite souvent une **emprise foncière libre importante** pour d'exploiter les caractéristiques du terrain. Ainsi, cette solution adaptative peut être difficile à mettre en place dans les zones fortement urbanisées.

⊖ Il est important de prendre en compte tous les aléas climatiques auxquels le bâtiment est exposé et les avantages et inconvénients de chacune des caractéristiques du terrain. Certaines caractéristiques du terrain peuvent constituer à la fois un facteur de résilience et de risque selon l'aléa étudié ; la **présence d'arbres** à proximité du bâtiment peut permettre de limiter les apports solaires directs mais peut aussi **déséquilibrer le taux d'humidité du sol** et causer des désordres dans le bâtiment si le terrain est propice aux retrait gonflement des argiles.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence de la Transition Ecologique (ADEME) (2010), Une maison confortable, respectueuse de l'environnement, économe en énergie : construire autrement
- Guide bâtiment durable Brussels (2016), Implantation et forme des bâtiments : quels choix influencent les effets du vent ?
- Parc naturel régional des Vosges du Nord, L'architecture bioclimatique : profiter des apports naturels du site

VÉGÉTALISER LES ABORDS DU BÂTIMENT

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

INONDATION

TEMPÊTE

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Encore souvent développées pour des raisons esthétiques, les stratégies de végétalisation des abords du bâtiment ont toute leur place dans le déploiement d'une stratégie d'adaptation au changement climatique. Les arbres, haies ou arbustes ainsi plantés vont permettre aux bâtiments à proximité de bénéficier des services écosystémiques rendus gratuitement par la végétation, notamment en matière de régulation de la température ou de la qualité de l'air, et la perpétuation des cycles naturels de l'eau en maintenant les capacités d'absorption des sols.

IMPACTS

La végétation agit sur le milieu urbain en modifiant ses propriétés radiatives, thermiques, hydriques et aérodynamiques.

C'est une mesure efficace pour limiter l'îlot de chaleur urbain (température plus élevée dans les milieux urbains que dans les zones rurales) et l'inconfort thermique des habitants en été. En effet, les arbres **procurent de l'ombre** aux bâtiments et infrastructures alentours (1), permettent de limiter le réchauffement de l'air en **réfléchissant les rayonnements solaires** (2) et rafraîchissent les espaces extérieurs en rejetant l'humidité du sol dans l'air par **l'évapotranspiration** (3).

Par ailleurs, les arbres permettent de lutter contre les inondations en favorisant **l'infiltration de l'eau** (4) dans le sol grâce aux réseaux racinaires tissés et en absorbant une partie des surplus d'eau en cas de fortes pluies.

Enfin, la végétation limite la puissance du vent aux abords du bâtiment en agissant comme des **brise-vents** et le protège en cas de tempêtes (5).

GUIDE DE MISE EN PLACE

Tenir compte des bénéfices attendus : si l'objectif principal est d'apporter de la fraîcheur, mieux vaut préférer les arbres à feuilles caducs, qui permettront de faire entrer un maximum de luminosité en hiver, tout en limitant le rayonnement solaire en été.

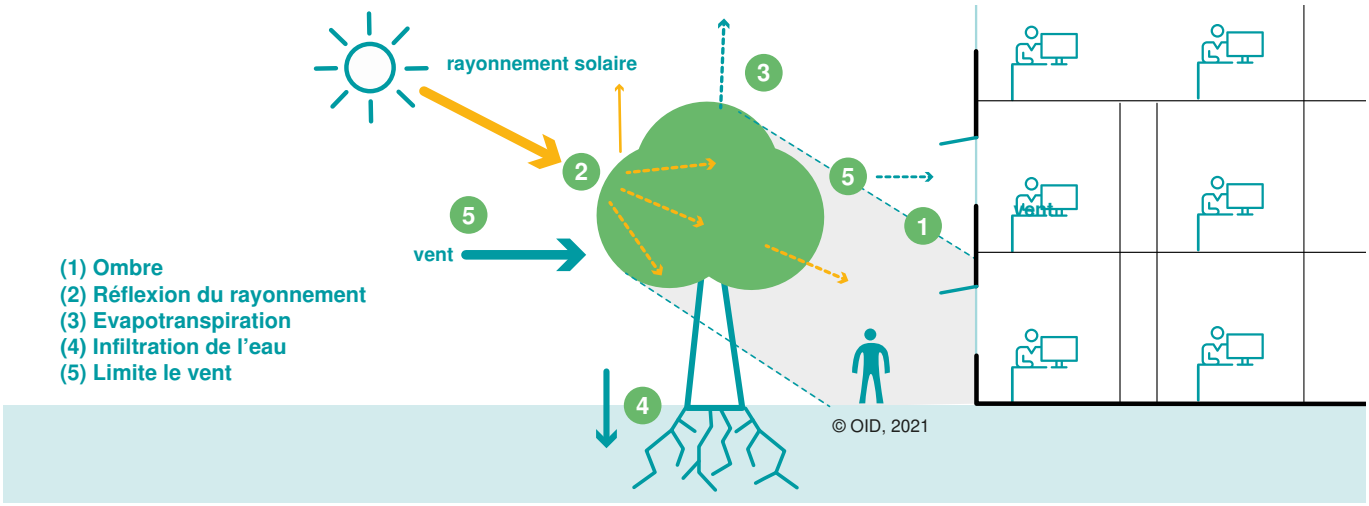
Bien choisir le lieu d'implantation : une implantation d'ardre à l'ouest / sud-ouest permettra de maximiser les apports solaires du bâtiment en hiver et de les minimiser en été, tandis qu'une implantation devant la façade exposée aux vents dominants protègera le bâtiment en cas de tempête (mieux vaut favoriser les haies et arbustes pour limiter le risque d'arrachement).

Adapter l'essence aux caractéristiques locales actuelles et futures : le milieu urbain peut être rude, et un point d'attention doit donc être mis sur le choix de la palette végétale afin de garantir le succès de l'opération, en particulier dans le contexte du changement climatique. La plantation en pleine terre dans une stratégie de désimperméabilisation décuplera les effets positifs et une plus grande capacité de résistance.

Prévoir une attention post-plantation : la plantation d'arbres nécessite une attention particulière en termes d'arrosage, de surveillance, etc. pour au moins cinq ans, temps à prendre en compte dans la constitution du budget de l'opération.

Activités pratiquées aux abords : l'implantation d'un arbre sur un lieu de passage va nécessiter une surveillance particulière. L'élagage va permettre d'éviter les risques de chute de branches, et un déblayage permettra de limiter les risques de chute par glissade en période automnale.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES RENDUS PAR LA VÉGÉTATION À PROXIMITÉ D'UN BÂTIMENT



FREINS ET LEVIERS

- Au-delà des nombreux bienfaits vis-à-vis de l'adaptation au changement climatique, la présence d'arbres dans l'environnement quotidien apporte un **sentiment de bien-être aux individus**, et améliore l'équilibre mental.
- Certaines essences peuvent présenter un **pouvoir allergisant** (par exemple le bouleau) et nuire à la santé des individus.
- Dans certaines rues bordées de hauts immeubles et avec une circulation dense, une densité d'arbres trop élevée peut **créer un effet de serre et concentrer les particules de pollution** au niveau du sol. Dans cette situation, la végétalisation de la façade peut permettre de maintenir une circulation de l'air élevée tout en apportant les bénéfices de la végétalisation.
- En zones d'exposition aux **risques de retraits-gonflements des argiles**, la présence d'arbres trop proches du bâtiment risque de nuire à la stabilité hydrique du sol, ce qui pourrait entraîner des désordres dans le bâti. Dans ce cas-là, les essences peu gourmandes en eau sont plus adaptées.
- Enfin, afin de limiter les risques de collisions avec la faune présente sur le site, il est préférable **d'éviter de planter des arbres devant les surfaces vitrées réfléchissantes**, et de favoriser l'installation de dispositifs de protection solaires.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

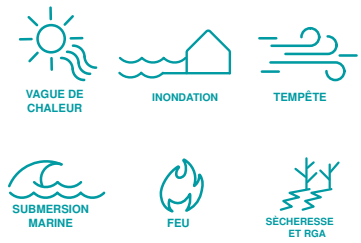
Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Herrera Environmental Consultants (2008), The effects of trees on stormwater runoff
- Nature4Cities (2020), Alignements d'arbres de rue
- Trees & Design Action Group (2016), Arbres en milieu urbain, Guide de mise en œuvre

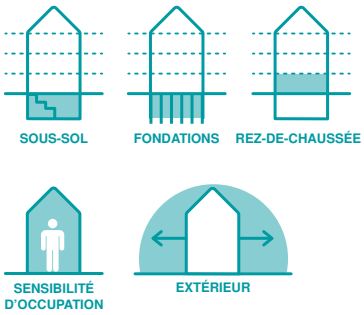
TENIR COMPTE DES DIAGNOSTICS PRÉALABLES

ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

PARTIE DU BÂTIMENT



COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

Alors que les défis posés par le changement climatique se multiplient, l'immense majorité des bâtiments doit s'adapter pour garantir sa résilience face aux aléas climatiques. Afin de mettre en place des actions adaptatives adéquates et cohérentes, à la fois dans le cadre du bâtiment neuf et existant, il est essentiel de faire appel à des professionnels pour effectuer divers diagnostics. Ceux-ci doivent permettre d'identifier les aléas climatiques auxquels le bâtiment est exposé.

IMPACTS

Effectuer puis tenir compte des diagnostics permet d'identifier et de tirer profit des avantages du territoire dans la conception du bâtiment et ainsi de **maximiser la résilience du bâtiment et des usagers**. Les diagnostics préalables permettent également d'identifier les solutions adaptatives les plus adéquates pour chaque bâtiment et de **limiter les dégâts** subis par le bâtiment et ses équipements en cas d'évènements climatiques majeurs.

Par extension, cette mesure permet de **préserver l'intégrité physique et la qualité de vie des occupants** du bâtiment, et de préserver la valeur du bien immobilier et des biens entreposés dans le bâtiment.

La réalisation de diagnostics au cours de la vie du bâtiment peut également jouer un **rôle informatif auprès des propriétaires**, gestionnaires et occupants du bâtiment qui prennent ainsi connaissance des risques auxquels ils sont exposés.

GUIDE DE MISE EN PLACE

En amont d'un projet immobilier mais aussi en phase d'utilisation, il est fortement recommandé d'effectuer un ou plusieurs des diagnostics suivants (liste non-exhaustive) :

- **Diagnostic d'identification des aléas climatiques auxquels le bâtiment est exposé** : peut être effectué en s'appuyant sur des outils cartographiques tels que Géorisques ou BAT-ADAPT.
- **Etude de sol** : permet de détecter entre autres les risques de retrait gonflement des argiles et de déterminer le type de fondations à utiliser et leur profondeur d'ancrage.
- **Diagnostic de vulnérabilité au risque d'inondation** : permet de sélectionner quelle stratégie de lutte contre les inondations et submersions marines adopter et d'identifier les dispositifs pouvant être mis en place.
- **Analyse topographique** : il s'agit d'identifier les caractéristiques topographiques du terrain (relief, présence de points d'eau, etc.) afin de pouvoir exploiter les avantages qu'offre l'environnement immédiat du bâtiment.
- **Analyse hydrométrique** : identifie les débits d'écoulement de l'eau sur le bâtiment et sert de base au schéma d'évacuation des eaux sur la parcelle ou le quartier.
- **Etude aéraulique** (étude sur la circulation des flux d'air) : permet de déterminer les zones d'inconfort thermique extérieures et intérieures dues à une mauvaise circulation de l'air. Peut être réalisée pendant la phase de construction ou d'exploitation d'un bâtiment.

Réalisation d'une étude de sol

FREINS ET LEVIERS

- Les obligations en matière de diagnostics de prévention des risques climatiques deviennent de plus en plus nombreuses avec l'évolution du cadre réglementaire.
- La loi ELAN de 2018 impose la réalisation de deux études de sols, dans les zones identifiées comme à exposition moyenne ou forte au retrait gonflement des argiles, par le propriétaire lors de la vente d'un terrain constructible ou par l'acheteur lors de la construction d'une maison.
- Lors de la vente ou la location d'un bien ou d'un terrain situé en zone à risque, il est obligatoire depuis 2003 pour le propriétaire de fournir un Etat des Risques et Pollutions (ERP), incluant une analyse des risques liés aux aléas climatiques.
- Bien que cela ne soit pas le cas pour tous, nombre des diagnostics listés précédemment peuvent être réalisés à l'échelle du bâtiment et à l'échelle du territoire.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (2010), Le bâtiment face à l'inondation
- Géorisques, Retrait-gonflement des argiles : prévention des risques
- Gouvernement français (2020), Diagnostic immobilier : état des risques et pollutions

CHOISIR DES ÉQUIPEMENTS À FAIBLE ÉMISSION DE CHALEUR

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

INTÉRIEUR

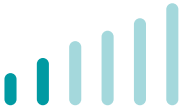
SENSIBILITÉ D'OCCUPATION

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

Face à l'augmentation de la température et à la multiplication et l'intensification des vagues de chaleur, conserver la fraîcheur des bâtiments en période estivale devient une priorité pour les usagers et les acteurs du secteur de l'immobilier. Choisir des équipements informatiques, électroménagers et d'éclairage performants, c'est-à-dire qui génèrent peu de chaleur et qui consomment peu d'électricité constitue une des actions adaptatives à envisager, en combinaison avec d'autres actions telles que la mise en place d'une stratégie de sensibilisation pour adapter les comportements.

