



Rapport IO 1 A
Partie 1 – Recherche documentaire
RAPPORT/ Analyse Comparative

Erasmus+ UP4GREEN CONCRETE - Former des professionnels à des plans de rénovation durable des bâtiments en BÉTON	
Réf.: 2020-1FR01-KA202-079810	
Description du livrable	RAPPORT IO1– Partie 1 Recherche documentaire / Analyse Comparative
Coordination des documents	36,6 Compétence Centre, POLOGNE
Partenaires impliqués	Tous
Statut du Document	Final
Dernière mise à jour	19.03.2021



Table des matières

Présentation & Identification des bâtiments	4
ESTONIE	4
FRANCE	4
GRECE	5
ITALIE	6
POLOGNE	7
1. Identification des points de vigilance d'un bâtiment avant renovation	8
ESTONIE	8
FRANCE	9
GRECE	11
ITALIE	12
POLOGNE	12
2. Les risques générés par ces points de vigilance	13
ESTONIE	13
FRANCE	14
GRECE	15
ITALIE	17
POLOGNE	18
3. Actions limitant ces risques:	18
ESTONIE	18
FRANCE	20
GRECE	20
ITALIE	21
POLOGNE	22
4. Attente des utilisateurs:	23
ESTONIE	23
FRANCE	24
GRECE	26
ITALIE	27
POLOGNE	28



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ANNEXE I: Mesures incitatives/ Programmes	28
ESTONIE	28
FRANCE	29
GRECE	29
ITALIE	31
POLOGNE	31
ANNEXE II: Exigences qualitatives	32
ESTONIE	32
FRANCE	32
GRECE	34
ITALIE	35
POLOGNE	36
ANNEXE III: Sources et/ou bibliographie	37
ESTONIE	37
FRANCE	37
GRECE	38
ITALIE	38
POLOGNE	39



Présentation & identification des bâtiments

ESTONIE

L'objectif de ce document est de donner un aperçu des stratégies et outils qui promeuvent la reconstruction des immeubles d'habitation en béton en Estonie afin de les rendre économes en énergie, en se concentrant plus particulièrement sur la période 1950-1990. Ce document se base sur plusieurs recherches effectuées à la fois par les Universités Techniques et par les autorités locales dans le but de d'établir la durabilité des bâtiments en béton et l'environnement dans lequel se trouvent la plupart de ces bâtiments.

La reconstruction des immeubles d'habitation en béton en Estonie a pour principal objectif l'économie d'énergie et la réduction des coûts de chauffage. Le deuxième objectif est d'assurer la durabilité au niveau régional dans un contexte de baisse de la population. C'est pourquoi depuis dix ans, plusieurs municipalités ont réfléchi, en partenariat avec le gouvernement, à des stratégies permettant d'assurer la durabilité des bâtiments en béton, et plus précisément les immeubles d'habitation. Dans les grandes villes comme dans les petites ou dans les zones rurales, l'accent a été mis sur la rénovation des bâtiments en béton et sur leur durabilité tout en améliorant les conditions de vie et en réduisant les coûts énergétiques.

FRANCE

Pour cette recherche documentaire, des formateurs, des conférenciers et des experts de la construction ont été impliqués (issus de la CAPEB et de l'Education Nationale). D'autres entités ont été contactées afin de fournir un appui : l'ADEME, le Conseil de la Région Normandie... Elles sont sensibles à ce sujet du fait de l'état du parc immobilier datant de la reconstruction.

En effet, la Normandie a été le lieu de batailles féroces pendant la Seconde Guerre Mondiale et plus spécifiquement lors du D-Day et des semaines qui ont suivi. La plus grande des conséquences a été la destruction d'une très grande partie des villes et villages de toute la région (par exemple, à Saint-Lô, 90 % des habitations ont été complètement détruites entre le 5 et le 7 juin 1944) ce qui a conduit à des programmes de reconstruction à la fin des années 40, au cours des années 50 et des décennies suivantes.