IMPACTS

En fonctionnant, les équipements du bâtiment produisent de la chaleur. Cette chaleur participe au réchauffement des espaces intérieurs du bâti. Sélectionner des équipements performants permet de **limiter l'augmentation de la température** dans le bâti et ainsi de **préserver le confort thermique** des occupants du bâtiment en période estivale. Les économies d'énergie induites par la sélection d'appareils performants devraient également permettre d'alléger la facture énergétique du bâtiment.

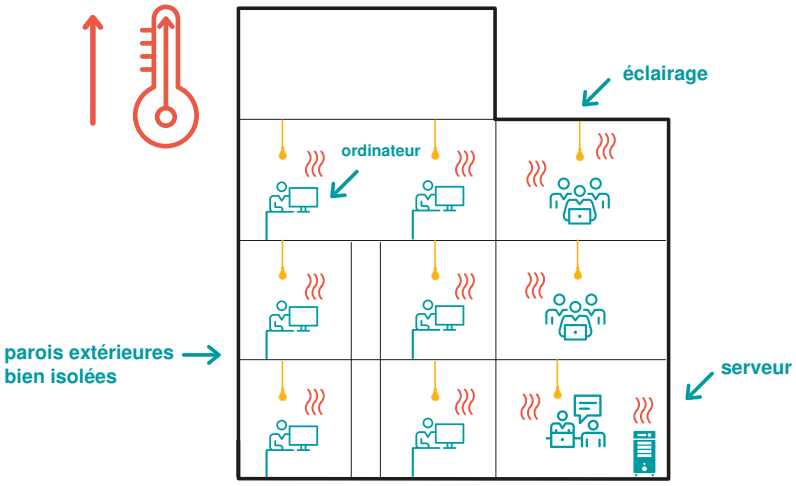
La sélection d'appareil plus performant doit s'accompagner d'un **changement des comportements** afin de ne pas risquer de diminuer voire d'annuler l'impact de cette action adaptative à travers « un effet rebond » : tendance à compenser la baisse des consommations énergétiques et d'émissions de chaleur réalisées grâce à la sélection d'équipements plus performants par la multiplication des équipements du bâti ou par une utilisation prolongée des équipements.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin de réduire les apports en chaleur des équipements, il est conseillé :

- De **quantifier la contribution thermique** des équipements et de mener une réflexion sur les besoins réels des occupants du bâtiment afin d'ajuster le dimensionnement des appareils si cela est nécessaire ;
- De choisir des **équipements qui génèrent peu de chaleur** et à basse consommation en se référant aux étiquettes énergétiques et aux différents labels existants (e.g. Topten) ;
- De **délocaliser** les équipements informatiques vers des locaux spécialisés (en passant au cloud par exemple) ;
- De **réguler et d'optimiser le temps d'utilisation** des équipements pour éviter les consommations inutiles : généraliser la mise en veille des appareils, installer des détecteurs de présence, etc. ;
- De mettre en place une stratégie de **sensibilisation des occupants** du bâtiment (affiches, réunions, livrets d'information, etc.) qui doit permettre de changer les comportements afin d'éviter l'effet rebond et de réduire encore davantage le réchauffement du bâti par l'adoption de gestes simples (e.g. débrancher les appareils lorsqu'ils ne sont pas utilisés). Ces actions de sensibilisation peuvent être associées à une stratégie d'information des occupants quant aux risques climatiques encourus par le bâtiment et aux dispositifs de secours existants.

LILLUSTRATION DE L'EFFET THERMOS



© OID, 2021

FREINS ET LEVIERS

- Alors que les **bâtiments sont de mieux en** mieux isolés **et conservent ainsi toute la chaleur** émise par leurs équipements, sélectionner des appareils performants est amené à devenir de plus en plus important.
- A l'échelle de la ville, adapter les comportements et choisir des appareils performants permet d'**éviter d'éventuelles surcharges du réseau électrique urbain**, comme ce fut le cas à New York en juillet 2006 par exemple.
- Lors de la sélection de nouveaux équipements du bâtiment, d'autres critères ESG peuvent rentrer en compte : consommation énergétique, confort des usagers, production locale, etc. Depuis le 1er mars 2021, les **étiquettes énergétiques** ont été remplacées afin de tenir compte des avancées technologiques et dans un effort de clarification et d'incitation à l'achat d'équipements moins consommateurs.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

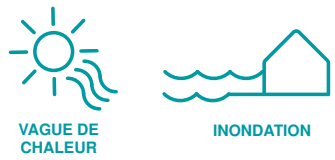
Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- EnergiePlus, (2007), Charges thermiques internes pour les bureaux
- Guide bâtiment durable Brussels (2020), Limiter les gains internes
- Institut national de Santé Publique Québec (2009), Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains

COMMUNIQUER SUR LES RISQUES AUX OCCUPANTS

ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

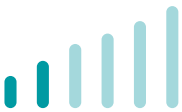
PARTIE DU BÂTIMENT

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



Bien que les occupants du bâtiment soient les premiers concernés par la résilience du bâti face aux aléas climatiques, ils sont souvent peu informés des risques climatiques auxquels le bâtiment est exposé. Même lorsqu'ils ont connaissance des risques, ces derniers sont souvent sous-estimés, et les bons gestes à adopter méconnus. Communiquer sur les risques, les comportements à adopter et les dispositifs de secours mis en place auprès des occupants est essentiel afin de limiter les conséquences humaines et matérielles en cas de crise.

IMPACTS

Sensibiliser les occupants permet de **réduire les risques physiques** encourus par les usagers du bâtiment et les dégâts subis par le bâti lors d'épisodes climatiques extrêmes. En effet, des occupants informés et/ou formés seront davantage en capacité de **se mettre en sécurité** (par exemple en rejoignant une zone refuge) et **d'aider à la protection du bâtiment** (par exemple en mettant en place des dispositifs d'obstruction des ouvertures en cas d'inondations).

De plus, les occupants du bâtiment peuvent devenir de vrais **alliés dans la lutte contre les effets des aléas climatiques de chaleur**, en adoptant des gestes quotidiens qui permettent d'améliorer le confort thermique du bâtiment (par exemple en ouvrant les fenêtres la nuit afin de profiter du free-cooling).

GUIDE DE MISE EN PLACE

Informer les occupants du bâtiment des risques climatiques auxquels le bâti est exposé requiert un travail de concert de la part des divers acteurs du secteur de l'immobilier, qui chacun à leur manière peuvent mettre en place plusieurs actions de sensibilisation : création d'un livret d'information remis à l'acheteur ou au locataire, organisation de formations pour les usagers du bâtiment, ajout d'une clause sur les risques climatiques dans les annexes vertes, affichage de signalétiques à l'intérieur du bâtiment, etc.

Quel que soit le médium de communication choisi, le succès des actions de sensibilisation dépend souvent de plusieurs facteurs déterminants :

1. **Bien cibler les populations** : il s'agit d'identifier quelques caractéristiques saillantes des occupants du bâtiment (catégories d'âge, personnes actives/ inactives, etc.) afin de sélectionner les médias de communication et l'angle pédagogique les plus appropriés ;
2. **Être précis, clair et simple** : il s'agit d'identifier avec précision les risques auxquels le bâtiment est exposé sans tomber dans l'écueil d'une communication trop technique ou dense qui rendrait l'information inaccessible ;
3. **Choisir le moment opportun** : pour augmenter l'impact des actions de sensibilisation, il est conseillé de cibler des moments de disponibilité, physique ou mentale (lorsqu'un évènement climatique se trouve au cœur de l'actualité, organisation d'ateliers en journée dans les actifs tertiaires, etc.) durant lesquels les occupants du bâti seront plus réceptifs.

FREINS ET LEVIERS

- Il existe déjà, dans la loi française, des **dispositions contraignant** toute personne vendant ou mettant en location un bien immobilier à informer un locataire ou acheteur des risques naturels auxquels le bâtiment est exposé. Par exemple, le **dispositif d'information acquéreur-locataire** (IAL) prescrit que tous les locataires ou acheteurs d'un bien immobilier situé en zone de sismicité ou/et dans un plan de prévention des risques doivent être informés des risques naturels et de toute indemnisation de sinistre antérieure suite à une catastrophe naturelle.
- Dans le cadre du Fond Barnier, les collectivités publiques et les entreprises d'assurance peuvent demander une aide financière permettant de **subventionner à hauteur de 100%** les frais engagés pour la réalisation d'une campagne d'information sur la garantie « CatNat » (catastrophe naturelle).
- Afin d'étendre les dispositifs existants, un **diagnostic « CatNat »**, généralisé et obligatoire, sur le modèle du diagnostic de performance énergétique (DPE), pourrait être mis en place, comme conseillé dans un rapport parlementaire publié en juillet 2019.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

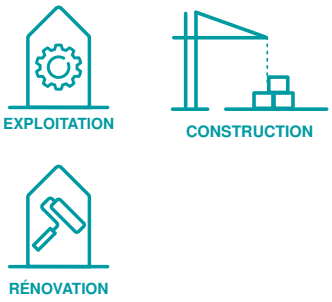
EN SAVOIR PLUS

- Amadou Idrissa Bokoye (2013), Communication des risques et catastrophes naturelles
- Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) (2013), Sensibiliser les populations exposées au risque d'inondation
- Dugast, Maud et Anne Gassiat (2014), Prévenir ou s'adapter ? La vision des acteurs locaux du risque inondation dans le contexte du changement climatique

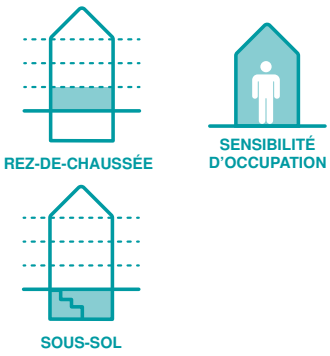
CONCENTRER LES ÉQUIPEMENTS ET ACTIVITÉS ESSENTIELS AUX ÉTAGES SUPÉRIEURS

ALÉA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



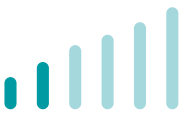
PARTIE DU BÂTIMENT



COÛTS

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

Lorsqu'un bâtiment est exposé aux risques d'inondation ou de submersion marine et qu'il ne se situe pas hors d'atteinte de l'eau, il est recommandé de rehausser les équipements sensibles tels que les appareils électriques, informatiques et du génie climatique et de concentrer les activités essentielles aux étages supérieurs afin de se prémunir des dégâts liés à l'eau et au sel. En effet, le rez-de-chaussée est souvent le seul niveau directement endommagé lors d'inondations.

IMPACTS

Surélever les équipements du bâtiment et concentrer les activités qui s'y déroulent aux étages supérieurs est un dispositif essentiel car il permet de **réduire considérablement le délai de retour à la normale**. En effet, après une inondation ou une submersion marine, le degré d'exploitabilité d'un bâtiment dépend en partie du bon **fonctionnement de ses équipements** et de la possibilité de continuer les activités qui y prennent place. Plus le délai de retour à la normale est long, et plus les pertes financières liées à l'arrêt des activités ou à la diminution des revenus locatifs sont importantes.

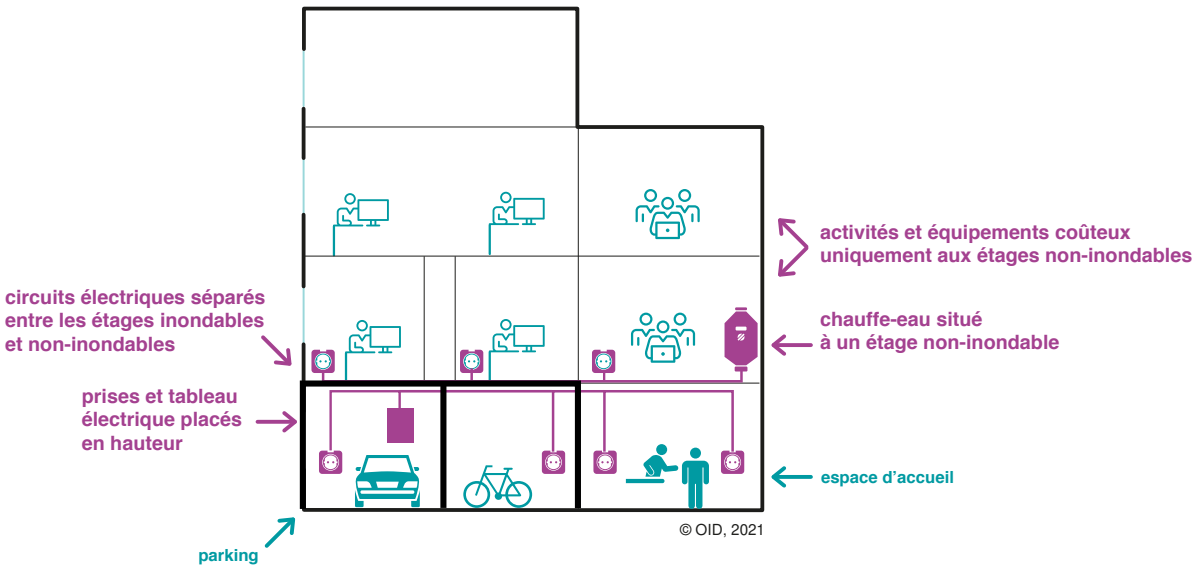
GUIDE DE MISE EN PLACE

Il est important de mettre en place cette action à plusieurs niveaux :

Utiliser le rez-de-chaussée comme zone tampon : si le rez-de-chaussée est menacé par les inondations, il peut être judicieux de déplacer les activités et biens essentiels et coûteux qui s'y trouvent aux étages supérieurs (serveurs, bureaux, etc.). Le rez-de-chaussée peut à la place être envisagé comme un espace de stockage ou de parking. Afin de limiter les dégâts si l'eau pénètre dans le bâtiment, des matériaux résistants à l'eau peuvent être utilisés pour les revêtements de sols, les isolants, les cloisons et les menuiseries du rez-de-chaussée.

Protéger les équipements et les réseaux : il est conseillé d'installer le tableau électrique, le compteur et les installations de chauffage et d'eau chaude sanitaire dans les niveaux non inondables ou de les rehausser afin de les maintenir hors d'eau. Les circuits électriques devront idéalement être conçus avec un câblage par le plafond et les prises seront disposées en hauteur. Enfin, un système de compartimentage des réseaux électriques peut permettre de séparer les circuits situés en zones inondables de ceux situés aux étages supérieurs.

Cette action adaptative présente l'avantage d'être plutôt flexible car, bien qu'il soit conseillé d'anticiper la mise hors d'eau des équipements et activités, certains équipements qui peuvent être transportés facilement peuvent être remontés dans certains cas juste avant ou pendant une inondation.



FREINS ET LEVIERS

⊕ Déplacer les activités et biens essentiels aux étages supérieurs est d'autant plus intéressant que cela **ne nécessite pas nécessairement d'investissement** supplémentaire en termes de rénovation et peut être mise en place dans de nombreux bâtiments.

⊖ Un coût d'opportunité peut cependant exister car cette action adaptative peut impliquer une **perte d'espace** et donc potentiellement de revenu. Concentrer les équipements et activités essentiels aux étages supérieurs peut ainsi être plus difficile à mettre en place dans des actifs situés en zones tendues.

⊖ En incitant les occupants à rester dans le bâtiment lors d'une inondation plutôt que de se diriger vers une **zone refuge**, cette action peut les mettre en danger.

⊕ Afin d'assurer la sécurité des occupants, des sorties doivent permettre une évacuation au niveau des étages supérieurs, et une **communication sur les risques climatiques,** les bons comportements à adopter et les **dispositifs de secours** existants doit être être mise en place.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

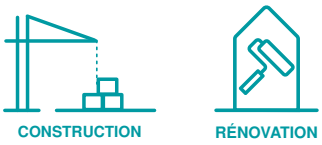
EN SAVOIR PLUS

- Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) (2010), Le bâtiment face à l'inondation
- Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) (2009), Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible ?
- Guide bâtiment durable Brussels (2017), Concevoir les techniques en cas d'inondation

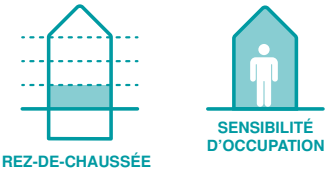
DÉFINIR UNE STRATÉGIE : ÉVITER, RÉSISTER OU CÉDER À L'EAU ?

ALÉA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



PARTIE DU BÂTIMENT

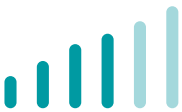


COÛTS

€ € €

N/A

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

Lorsqu'un bien est exposé aux risques d'inondation ou de submersion marine, il est important de définir une stratégie de limitation des dégâts en amont de la crise, en fonction des caractéristiques du bâtiment et de l'aléa. On considère qu'il existe trois stratégies permettant de lutter contre l'eau : éviter l'eau (mettre le bâtiment hors d'atteinte de l'eau), résister à l'eau (empêcher la pénétration de l'eau dans le bâtiment) ou céder à l'eau (laisser entrer l'eau dans le bâtiment de manière contrôlée).

IMPACTS

La stratégie Éviter est considérée par le Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) comme la plus efficace et la plus rentable car elle permet d'éliminer la totalité des dommages potentiels causés par l'eau ; ses paramètres de mise en place étant restrictifs (Voir Guide de mise en place), elle ne peut être sélectionnée que dans certaines situations. Viennent ensuite par ordre de rentabilité la stratégie Résister et la stratégie Céder.

Attention, un **mauvais choix de stratégie peut avoir de graves conséquences humaines et matérielles**. Il faut être particulièrement vigilant et prendre en compte les caractéristiques de l'aléa lorsque la stratégie Résister est envisagée car si le bâtiment n'est pas en capacité d'empêcher l'eau de pénétrer, la vie des personnes présentes à l'intérieur peut être mise en péril.

Il est important de noter qu'aucune de ces trois stratégies n'est adaptée aux zones potentielles de courant fort.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Afin de définir quelle stratégie adopter face au risque d'inondation et/ou de submersion marine, il est conseillé de réaliser un diagnostic préalable de vulnérabilité au risque d'inondation. Pour cela, il est possible de faire appel à un professionnel ou d'effectuer le diagnostic soi-même en évaluant à la fois l'exposition du bâtiment aux risques climatiques, à l'aide de plateformes gouvernementales telles que Vigicrue et Géorisques qui développent des modélisations de scénarios sur les inondations et submersions marines à venir, et la sensibilité du bâtiment, grâce à des outils d'auto-évaluation tels que ceux développés par le CEPRI ou la préfecture de l'Aude.

La stratégie Éviter ne peut être mise en place que dans le cadre de **constructions neuves**, où elle sera à privilégier par rapport aux deux autres stratégies. Les dispositifs associés à cette stratégie consistent à surélever les éléments de structure du bâtiment (construction sur pilotis, surélévation sur remblais, etc.).

La stratégie Résister peut être mise en place à la fois dans le cadre du bâtiment existant et du bâtiment neuf. Il s'agit de la stratégie la plus intuitive pour les occupants, qui ont tendance à se barricader dans leur habitation à la montée des eaux. Attention cependant, car l'efficacité de cette stratégie est soumise à plusieurs conditions :

© Chris Gallagher

1. la hauteur d'eau maximale ne doit pas dépasser 1 mètre ;
2. la durée de submersion doit être limitée (pas plus de 48 heures) ;
3. le délai d'alerte (temps entre l'annonce de l'arrivée de l'eau et son arrivée réelle au niveau du bâtiment) doit être suffisant afin de permettre la mise en place des dispositifs d'obstructions temporaires.

Les dispositifs anti-eau s'inscrivent dans cette stratégie et incluent notamment les batardeaux et les clapets anti-retours pour les canalisations.

La stratégie Céder peut être mise en place à la fois dans le cadre du bâtiment existant et du bâtiment neuf. Il s'agit d'une stratégie de dernier recours, car elle expose l'intérieur du bâti à d'importants dégâts potentiels. Elle doit être mise en place lorsque qu'il n'est **pas possible de surélever la structure** ou que les caractéristiques de l'inondation excluent un recours à la stratégie résister (dans ce cas, il est nécessaire de laisser l'eau pénétrer dans le bâti afin d'éviter de trop grands dommages causés par l'action mécanique de l'eau). Si cette stratégie est sélectionnée, on emploiera des matériaux résistants à l'eau, tels le béton ou l'acier, pour préserver les espaces intérieurs du bâtiment et on concentrera les équipements et activités essentiels aux étages supérieurs.

FREINS ET LEVIERS

⊕ Quelle que soit la stratégie adoptée, il est **essentiel de mettre en place une** zone refuge **a**fin de mettre en sécurité les usagers du bâtiment. Une campagne de sensibilisation doit également être menée afin **d'informer les occupants du bâtiment des risques climatiques** auxquels ils sont exposés et des **bons comportements** à adopter lors d'une catastrophe naturelle.

⊕ Autant que faire se peut, les interactions sociales entre les occupants **du bâtiment doivent être renforcées** car elles permettront d'instaurer une dynamique d'entraide, essentielle à la survie des populations, en cas d'inondation ou de submersion marine.

⊖ Même si un bien ne subit pas de dégâts lors d'une inondation, cela ne signifie pas qu'il est utilisable ou habitable pour autant. En effet, il n'est exploitable que si les **réseaux qui le desservent** (routiers, électriques, etc.) sont toujours fonctionnels. La stratégie de lutte contre l'eau sélectionnée doit donc être associée à des **dispositifs de préservation des réseaux**, tels qu'un maillage efficace ou des systèmes de protection des réseaux.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

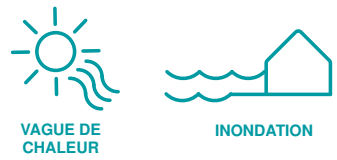
Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) (2010), Le bâtiment face à l'inondation
- Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) (2009), Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible ?

FAVORISER LE LIEN SOCIAL

ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

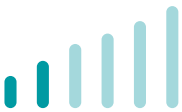
PARTIE DU BÂTIMENT

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



faible

Cette action adaptative pourrait bien être l'illustration de l'adage « l'union fait la force », en encourageant le développement du lien social, élément essentiel à l'amélioration de la résilience des populations. L'agencement du bâtiment (ou quartier) peut contribuer à la création d'une vie sociale à l'échelle du quartier ou même au sein du bâtiment. L'intégration d'espaces intermédiaires, supports d'interactions sociales, et le développement d'une mixité fonctionnelle et sociale au sein du bâtiment (accueil de plusieurs activités différentes ou de plusieurs catégories de population) vont permettre aux occupants de développer de nouvelles formes de solidarité.

IMPACTS

En favorisant les interactions sociales qui lient les occupants du bâtiment et des bâtiments voisins entre eux, le bien-être psychologique et l'appropriation du bâtiment par les occupants sont favorisés, tout comme **le contrôle social, facteur de résilience**. Il s'agit de la propension d'une communauté à veiller sur l'intégrité de l'ensemble de ses membres et des infrastructures qui l'environnent. D'une manière générale, l'amélioration du lien social développe l'acceptabilité et l'observance des recommandations pour adapter le bâtiment en favorisant l'implication des usagers vis-à-vis de l'entretien des espaces communs, et donc dans la communication avec les décisionnaires.

En cas de crise, les individus prêtent **une plus grande attention au maintien des bonnes conditions de santé** de leurs voisins. Par exemple, les employés d'un bureau peuvent vérifier que les habitants du même bâtiment, surtout âgés, ne manquent pas d'eau en cas de vague de chaleur. Le lien social va ainsi permettre de lutter contre l'isolement des populations vulnérables. En outre, la multifonctionnalité des espaces permet d'assurer une présence quasi-permanente dans un bâtiment, et favorise la surveillance du bâtiment.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Il est important d'anticiper le **potentiel d'intégration de l'activité et du bâtiment dans le tissu local** déjà existant. La localisation du bâtiment est donc un élément primordial. S'il s'agit d'une action d'adaptation généraliste et dont l'efficacité est difficile à anticiper, des indicateurs et leviers permettent de mettre en place des conditions plus favorables aux interactions sociales (voir ci-dessous).

INTÉRIEUR

EXTÉRIEUR

INDICATEURS	- 1 à deux espaces communautaires au sein du bâtiment minimum - 10 à 20% minimum de la surface du bâtiment dédiée à une autre fonctionnalité pour les bâtiments tertiaires de plus de 1000m²	- Minimum 10 équipements accessibles à moins de 10 minutes à pieds (espaces communautaires, services, commerces etc.) - Zone de recul de maximum 5m devant le bâtiment (favoriser la proximité avec la façade)
EXEMPLES D'ESPACES COMMUNAUTAIRES	- Espace communs du bâtiment aménagés en espaces de détente, salle de conférence ou de réunion, local technique, réfectoire, espace de télétravail, etc.	- Jardin partagé, agriculture urbaine, toiture végétalisée accessible, parking, local vélo, etc.

La **multifonctionnalité** du bâtiment est un levier considérable pour favoriser la mixité fonctionnelle et la mixité sociale au sein du bâtiment. En associant bureaux, logements, et commerces, et en favorisant les échanges entre les occupants, une vie collective apparaît. Afin de garantir la durabilité du phénomène, il est important de garantir un niveau élevé de flexibilité dans les infrastructures et dans les modes de fonctionnement, en permettant au bâtiment d'évoluer avec les pratiques sociales (développement du télétravail, raréfaction des parkings, évolution des réseaux etc.).

Par ailleurs, favoriser le lien social passe aussi par le fait de **laisser de la latitude de décision et de marge de manœuvre dans l'action** à ceux qui sont destinataires des mesures mises en place, afin de permettre une meilleure appropriation des lieux et une adaptation continue. Pour ce faire, la mise en place d'un **comité de gestion intégrant l'ensemble des parties prenantes** favorise les échanges et la coopération et permet de créer une vie au sein du bâtiment.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

FREINS ET LEVIERS

⊕ Si le lien social est un réel levier dans la résilience des communautés, il est important pour les **acteurs de l'immobilier d'identifier leur rôle** dans le processus et de ne pas laisser la création de lien social à la charge des individus.

⊕ La communication, notamment autour des enjeux climatiques, peut être un réel levier pour favoriser les échanges. Le lien social va permettre d'améliorer la résilience de la population face aux crises environnementales mais aussi sociales ou encore sanitaires.

⊖ La promiscuité sociale ne doit toutefois pas se faire au détriment de la **qualité des espaces intérieurs et des conditions de confort des espaces privés.** Ainsi, il est important de veiller à une disposition intelligente des espaces, une isolation acoustique efficace des bâtiments, et une indépendance des accès.

⊕ Une **charte de vie commune**, définissant par exemple des notions d'occupation horaire, peut être mise en place. Par ailleurs, la coopération et la mutualisation des infrastructures peut permettre de dégager des économies d'échelle pour les occupants et de réduire les coûts ainsi que les frais de gestion du bâtiment.

EN SAVOIR PLUS

- Guide Bâtiment Durable (2013), Dossier – Favoriser les opportunités d'échange entre les occupants du bâtiment et leur voisinage
- Partenariat Français pour la Ville et les Territoires (PFVT) 2020, Recommandations pour des territoires résilients et adaptés au changement climatique

METTRE EN PLACE DES DISPOSITIFS DE SECOURS

ALÉA

INONDATION

SUBMERSION MARINE

VAGUE DE CHALEUR

FEU

TEMPÊTE

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

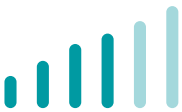
SENSIBILITÉ D'OCCUPATION

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS


moyen

Face au changement climatique, des solutions d'adaptation peuvent être mises en place afin d'améliorer la résilience du bâti et de ses occupants aux aléas climatiques. Il peut cependant arriver que ces solutions d'adaptation ne suffisent pas à prévenir les dégâts matériels et humains lors d'évènements climatiques. Il est donc essentiel de prévoir des dispositifs de secours permettant de mettre à l'abri les usagers et les équipements essentiels du bâtiment, en facilitant l'évacuation du bâti ou en les accueillant temporairement dans des zones refuge.

IMPACTS

Mettre en place des dispositifs de secours permet de **protéger les occupants** du bâtiment lors d'évènements climatiques, tels que les inondations, submersions marines, vagues de chaleur, feux et tempêtes et ainsi de limiter les conséquences humaines (blessés et morts). Les dispositifs de secours peuvent également permettre de **préserver les biens ou équipements** coûteux ou essentiels situés dans le bâtiment.

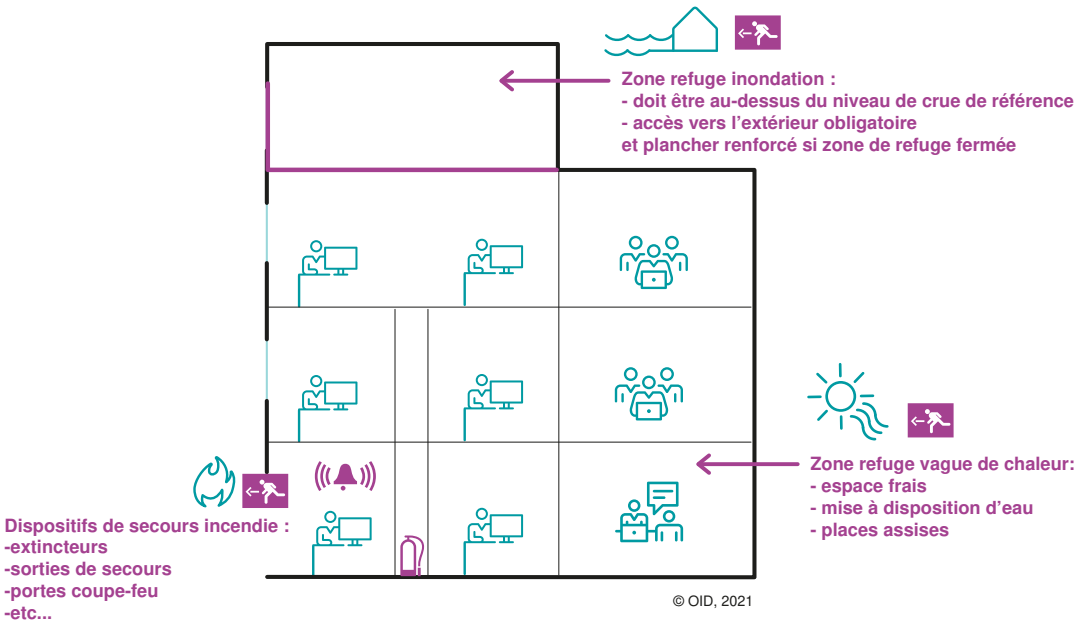
GUIDE DE MISE EN PLACE

Parmi les dispositifs de secours existants, on trouve à la fois : des **solutions techniques**, telles que les zones refuges ou les sorties de secours, et des **solutions organisationnelles**, tels qu'un plan de gestion de crise, des procédures de migration des serveurs, ou la désignation au sein de chaque équipe d'un responsable de l'évacuation. Afin d'assurer la sécurité des occupants et des équipements du bâtiment, il est conseillé de combiner des dispositifs de secours techniques et organisationnels.

Lors de la mise en place de dispositifs de secours techniques et organisationnels, il est essentiel :

1. De bien identifier les risques climatiques auxquels est exposé le bâtiment ;
2. De prendre en compte les caractéristiques topographiques du terrain qui pourraient constituer des facteurs à risque ou des facteurs de résilience dans la stratégie de mise en sûreté des usagers et des équipements ;
3. De bien identifier les **populations q**ui occupent le bâtiment (personnes âgées, familles, etc.) et les biens à protéger afin de proposer des dispositifs de secours adaptés ;
4. De mettre en place une **signalétique claire** permettant d'indiquer la marche à suivre en cas d'évènement climatique majeur.

DIVERS DISPOSITIFS DE SECOURS FACE AUX ALÉAS CLIMATIQUES



FREINS ET LEVIERS

- La mise en place de dispositifs de secours ne permet pas d'assurer à elle seule leur efficacité. En effet, l'impact des dispositifs **dépend grandement du degré de sensibilisation** et de préparation des occupants et des gestionnaires du bâtiment.
- On veillera donc, en parallèle de la mise en œuvre de dispositifs de secours, à informer les occupants et les gestionnaires du bâtiment des risques naturels encourus et des dispositifs de secours existants et à effectuer les exercices de simulation nécessaires.
- La mise en œuvre de mesures visant à favoriser le lien social peut également contribuer à améliorer l'efficacité des dispositifs de secours grâce au **développement d'une plus forte solidarité** entre les usagers du bâtiment.
- La mise en place de dispositifs de secours spécifiques **peut être rendue obligatoire** par différents dispositifs normatifs nationaux (e.g. Code de la Construction et de l'Habitation) et locaux (e.g. Plans de Prévention des Risques (PRR)).

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

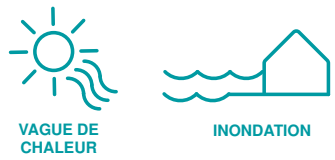
EN SAVOIR PLUS

- Calyxis (2018), Aménager ou créer une zone refuge

- Ministère de l'égalité des territoires et du Logement et Ministère de l'écologie, du Développement Durable et de l'énergie (2012), Aménagement d'une zone refuge dans l'habitat individuel existant

FLEXIBILISER LES PRATIQUES D'ORGANISATION DU TRAVAIL

ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

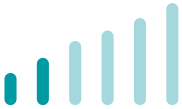
PARTIE DU BÂTIMENT

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



Au-delà des solutions d'adaptions techniques qui s'appliquent à l'échelle du bâtiment ou du territoire, la résilience du bâtiment dépend en partie de la capacité de résilience des occupants. Pour les bâtiments accueillant des activités professionnelles (tertiaires ou industries), la culture d'entreprise peut être un facteur de résilience. Le concept de résilience organisationnelle a été théorisé par les scientifiques et s'appuie principalement sur la flexibilité des modes opératoires au sein de l'organisation, et la responsabilisation des individus.

IMPACTS

Les conséquences du changement climatique peuvent menacer la poursuite des activités professionnelles : dégradation de l'intégrité du bâtiment qui ne peut plus assurer ses fonctions (incendie, inondation, désordres du bâtiment etc.), température trop élevée dans les locaux qui induisent une baisse de productivité, perturbation des réseaux (accès au bâtiment, coupure d'alimentation en eau ou électricité), etc. Le stress thermique et des températures plus élevées réduisent la productivité des travailleurs et augmentent le risque de fatigue, ce qui peut conduire à une possible « perte de vigilance », et accroître les risques d'accidents de travail (trébucher, se cogner ou faire d'autres faux mouvements, etc.).

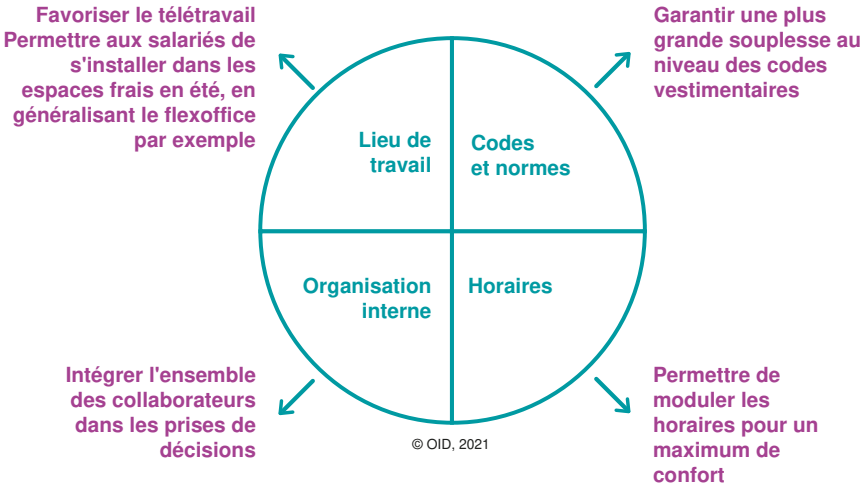
Assouplir les normes organisationnelles et favoriser une plus grande liberté au niveau des stratégies de management doit permettre d'assurer une certaine **continuité des activités** au sein du bâtiment en période de crise, en mode dégradé, et de **limiter les pertes économiques**.

GUIDE DE MISE EN PLACE

L'adaptation doit être pensée à toutes les échelles d'une organisation, à la fois au niveau du management et des équipes sur le terrain. En effet, les équipes sont un levier de résilience important, garantes de la poursuite des activités en cas de crise. Pour leur permettre d'être un maillon fort de cette résilience, plusieurs pistes permettant à l'organisation de **gagner en flexibilité** peuvent être envisagées (voir schéma).

Cette plus grande flexibilité pour les collaborateurs ne signifie en rien une réduction des échanges ou une perte de visibilité sur les activités ; elle doit pour ce faire être accompagnée du développement de pratiques managériales adaptées.

D'une manière générale, l'implication des collaborateurs dans l'élaboration de la stratégie d'adaptation doit être favorisée afin de leur permettre d'identifier directement les meilleurs leviers pour améliorer leurs conditions de travail et d'être force de propositions dans la résolution de problèmes liés aux crises rencontrées, qu'elles soient climatiques, sanitaires ou autre. La résilience collective s'appuie ainsi sur **l'engagement des parties prenantes dans la stratégie d'adaptation** de l'organisation. De plus, en communiquant de manière transparente sur les risques aux occupants, les individus sont responsabilisés et se sentent impliqués dans la préservation du bâtiment.



FREINS ET LEVIERS

- ⊕ Apporter plus de flexibilité et de résilience dans les processus organisationnels ne signifie pas s'affranchir des modèles en place, mais consiste plutôt en une forme **d'hybridation des modes de travail** (tous les profils et postes ne sont pas adaptés à ce modèle). En effet, le cadre traditionnel de l'organisation (structure, processus de décision, ressources etc.) peut continuer à servir de repère, en laissant la possibilité d'une adaptation temporaire par les acteurs en conditions extrêmes.
- ⊕ Les nouveaux modes de travail **nécessitent la mise à disposition d'outils de connectivité** performants et accessibles par l'ensemble des employés. Pour ce faire, des formations doivent être envisagées pour éviter l'exclusion des non-initiés.
- ⊕ Il est important de s'assurer que tous **les collaborateurs disposent de conditions de travail satisfaisantes**, notamment dans le cadre du télétravail, et de proposer si ce n'est pas les cas des alternatives aux employés qui le désirent.
- ⊖ Enfin, ces évolutions ne dispensent pas de la mise en place de dispositifs de secours ou d'urgence par le gestionnaire du bâtiment ou l'organisation en place.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Bégin et al. (2010), La résilience des organisations. Le cas d'une entreprise familiale
- CEREMA (2020), La boussole de la résilience - repères pour la résilience territoriale
- Confédération européenne des syndicats (2020), Adaptation au changement climatique et monde du travail
- Sofrecom (2020), La crise sanitaire : un levier de réflexion sur l'évolution du modèle d'organisation du travail

AMÉNAGER DES BASSINS DE RÉTENTION

ALÉA

INONDATION

FEU

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

TERRITOIRE

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

L'aménagement de bassins de rétention s'inscrit dans une stratégie de gestion alternative des eaux de pluie qui privilégie l'infiltration d'eau et limite le rejet de polluants dans la nature. Qu'il s'agisse de bassins à ciel ouvert ou enterrés, leur rôle est de stocker le surplus d'eau lors de fortes pluies ou de crues, afin d'éviter que celui-ci ne se déverse sur le bâtiment, les réseaux et les infrastructures stratégiques. Une fois stockées, les eaux collectées sont évacuées petit à petit par évaporation, infiltration ou dans des exutoires à débits régulés (puits, réseaux).

IMPACTS

Les bassins de rétention permettent de **retarder l'arrivée de l'eau**, de désengorger les réseaux d'assainissement et d'atténuer l'intensité des inondations. En cas de réemploi des eaux pluviales, ils constituent un facteur de résilience en **diminuant la dépendance des territoires** aux réseaux d'eau qui sont susceptibles d'être endommagés durant un épisode climatique violent. Ils peuvent également s'avérer très utiles en cas de feux.

Les bassins de rétention permettent de **dépolluer les eaux de pluies** qui auraient, sans cela, ruisselé sur des surfaces polluées (parkings, site industriel, etc.) par décantation des matières en suspensions ou par phytoépuration (épuration par les plantes).

Les bassins secs végétalisés (versions élargies des noues) participent à **l'amélioration de la qualité l'air** et les bassins en eau permettent de rafraîchir les zones alentours et d'accueillir la biodiversité locale.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Il existe trois types de bassins de rétention. Les caractéristiques, avantages et inconvénients de chaque système sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	CARACTÉRISTIQUES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
BASSIN SEC	• Ne contient pas d'eau en temps normal • Est recouvert de végétation ou d'une géomembrane étanche	• Peut être aménagé afin de servir à d'autres usages (terrain de jeux, parking, etc.) en dehors des périodes d'utilisation	• Nettoyage nécessaire des dépôts après utilisation • Occupation d'espace • Risque d'inconfort lié aux odeurs
BASSIN EN EAU	• Plan d'eau permanent • Installation d'une géomembrane étanche surtout pour les bassins de taille limitée	• Rafraîchit les zones environnantes • Présence d'un écosystème aquatique • Atout paysager • Possibilité de réemployer les eaux pluviales collectées	• Occupation d'espace • Risque de prolifération d'insectes et d'amphibiens • Risque d'inconfort lié aux odeurs
BASSIN ENTERRÉ	• Ne contient pas d'eau en temps normal • Ouvrage de stockage souterrain	• Pas d'utilisation d'espace • Ouvrage discret • Possibilité de réemployer les eaux pluviales collectées	• Plus coûteux que les bassins à ciel ouvert • Difficultés d'accessibilité et d'entretien

Exemple de bassin de rétention sec aménagé en terrain de football (Tavernolles, France)

FREINS ET LEVIERS

⊕ Dans un contexte où les ressources en eau se font de plus en plus rares, la mise en place d'un bassin de rétention peut permettre, par le réemploi des eaux pluviales, de **diminuer la consommation en eau potable** des services communautaires et de la population. Ce dispositif apparaît ainsi comme l'une des solutions permettant de répondre aux besoins en eau des projets de végétalisation.

⊖ Parce qu'ils nécessitent une **surface foncière importante**, les bassins de rétention non-enterrés sont surtout adaptés aux milieux péri-urbains ou ruraux.

⊖ Ce dispositif de lutte contre les inondations est le plus **souvent mis en place à l'échelle territoriale**. A l'échelle du bâtiment, d'autres solutions de stockage des eaux pluviales comme une toiture végétalisée ou une citerne de récupération des eaux de pluies permettent de lutter contre les inondations.

⊕ Il n'existe à ce stade aucune obligation réglementaire à l'échelle nationale pour assurer la sécurité de ces ouvrages. Selon l'article 1384 du code civil leur sécurité relève en effet de leurs propriétaires qu'ils soient sur l'espace public ou privé. Certains bassins sont soumis à la rubrique 2.1.5.0. « Rejets d'eaux pluviales » du code de l'environnement.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Lille Métropole (2012), Guide de gestion des eaux pluviales – Fiche technique 4
- Grand Lyon (2008), Fiche n°5 : Bassin de rétention et / ou infiltration
- Wallonie environnement SPW (2020), Gestion durable des eaux pluviales a la parcelle en zone urbanisable en région wallonne – Fiche n°12 : Le bassin en eau
- Wallonie environnement SPW (2020), Gestion durable des eaux pluviales a la parcelle en zone urbanisable en région wallonne – Fiche n°12 : Le bassin sec

DIMENSIONNER LA GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LA PARCELLE

ALÉA

INONDATION

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

TOITURE

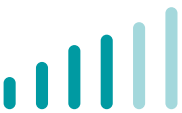
EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

Veiller à une bonne gestion de l'eau nécessite d'anticiper les chemins d'écoulement de l'eau sur le bâtiment et la parcelle lors de fortes précipitations. La réalisation d'un schéma hydraulique lors de la conception du bâtiment doit permettre de mieux appréhender cet enjeu, en décrivant les processus de ruissellement des eaux depuis les surfaces de collecte, en passant par les dispositifs de gestion des eaux jusqu'à leur évacuation finale.

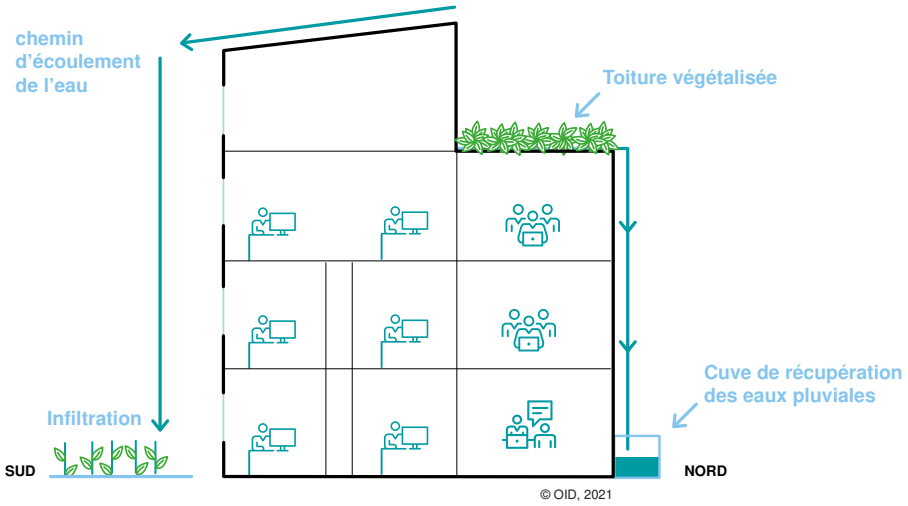
IMPACTS

Depuis plusieurs décennies, la gestion des eaux pluviales, parce qu'elle a été prise en charge par les pouvoirs publics, n'est plus vraiment considérée comme un enjeu par les acteurs de l'immobilier. Pourtant, en cas de fortes précipitations, les réseaux d'évacuation d'eau peuvent rapidement se retrouver submergés du fait de l'**afflux des eaux de pluie et de ruissellement**. La conception d'un schéma hydraulique optimal peut permettre d'envisager une gestion des eaux pluviales à l'échelle du bâti et d'éviter le **surengorgement des réseaux** et donc de diminuer le risque d'inondation sur le bâtiment et la parcelle. Cette stratégie peut permettre d'accroître la résilience collective d'un quartier, d'une ville ou d'un territoire.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Les eaux de ruissellement empruntent sur le bâtiment un chemin hydraulique défini naturellement par l'architecture. Le secteur du bâtiment, confronté à ces problématiques depuis longtemps, a déjà développé un certain savoir-faire quant aux dispositifs de gestion des eaux pluviales pouvant être mis en place : gouttières, chéneaux et tuyaux d'évacuation, rassemblés dans un Document Technique Unifié (DTU 40.5). Toutefois, la stratégie consiste aujourd'hui principalement à rediriger l'eau vers les dispositifs d'évacuation, et ne favorise pas le **développement d'une réflexion à l'échelle de la parcelle.** Les dispositifs tels que la récupération des eaux pluviales et l'installation d'une toiture végétalisée, réduisent la quantité d'eau de ruissellement lors de fortes pluies. L'évacuation de l'eau doit être pensée à l'échelle du bâtiment (à l'intérieur du bâtiment par les systèmes de ventilation et de pompage), et à l'échelle de la parcelle (infiltration par la désimperméabilisation, noues, bassins de rétention etc.), afin de tendre vers un **débit de fuite à l'exutoire le plus faible possible**. Cela a pour but de limiter l'afflux d'eau dans les réseaux collectifs d'évacuation (pour connaître les capacités d'accueil des réseaux d'assainissement locaux, rapprochez-vous des services locaux).

SCHÉMA HYDRAULIQUE DE L'ÉCOULEMENT DES EAUX PLUVIALES ET DES POINTS D'INFILTRATION SUR LE BÂTIMENT



FREINS ET LEVIERS

- Les collectivités, de plus en plus exposées aux périodes de fortes précipitations, commencent à **fixer des seuils de débit d'écoulement pour les nouveaux raccordements** aux réseaux collectifs. Avec la multiplication des épisodes extrêmes, ces pratiques vont avoir tendance à se généraliser.
- En **milieu urbain**, la densité des bâtiments limite les espaces disponibles pour l'infiltration des eaux de pluie dans les sols. Les **stratégies sur bâti** (toiture végétalisée, cuve de récupération, etc.) peuvent plus facilement s'appliquer.
- Dans les immeubles de grande hauteur, l'eau récupérée peut notamment servir pour **alimenter les dispositifs de sécurité incendie par écoulement gravitaire** situés en hauteur ou pour stabiliser le bâtiment au niveau du poids et éviter les torsions structurelles (Tour Evasion 2000, 75015 PARIS).
- Le ruissellement des eaux sur le bâtiment peut **favoriser l'accumulation de particules polluantes** (particules organiques, hydrocarbures, métaux lourds, etc.), qui se retrouveront ensuite dans les sols. Pour éviter ces rejets, un **entretien régulier** des dispositifs doit être prévu sur le bâtiment, à la charge d'une équipe clairement identifiée.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

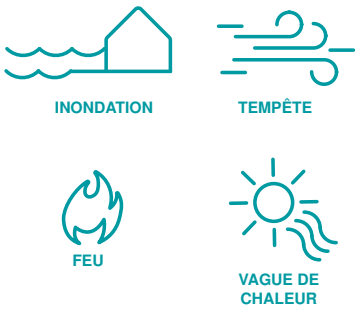
EN SAVOIR PLUS

- Guide bâtiment durable Brussels (2013), Gérer les eaux pluviales sur la parcelle

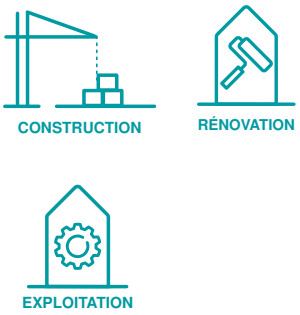
- Mission Risque Naturel (2021), Toiture-terrasse plate avec étanchéité auto-protégée - Prévention des risques d'effondrement liés aux effets des actions météoriques

FAVORISER L'AUTOCONSOMMATION ÉLECTRIQUE

ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



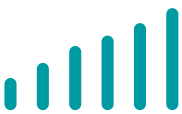
PARTIE DU BÂTIMENT

COÛTS

€ € €

faible moyen **élevé**

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



élevé

L'autoconsommation électrique est une démarche qui vise à couvrir par une production locale tout ou partie de sa consommation d'électricité ; producteur et consommateur sont donc la même entité. Elle peut s'appréhender à l'échelle individuelle, avec un seul producteur et consommateur, ou à l'échelle collective, en rassemblant plusieurs producteurs et consommateurs dans la limite de 3 MW de puissance et 2km (20km sur autorisation). S'il est beaucoup question d'autoconsommation électrique, cette pratique peut aussi s'appliquer à d'autres enjeux par analogie, notamment les réseaux d'eau ou encore l'approvisionnement alimentaire (production locale).

IMPACTS

Le changement climatique, parce qu'il renforce l'intensité et la fréquence des aléas climatiques tels que les inondations, les tempêtes ou les vagues de chaleur, accroît les risques de défaillance ou de coupure sur les réseaux. Mettre en place un dispositif d'autoconsommation électrique, permet de **réduire la dépendance du bâtiment** vis-à-vis de ces réseaux et donc d'augmenter sa résilience en cas de crise. Il s'agit alors de garantir un niveau d'approvisionnement suffisant pour alimenter les consommations de base liées aux activités du bâtiment et d'assurer une poursuite des activités en mode dégradé (serveurs, éclairage, besoins en rafraîchissement etc.).

GUIDE DE MISE EN PLACE

Qu'elle soit pensée à l'échelle du bâtiment ou à l'échelle du quartier, l'autoconsommation électrique doit être dimensionnée de telle sorte à assurer le niveau de consommation de base du bâtiment, à l'aide d'une source d'énergie renouvelable identifiée selon les caractéristiques du territoire : le photovoltaïque, l'éolien, la géothermie, ou encore la biomasse. Le dimensionnement de l'installation est essentiel : l'objectif n'est pas d'assurer l'autonomie complète du bâtiment, qui nécessiterait un dimensionnement capable de subvenir aux besoins en permanence même lors des pics de consommation occasionnels, mais un **niveau d'électricité suffisant pour assurer une poursuite des activités en mode dégradé** en cas de crise. Il est donc recommandé de faire appel à un bureau d'études techniques spécialiste de la question.

Du fait de l'intermittence de la production (dépendance aux conditions météorologiques), un dispositif de stockage peut être envisagé pour différer la consommation de l'électricité produite. Toutefois, **certains usagers ont un profil de consommation particulièrement adapté à la production photovoltaïque** ; c'est notamment le cas des **bâtiments tertiaires**, qui ont un besoin en électricité important en période de forte chaleur (pour le rafraîchissement) et pendant la journée (pour l'alimentation des serveurs, matériel de bureautique, bornes de recharge de véhicules électriques, etc.).

Pour les centrales photovoltaïques, une **maintenance annuelle** pour vérifier le bon état de fonctionnement de l'installation doit être prévue, ainsi que des interventions supplémentaires de dépoussiérage des panneaux. Si la durée de vie de la centrale est garantie jusqu'à 25 voire 30 ans, les onduleurs, qui convertissent le courant continu des modules photovoltaïques en courant alternatif identique à celui du réseau, doivent être renouvelés tous les 8-12 ans.

Toiture de l'Hôtel des Postes, Nantes

Ombre projetée du bâtiment voisin sur l'installation photovoltaïque

En cas de projet sur un bâtiment existant, il est important de **mener une étude de faisabilité** en amont, notamment pour identifier d'éventuels surcoûts liés à l'installation des nouveaux réseaux (cheminement du câble, espace disponible pour les dispositifs de sécurité etc.).

FREINS ET LEVIERS

- Les **objectifs nationaux** fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) misent sur un développement de l'autoconsommation. Cette volonté politique se traduit notamment dans la Loi Energie Climat (2019), qui oblige certains types de bâtiments tertiaires de plus de 1000m² à équiper au moins 30% de leur toiture de panneaux photovoltaïques.
- Le **tiers financement**, autorisé depuis 2019, peut rendre possible une opération sans toutefois nécessiter l'investissement initial qui peut être dissuasif.
- L'installation d'une centrale photovoltaïque intégrée à la toiture limitant l'accès aux **couches d'étanchéité** situées en dessous, son installation doit être programmée selon le calendrier de renouvellement des matériaux d'étanchéité.
- Le recours à une énergie renouvelable ne doit pas justifier une stratégie de rafraîchissement basée uniquement sur des systèmes énergivores, et la **sobriété énergétique** ainsi que les stratégies de rafraîchissement passif (géothermie, ventilation ou méthodes adiabatiques) doivent être favorisées.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

POST-IMMO

BÂTIMENT : HÔTEL DES POSTES, NANTES
SUPERFICIE : 32 000M², 5 ÉTAGES
USAGE : TERTIAIRE
COÛT : 230 000 – 260 000€

La réalisation d'importants travaux de rénovation sur le bâtiment de l'Hôtel des postes localisé au cœur de Nantes a permis à Poste-immo d'intégrer à la toiture une centrale photovoltaïque de 1 400 m² pour une puissance de 256 kWc. Avec un dimensionnement contraint par l'espace disponible et l'ombre projetée d'un immeuble de grande hauteur voisin, le dispositif permet de satisfaire 13% des besoins énergétiques du bâtiment, et 95% de l'électricité produite est consommée directement sur place. Ce taux d'autoconsommation élevé résulte de la synergie entre les pics de production et de consommation pour ce bâtiment tertiaire.

Situé sur un bâtiment historique, le projet a eu du mal à être accepté et a d'abord été écarté par l'Association Nationale des Architectes des Bâtiments de France pour des raisons esthétiques. La centrale a finalement pu être installée en optant pour des panneaux « full black » noirs qui ont permis de garantir sa discrétion. La centrale permet de sécuriser entre 24 000 et 25 000€ de charges annuelles, et sera rentabilisée au bout d'une période de 12 à 14 ans, avec une durée de vie de l'installation photovoltaïque garantie pour 25 ans.

EN SAVOIR PLUS

- Collectif Energies Renouvelables pour tous (2019), Pour un développement réel de l'autoconsommation collective
- Observatoire de l'Immobilier Durable (OID) (2020), Autoconsommation électrique, Enjeux et pistes de valorisation
- Office Franco-Allemand de la Transition Energétique (OFATE) (2019), Le cadre juridique des installations photovoltaïques sur bâti en France

LESTER LE MOBILIER EXTÉRIEUR

ALÉA

INONDATION

TEMPÊTE

SUBMERSION MARINE

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

EXPLOITATION

PARTIE DU BÂTIMENT

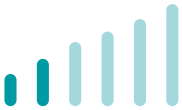
EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS


faible

Si le mobilier extérieur (bancs, clôtures de jardin, panneaux de signalisation, etc.) n'est pas suffisamment fixé au sol, il peut être emporté lors d'épisodes climatiques violents et causer d'importants dégâts matériels et humains. La force du courant ou du vent, lors d'inondations, de submersions marines ou de tempêtes, peut en effet arracher et entraîner le mobilier extérieur. Lorsqu'un bâtiment ou un territoire est exposé à de tels risques, une stratégie de lestage peut être envisagée. Celle-ci peut être combinée à des procédures de mise en sûreté du mobilier extérieur amovible.

IMPACTS

Si le mobilier extérieur se retrouve emporté lors d'épisodes climatiques violents, de graves **conséquences humaines** (blessés ou morts) et **matérielles** (endommagement de véhicules, de bâtiments, etc.) sont à craindre. De nombreuses conséquences indirectes dues à **l'arrêt des réseaux**, endommagés par le mobilier urbain peuvent allonger le délai de retour à la normale.

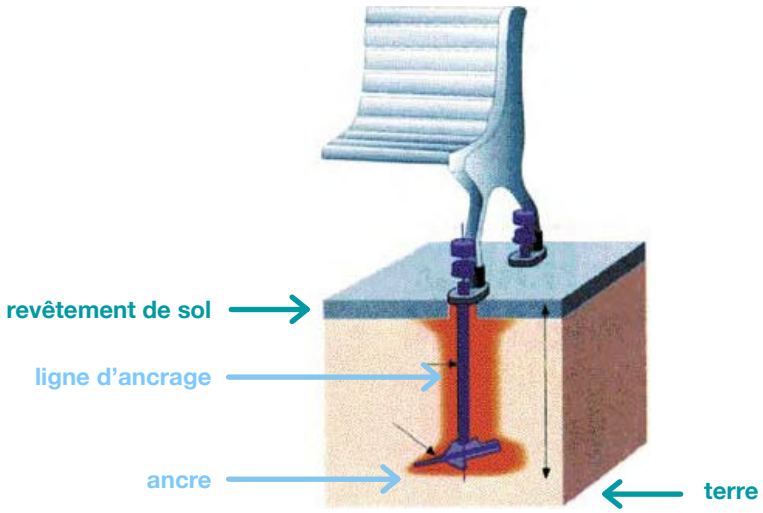
En outre, la dégradation du mobilier urbain peut être un facteur de danger après l'épisode climatique violent (e.g. absence de panneaux de signalisation qui crée une grande confusion parmi les usagers). Le **coût du rachat** du mobiliser et de sa **remise en l'état** doit également être pris en compte.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Trois principaux types de dispositifs de fixation du mobilier extérieur existent :

- **Scellement par béton ou mortier** : il s'agit de creuser un trou à chaque point d'ancrage du mobilier puis de remplir ce trou par du béton ou du mortier. Cette méthode d'ancrage est longue (plusieurs heures).
- **Scellement par forage** : il s'agit d'effectuer un forage du sol afin d'y insérer une tige avec un ancrage fixé au bout. Le mobilier est maintenu solidement grâce à la compression du sol entre l'ancre du fond et le pied de l'équipement. Cette méthode permet de fixer le mobilier urbain en quelques minutes et de ne pas abîmer le revêtement existant.
- **Scellement par vis** : il s'agit de visser un dispositif de fixation directement dans le sol sans avoir recours au béton ou au forage. Cette méthode est également rapide et sans dommage pour le revêtement existant.

ILLUSTRATION DU SCELLEMENT PAR FORGE D'UN BANC



Source : Technicontact

FREINS ET LEVIERS

- Lester le mobilier extérieur est un dispositif de prévention qui peut être mis en place à la fois à l'échelle du territoire par les autorités locales, telles que les mairies ou les communautés de communes, mais également à l'échelle du bâtiment, où on veillera à **réduire la prise au vent** des équipements du bâti.
- Ce dispositif permet à la fois de limiter les dégâts liés à l'arrachement des équipements en cas d'épisodes climatiques violents mais également de se prémunir des dégradations volontaires ou involontaires liées à l'activité humaine.
- Ancrer le mobilier urbain s'inscrit dans une stratégie d'anticipation de gestion de crise plus large car ce dispositif permet également de **protéger les réseaux** en s'assurant qu'un objet ne viendra pas perturber leur bon fonctionnement (câbles arrachés, objet en travers de la route, etc.).

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

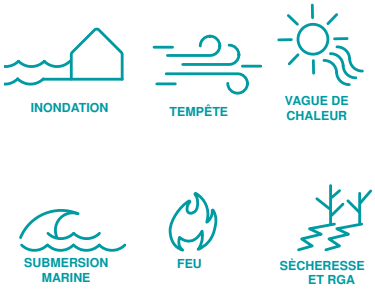
Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

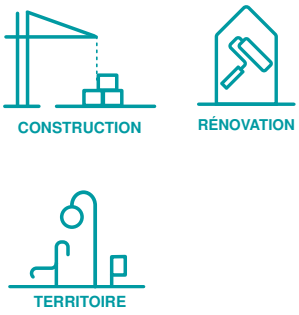
- Bayo's, Solutions de fondation pour la pose de mobilier urbain
- Le Moniteur (2000), Des fondations sans béton pour mobilier urbain
- Weber, Sceller du mobilier urbain

METTRE EN PLACE UN MAILLAGE EFFICACE DES RÉSEAUX

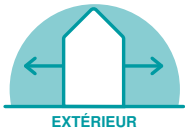
ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



PARTIE DU BÂTIMENT



COÛTS

€ € €

faible moyen **élevé**

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevée

Le maillage des réseaux consiste à mettre en place des interconnexions au sein d'un réseau ou entre plusieurs réseaux de même type afin d'assurer une meilleure sécurité d'alimentation du secteur desservi. L'idée est d'améliorer la résilience des réseaux en créant une diversité des chemins, des nœuds, des points d'alimentation et éventuellement des sources d'énergie.

Bien que l'utilisation la plus courante du maillage concerne le réseau routier, il peut être mis en place pour l'assainissement, l'eau potable, l'électricité et les réseaux de chauffage ou refroidissement urbain.

IMPACTS

Le maillage d'un réseau permet d'assurer la **continuité du service en cas de défaillance** sur l'une des branches du réseau en redirigeant le flux vers une autre branche de ce réseau. Celui-ci ne peut être efficace que si les infrastructures du réseau ont la capacité de prendre en charge un flux plus élevé qu'à la normale et d'être inversés (notamment pour les réseaux d'eau qui peuvent être conçus pour un sens découlement prédéfini dans le cas de réseaux gravitaires par exemple).

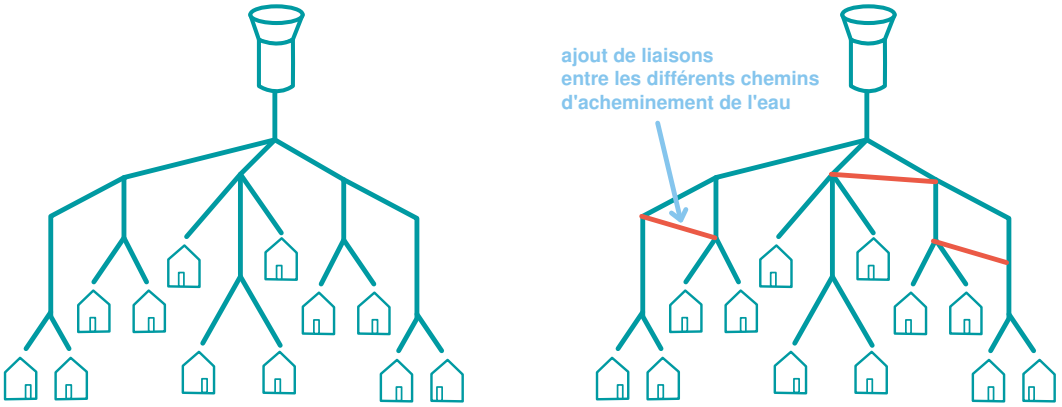
Le maillage des réseaux est particulièrement critique pour les **bâtiments accueillant des activités essentielles**, qui ne peuvent se permettre d'être coupées d'un ou plusieurs réseaux même pour quelques heures. La mise en place d'un maillage efficace est d'autant plus nécessaire qu'une altération d'un réseau peut entraîner des **effets en cascade** sur les autres : ainsi, en cas de coupure d'électricité, l'eau courante potable vient à manquer au bout de quelques heures.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Le maillage des réseaux peut être mis en place soit par les usagers, en se raccordant à différentes parties d'un même réseau ou à différentes sources d'approvisionnement, soit par le gestionnaire du réseau sur demande des autorités locales. Il doit **tenir compte des spécificités de chaque type de réseaux** et des vulnérabilités sociales et territoriales (zones peu desservies, populations vulnérables, infrastructures stratégiques, etc.). Pour certains réseaux, des aménagements supplémentaires peuvent être nécessaires pour assurer la réversibilité des réseaux, notamment des réseaux d'eaux.

Du fait de l'allongement de la longueur des réseaux, les probabilités de défaillances sur une ou des branches du réseau sont plus élevées. Un **système de compartimentage du réseau** (par vannes sur canalisations par exemple) peut permettre d'intervenir sur une partie du réseau sans couper l'alimentation de l'ensemble des bâtiments desservis. En outre, pour les réseaux d'eau particulièrement, le **système de vannes sur canalisations** permet de réduire les risques de prolifération de bactéries sur les branches secondaires et les problématiques liées aux problématiques de circulation dans les réseaux gravitaires.

EXEMPLE DE MAILLAGE D'UN RÉSEAU D'EAU POTABLE



© OID, 2021

Exemples de maillage :

Maillage d'un réseau d'eau potable : ces réseaux étant relativement arborescents, il est intéressant de mettre en place des connexions (ici marquées en rouge) entre les différentes branches du réseau afin d'augmenter la résilience de celui-ci.

Maillage d'un réseau routier : mise en place de déviations en concertation avec les communes avoisinantes.

FREINS ET LEVIERS

- ⊖ La **multiplicité des acteurs** intervenant dans les réseaux, particulièrement en milieux urbains, peut constituer un obstacle à la mise en place d'une stratégie cohérente de maillage des réseaux.
- ⊕ Dans les milieux urbains, un maillage peut être mis en place à l'échelle du bâtiment en **multipliant les points de raccordement** aux différents réseaux d'approvisionnement.
- ⊖ Dans les **zones rurales**, où les réseaux sont très étendus, mettre en place un maillage des réseaux peut parfois s'avérer **très couteux et peu rentable**. Des stratégies d'autoconsommation d'électricité, de modification des sources d'approvisionnement des réseaux de chauffage (géothermie, chaufferie bois, méthanisation, etc.) ou de réemploi des eaux pluviales peuvent alors être envisagées afin de garantir une certaine autonomie en cas de crise.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

GROUPE ADP

BÂTIMENT : AÉROPORT DE PARIS – CHARLES DE GAULLE, RÉGION PARISIENNE.
SUPERFICIE : MULTISITES TERTIAIRES D'ENVIRON 1,5 MILLIONS DE M²
USAGE : BUREAUX, LOGISTIQUE, HÔTELLERIE, COMMERCES, HANGARS AVIONS.
COÛT : NA

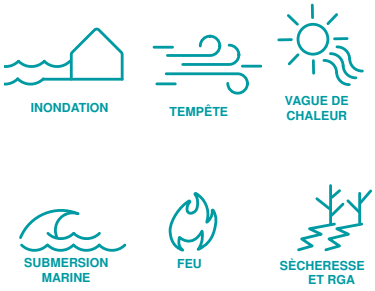
Du fait du caractère stratégique de ses installations, le groupe ADP mène depuis sa constitution une réflexion autour de la résilience de ses réseaux à la fois électriques, frigorifiques, thermiques, routiers ou encore hydrauliques, face à d'éventuelles défaillances et actes de malveillance. Pour le réseau électrique de l'Aéroport Paris – Charles de Gaulle, un maillage en boucles enchevêtrées permet de rediriger instantanément l'électricité en cas de défaillance sur une branche et d'éviter les effets « cul-de-sac », en multipliant les chemins d'approvisionnement. Ce schéma, intégré directement en phase de conception des infrastructures et couplé à des centrales de production directement implantées sur site, garantit une robustesse très importante au réseau. La complexité de mise en œuvre nécessite toutefois des compétences internes particulièrement développées et difficilement externalisables. Un surcoût conséquent est répercuté sur les abonnements électriques. Il s'agit dans ce cas d'une solution envisageable sur des projets s'inscrivant dans une stratégie de long terme et pour des bâtiments abritant des activités, notamment industrielles, particulièrement sensibles nécessitant un approvisionnement hautement sécurisé.

EN SAVOIR PLUS

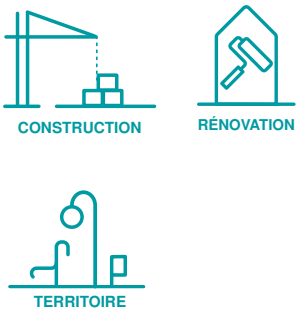
- Centre européen de prévention des risques d'inondation (2016), Le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation
- Jean-Bernard Bardiaux (2016), L'architecture du réseau de distribution
- Ministère de l'écologie et du développement durable (2005), Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations

PROTÉGER LES RÉSEAUX

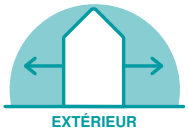
ALÉA



ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



PARTIE DU BÂTIMENT



COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

élevé

Les réseaux sont nécessaires au bon fonctionnement des activités humaines, c'est pourquoi il est essentiel de les protéger afin de se prémunir des dégâts qui peuvent être occasionnés par des évènements climatiques extrêmes. Parmi les réseaux stratégiques qu'il faut sécuriser en priorité on trouvera les réseaux routiers, d'électricité, d'eau et de télécommunications. L'interdépendance des réseaux constitue un facteur de vulnérabilité supplémentaire car par effet en cascade, une défaillance sur un seul des réseaux peut avoir un impact sur le bon fonctionnement de la totalité de ceux-ci, et donc aggraver les effets d'une crise.

IMPACTS

De nombreux aléas climatiques, tels que les inondations, les tempêtes et les vagues de chaleur font peser un **risque de défaillance sur les réseaux** et menacent ainsi la poursuite des activités humaines, économiques et industrielles à l'échelle du bâtiment et du territoire.

Protéger les réseaux permet de **réduire les risques d'arrêt partiel ou total** des réseaux en cas d'évènement climatique majeur et ainsi de limiter les **conséquences humaines** (blessés, morts), économiques (perte de biens, impossibilité de poursuivre une activité) **et environnementales** (pollution d'un cours d'eau en cas d'arrêt de fonctionnement d'une station d'épuration) qui seraient à craindre.

GUIDE DE MISE EN PLACE

Avant de mettre en place une stratégie de protection des réseaux, il est nécessaire d'identifier les réseaux critiques et d'effectuer une évaluation des risques en fonction de la vulnérabilité du territoire et des installations.

Il existe différents dispositifs permettant de protéger les réseaux en fonction du risque climatique :

En rouge les dispositifs qui s'avèrent être des facteurs de résilience et des facteurs de risques en fonction des aléas.

ALÉAS	DISPOSITIFS
INONDATION	• Mise hors d'eau des installations électriques et de télécommunications au niveau du bâtiment et du territoire • Surélévation des voies d'accès aux bâtiments stratégiques • Etanchéisation des réseaux • Amélioration de la résistance mécanique des ouvrages • Eloignement des arbres des réseaux non-enterrés
VAGUE DE CHALEUR	• Attention particulière portée aux réseaux enterrés qui sont très sensibles à une augmentation de la température • Surdimensionnement des lignes pour compenser la réduction du débit due à une augmentation de la température

SÈCHERESSE ET RGA	• Sélection de matériaux offrant aux canalisations une grande flexibilité • Installation de joints souples au niveau des raccords • Etanchéisation des canalisations
TEMPÊTE	• Ancrage des installations des réseaux • Enterrement des réseaux • Eloignement des arbres des réseaux non-enterrés
FEU	• Ajout de gaines anti-feu autour des câbles et tuyaux • Eloignement des arbres des réseaux non-enterrés

FREINS ET LEVIERS

⊕ Ne pas protéger ses réseaux peut s'avérer coûteux car si, dans le cas d'une inondation, les dommages subis dans les zones inondées peuvent être indemnisés, les **dommages indirects liés à des défaillances des réseaux** subis en dehors des zones inondées ne le seront pas.

⊖ Il peut être difficile d'effectuer une évaluation de la vulnérabilité des réseaux car les **informations relatives aux impacts de la défaillance des réseaux sont dispersées** (du fait du grand nombre d'acteurs impliqués) et difficiles à collecter. En outre, **certaines recommandations peuvent s'avérer contradictoires** : ainsi, surélever certains réseaux peut permettre d'améliorer leur résilience en cas d'inondation, mais s'avère être un facteur de vulnérabilité en cas de vents violents.

⊕ Afin d'assurer une continuité de service des réseaux, il est conseillé d'associer les dispositifs de protection des réseaux à un maillage efficace.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

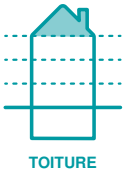
- Agence Qualité Construction (AQC) (2004), Sécheresse et construction sur sol argileux : réduire les dommages
- Centre européen de prévention des risques d'inondation (CEPRI) (2016), Le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation
- Le monde de l'énergie (2019), Réseaux électriques et changement climatique : une menace inévitable
- Ministère de l'écologie et du développement durable (2005), Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations

RÉEMPLOYER LES EAUX PLUVIALES

ALÉA

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

PARTIE DU BÂTIMENT

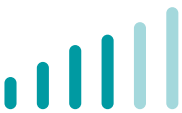


COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



moyen

La mise en place d'un dispositif de réutilisation des eaux de pluie s'inscrit dans une stratégie d'amélioration de la résilience du bâtiment, qui passe entre autres par son autonomisation. Dans un contexte où les phénomènes climatiques extrêmes se multiplient et s'intensifient et où, parallèlement, les ressources en eau se font de plus en plus rares, il s'agit de capter les eaux pluviales, en général au niveau de la toiture, puis de les stocker afin d'en faire un usage au niveau du bâtiment à l'exclusion des usages alimentaires et sanitaires (aujourd'hui interdits par la législation française).

IMPACTS

En captant une partie des eaux de pluie, les dispositifs de réutilisation des eaux pluviales, permettent d'**atténuer les inondations** lors de périodes de fortes pluies et de **limiter l'engorgement des réseaux d'assainissement**.

La mise en place d'un tel dispositif permet d'**économiser les ressources en eau**, mais aussi de réaliser des économies financières et de disposer de réserves d'eau dans un contexte d'intensification et de multiplication des vagues de chaleur et des phénomènes de sécheresse. Dans les immeubles de grande hauteur (IGH), l'eau récupérée peut notamment servir à **alimenter les dispositifs anti-incendie** par écoulement gravitaire telles que les piscines de réserve d'eau en hauteur.

En outre, parce qu'il améliore l'autonomie du bâtiment, le réemploi des eaux pluviales peut permettre de préserver les usages du bâtiment et de **réduire le délai de retour à la normale** en cas d'évènement climatique majeur.

GUIDE DE MISE EN PLACE

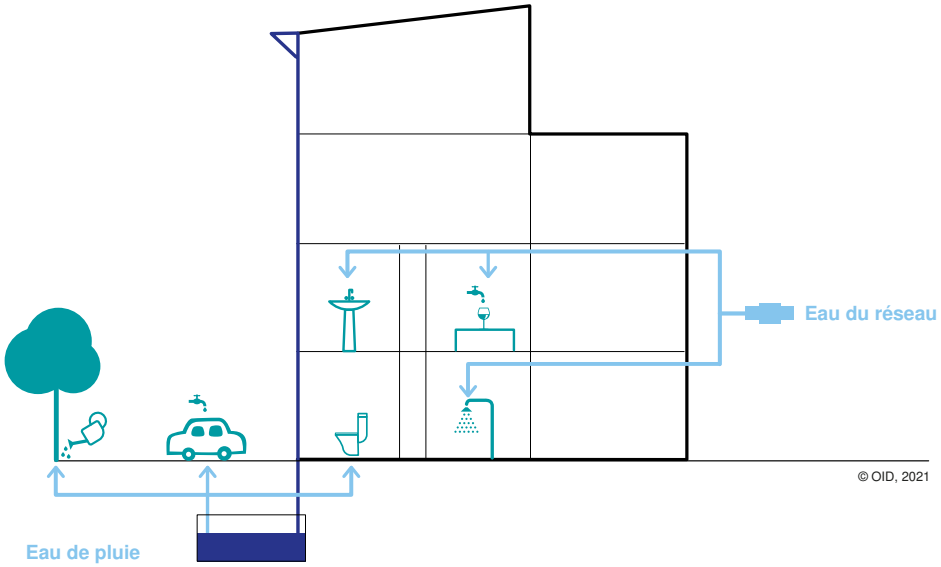
Une installation de récupération des eaux de pluie se compose de dispositifs de :

- Collecte des eaux de pluie (toiture végétalisée, gouttières, etc.)
- Epuration de l'eau (grilles, bac de décantation, filtration plus ou moins fine, etc.)
- Stockage des eaux de pluie (cuve enterrée ou non, bassin extérieur, etc.)
- Redistribution (canalisations)

L'installation doit être conçue de manière à préserver voire améliorer la qualité de l'eau de pluie récoltée.

Dans la grande majorité des cas, les **eaux pluviales ne peuvent couvrir la totalité des besoins en eau** des occupants du bâtiments car les usages alimentaires (vaisselle, cuisine) et sanitaires (soins corporels) nécessitent l'utilisation d'eau potable venant des réseaux de distribution traditionnels.

SCHÉMA D'UTILISATION DES EAUX PLUVIALES ET DU RÉSEAU EN FRANCE



Source : OID (2021)

FREINS ET LEVIERS

⊕ Le **réemploi des eaux pluviales est très réglementé** en France. L'arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage, détaille les modalités de mise en place, d'utilisation et d'entretien des dispositifs de réutilisation des eaux de pluie.

⊖ L'usage des eaux pluviales captées sur des toitures en amiante-ciment ou en plomb, l'utilisation d'eau de pluie au sein des bâtiments à vocation médicale et éducative et plus largement, tout usage alimentaire et sanitaire sont interdits.

⊕ Cette solution adaptative peut **s'inscrire dans une stratégie de maîtrise des écoulements des eaux pluviales** au niveau de la parcelle qui doit permettre de diminuer le débit d'écoulement à l'exutoire (quantité d'eau redirigée vers les réseaux d'assainissement).

⊕ Plusieurs **aides financières locales** (Agences de l'Eau régionales, subvention des collectivités territoriales) et nationales (Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat, **TVA à 10 %**, etc.) existent afin de soutenir les acteurs qui souhaitent s'engager dans cette démarche.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Audrey Perraud (2005), La réutilisation des eaux pluviales en milieu urbain
- Guide bâtiment durable Brussels (2016), Récupérer l'eau de pluie
- Ministère de l'Intérieur (2020), Récupération de l'eau de pluie

SE RACCORDER AU RÉSEAU DE FROID URBAIN

ALÉA

VAGUE DE CHALEUR

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION

RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT

EXTÉRIEUR

COÛTS

€ € €

faible **moyen** élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS

moyen

Bien que peu développés en France, les réseaux de froid urbains constituent une solution qui permet de répondre de manière durable aux besoins en refroidissement grandissants des populations. Fonctionnant comme des systèmes de rafraîchissement à l'échelle d'un quartier, d'une ville ou d'un territoire, les réseaux de froid urbains peuvent alimenter tous types de bâtiments : logements, tertiaires et industriels. Leur fonctionnement est très similaire à celui des réseaux de chaleur collectifs : une centrale frigorifique vient alimenter les bâtiments en froid, grâce à un réseau de canalisations qui transporte un fluide caloporteur glacé (il s'agit souvent d'eau).

IMPACTS

Alors que la température ne cesse d'augmenter et que les vagues de chaleur se multiplient et s'intensifient, les réseaux de froid urbains permettent de **sauvegarder le confort thermique** des occupants du bâtiment tout en réalisant des économies non négligeables. En effet, la production de froid en grande quantité permet de **dégager des économies d'échelles** et d'assurer une certaine **stabilité de prix et d'approvisionnement**. Les coûts de maintenance du réseau sont pris en charge par le gestionnaire ; les bâtiments viennent ensuite se raccorder à celui-ci pour bénéficier de cette source de froid.

L'utilisation d'un réseau de froid collectif permet également de **réduire l'impact du bâtiment sur l'environnement** car les installations industrielles qui produisent du froid ont un rendement bien plus élevé (de l'ordre de 30 à 50% de plus) que les dispositifs individuels.

GUIDE DE MISE EN PLACE

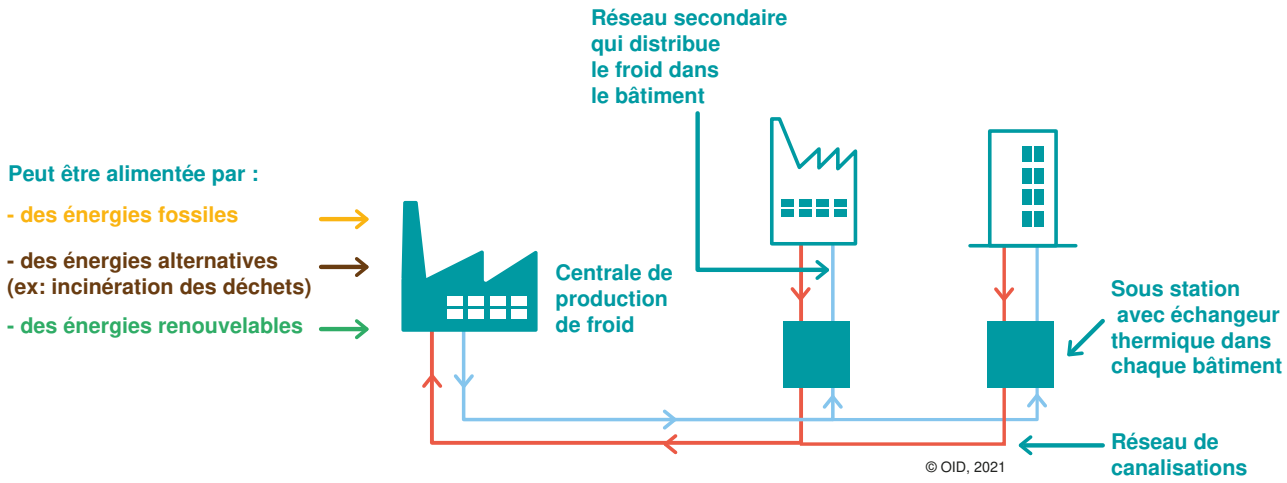
Pour se raccorder à un réseau de froid collectif il faut :

1. se renseigner pour savoir s'il existe un réseau de froid urbain à proximité (plusieurs outils tels que la carte ou l'annuaire de Via Sèva sont disponibles) ;
2. faire une **demande de raccordement** auprès de l'organisme gestionnaire du réseau, qui peut être public ou privé ;
3. prévoir des **travaux d'installation d'une sous-station** et, si nécessaire, d'un réseau secondaire. Le coût et la difficulté du raccordement au réseau de froid collectifs varient selon les communes.

Si un territoire possède des ressources hydrauliques (fleuve, lac, etc.), il est possible d'en tirer parti en mettant en place un système de **free-cooling** : la fraîcheur des points d'eau est utilisée pour refroidir le fluide caloporteur transporté par les canalisations (lorsque la température de l'eau est égale ou inférieure à 5°C) permettant de rafraîchir les bâtiments avec une consommation énergétique limitée.

Le schéma ci-dessous permet de comprendre le fonctionnement d'un réseau de froid urbain :

SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE FROID URBAIN



FREINS ET LEVIERS

- Se raccorder au réseau de froid ou de chaleur urbain peut s'avérer **coûteux pour les bâtiments alimentés** à l'électricité car il est nécessaire d'installer un réseau secondaire (radiateurs, tuyaux d'eau chaude) pour distribuer la chaleur dans le bâtiment.
- Les bâtiments alimentés par une chaudière collective au gaz ou au fioul pourront être raccordés en remplaçant simplement la chaudière par une sous-station.
- Le raccordement au réseau de chaleur et/ou de froid **peut être rendu obligatoire** pour les nouvelles constructions par une collectivité grâce à un processus de classement du réseau.
- Afin de garantir une adaptation raisonnée sur un bâtiment, la **sobriété** doit être avant tout favorisée, en limitant dans un premier temps les besoins de rafraîchissement par l'isolation, l'orientation du bâtiment ou encore la réduction des apports solaires. Les **stratégies de refroidissement passives ou semi-passive**s, telles que la ventilation ou le rafraîchissement adiabatique peuvent également constituer des alternatives intéressantes.

ILS L'ONT TESTÉ POUR VOUS

Nous n'avons pas encore recueilli de retour d'expérience sur cette action. Si vous l'avez mise en oeuvre sur un bâtiment et que vous souhaitez témoigner de votre expérience, contactez-nous sur : contact@o-immobilierdurable.fr

EN SAVOIR PLUS

- Agence de la Transition Ecologique (2020), Le fonctionnement d'un réseau de chaleur
- Centre d'études techniques et de l'équipement de l'Ouest (2013), Les réseaux de froid
- Via Seva (2017), Les réseaux de froid

POUR ALLER PLUS LOIN ...

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

CENTRE DE RESSOURCES POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le Centre de Ressources pour l'Adaptation au Changement Climatique (CRACC), lancé en décembre 2020, est un projet public qui a vu le jour dans le cadre du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique 2 (PNACC-2). Fruit d'un partenariat entre le Ministère de la transition écologique représenté par l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), l'ADEME, Météo France et le CEREMA, la plateforme du CRACC aspire à fournir à différents types d'acteurs (collectivités, acteurs du bâtiment, etc.) des informations pertinentes pour l'adaptation des territoires au changement climatique. Le CRACC rassemble diverses ressources pour mieux appréhender les enjeux, connaître les solutions et actions d'adaptation au changement climatique, et met en avant des acteurs et initiatives locales leviers de l'adaptation.

Accessible ici

Bat-ADAPT

BAT-ADAPT

Bat-ADAPT est une cartographie qui analyse les risques climatiques à l'emplacement du bâtiment avec des projections temporelles à 2030, 2050, 2070 et 2090. Les vagues de chaleur, les sécheresses, les inondations et les submersions marines y sont évalués. Un court questionnaire sur les caractéristiques intrinsèques du bâtiment (type de matériaux, présence de protections, etc.) caractérise la sensibilité du bâtiment aux différents aléas. Une analyse croisée des risques climatiques et de la sensibilité du bâtiment permet d'obtenir en quelques clics la vulnérabilité du bâti aux différents aléas sur une échelle de 1 à 5 et d'orienter les acteurs vers des actions adaptatives prioritaires à mettre en place dans le bâtiment, en fonction des caractéristiques de vulnérabilité.

Accessible sur Taloen

ADAPTAVILLE
Des solutions pour s'adapter au changement climatique

ADAPTAVILLE

AdaptaVille est une plateforme accessible à tous qui répertorie des solutions concrètes et opérationnelles pour adapter les villes denses au changement climatique. Collectivités, entreprises, aménageurs ont ainsi accès à des retours d'expériences, des informations sur les coûts, et les contacts directs des porteurs de solutions. AdaptaVille a également vocation à décrypter les enjeux de l'adaptation grâce à la mutualisation des connaissances, et des événements organisés tout au long de l'année. Le projet est soutenu par l'ADEME, la Métropole du Grand Paris, la Ville de Paris, l'Alec Plaine Commune, Icade, & Altarea. Il bénéficie de l'expertise de Météo France, du CEREMA, de Paris&Co, d'Une autre ville, et de l'OID.

Accessible dès avril 2021 sur adaptaville.fr

GUIDE BÂTIMENT DURABLE

LE GUIDE BÂTIMENT DURABLE

Développé par Bruxelles Environnement en collaboration avec des bureaux d'études spécialisés, le Guide Bâtiment Durable accompagne les professionnels de la construction pour la conception ou la rénovation de bâtiments à haute qualité environnementale tout en garantissant la faisabilité économique du projet. Avec près de 50 dossiers thématiques, assortis à terme de plus de 200 fiches pratiques consacrées à des solutions techniques, et de nombreuses études de cas, le Guide Bâtiment Durable est un outil de référence pour les concepteurs, maîtres d'ouvrages et entrepreneurs. Tous les contenus sont facilement accessibles sur la base d'une recherche croisée par filtre.

Accessible ici

Cerema

LA BOUSSOLE DE LA RÉSILIENCE

La Boussole de la résilience est un outil au service des collectivités et acteurs du territoire, dont les acteurs de l'immobilier, désireux de renforcer leur résilience face aux crises environnementales à venir. Ce « référentiel » de la résilience a été élaboré sur la base de 18 leviers d'actions articulés autour de six principes directeurs : Stratégies et gouvernance, Cohésion et solidarité, Anticipation et veille, Robustesse et continuité, Sobriété et besoins essentiels, et enfin Adaptation, apprentissage et innovation. Cette Boussole invite les acteurs à questionner leurs processus de fonctionnement et alimente leurs réflexions autour de la résilience.

Accessible ici

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce guide a été pilotée par **Delphine Mourot**, chargée de projets « Territoires résilients » – OID et **Mathilde Philippot**, chargée de projet « Adaptation au changement climatique » – OID. Ces travaux ont été menés sous la direction de **Sakina Pen Point**, chargée de projet « Adaptation au changement climatique » – OID et **Loïs Moulas**, directeur général – OID.

L'OID remercie l'ensemble de ses membres ayant participé au processus d'élaboration de ce guide au cours des groupes de travail, ateliers, etc. L'OID remercie enfin particulièrement les experts ainsi que les professionnels qui ont participés à alimenter les réflexions et les retours d'expérience des actions adaptatives : **Justine Bichon** – Agence Parisienne du Climat , **Ulysse Gaignard** – Amundi-Immo, **Xavier Moch** – Association Française des Professionnels de la Géothermie, **Sylvain Deverge** – Caf du Loiret, **Caroline Girardière** – CDC Biodiversité, **Agathe Cohen** – Eau de Paris, **Yann Bobinet** – Groupe ADP, **Laurence Gourio** – IXO architecture, **Henri Chapoutier** – Icade, **Olivier Guillouet** – Icade, **Eric Landeau** – Icade, **Patrick Barbier** – Mairie de Muttersholz, **Bénédicte Crozon** – Nexity, **Marie Verrot** – Nexity, **Jérôme Duvernoy** - ONERC, **Mathieu Bahuaud** – Poste-Immo, **Stéphane Guillaume** – Société de la Tour Eiffel, **Hervé Pagnon** – Société de la Tour Eiffel, **Julie Roussel** – Ville de Paris.

OID
Penser l'immobilier responsable

A PROPOS DE L'OBSERVATOIRE DE L'IMMOBILIER DURABLE

L'Observatoire de l'Immobilier Durable – OID – est l'espace d'échange indépendant du secteur immobilier sur le développement durable et l'innovation. Penser l'immobilier responsable est la raison d'être de l'OID qui rassemble plus de soixante-dix membres et partenaires parmi lesquels les leaders de l'immobilier tertiaire en France sur toute sa chaîne de valeur. Acteur indépendant, au service de l'intérêt général, l'OID est une association qui participe activement à la montée en puissance des thématiques ESG en France et à l'international, par un programme d'actions sur le terrain et auprès des pouvoirs publics.

MEMBRES

PARTENAIRES

NOUS CONTACTER

Observatoire de
l'Immobilier Durable
12 rue Vivienne
75002 Paris
Tél +33 (0)7 69 78 01 10

contact@o-immobilierdurable.fr

o-immobilierdurable.fr/
www.taloen.fr/

L'ATELIERDELESTUAIRE.COM

OID
Penser l'immobilier responsable