Concernant les spécifications techniques, le béton est obtenu en mélangeant du ciment et des granulats. Les formules traditionnelles sont d'environ 1/2/4 : un volume de ciment pour deux de sable et quatre de gravier. A ce mélange, il faut ajouter de l'eau pour permettre au ciment de jouer son rôle de liant hydraulique. Le béton armé est né du constat que le béton, qui résiste bien aux compressions, résiste mal à la traction. C'est de là qu'est venue l'idée de le renforcer avec des cadres en acier. Sur le plan technique, nous avons pu développer des ciments de plus en plus

performants en les associant à de nouveaux constituants d'origine minérale ou à des adjuvants d'origine organique.

Plusieurs styles architecturaux sont identifiés : certains suivent les règles architecturales régionales avec l'utilisation du granit (une ressource locale de certaines parties de la région) sur la façade avant ou côté rue, et des murs en parpaings gris côté cour. Pour d'autres, le béton armé est utilisé avec des panneaux de façade préfabriqués. D'autres bâtiments et maisons associent les deux styles en mélangeant les matériaux et les modèles. Pour d'autres encore, le béton armé est associé à des briques assurant une bonne isolation thermique du bâtiment.

Principaux problèmes à résoudre : les ponts thermiques, l'isolation thermique, l'insonorisation et la qualité de l'air.

GRECE

L'objectif de ce rapport est d'analyser la situation actuelle en termes de besoins et d'exigences de rénovation et de fournir une photographie claire des caractéristiques du parc immobilier grec. Les pratiques de construction variant d'un pays à l'autre, il est difficile d'établir des directives applicables dans toutes les régions. Néanmoins, de nombreux problèmes ont la même origine et leurs solutions sont donc, en principe, similaires. Les résultats de la recherche documentaire devraient révéler la situation du parc immobilier de bâtiments en béton en Grèce, permettant ainsi d'identifier les besoins en rénovation et de répondre aux nouvelles normes énergétiques et sanitaires. La collecte de données sur les différentes zones climatiques et les techniques de construction dans les pays partenaires apportera des informations précieuses pour créer un rapport sur l'état de l'architecture.

Plus de 55% des maisons grecques ont été construites jusqu'en 1980 avec une très faible efficacité énergétique, et sont responsables d'environ 15% de la consommation d'énergie, tandis que 35% des bâtiments de l'UE ont plus de 50 ans. Près de 75% du parc immobilier est inefficace sur le plan énergétique, alors que seulement 0,4 à 1,2% du parc immobilier (selon chaque pays) est rénové chaque année. Par conséquent, une rénovation plus importante des bâtiments existants pourrait permettre de réaliser d'importantes économies d'énergie, réduisant potentiellement la consommation totale d'énergie de l'UE de 5 à 6 % et les émissions de CO₂ d'environ 5 %.

OBJET DE LA RECHERCHE : PROFIL DES BÂTIMENTS

Type de construction des bâtiments : Structures en béton. En Grèce, les bâtiments en béton constituent la grande majorité du parc immobilier. Un grand pourcentage d'entre eux sont vétustes, avec une construction à faible rendement énergétique.

Année de référence de construction : Après 1981.

En 1981, la réglementation en matière de construction a changé radicalement à la suite d'un grave tremblement de terre qui a endommagé une grande partie des bâtiments en béton du pays. Depuis lors, une nouvelle réglementation antisismique est en place, fixant de nouveaux critères et de nouveaux matériaux de construction. Le cadre réglementaire national en matière d'efficacité énergétique (KENAK) a été introduit officiellement en 2010 et réformé en 2017. Il décrit les exigences minimales en matière de performance énergétique pour les constructions nouvelles et existantes et est conforme à la directive sur la performance énergétique des bâtiments (EPBD) 2010/31/EU et à la directive sur l'efficacité énergétique 2012/27/EU.

Zones climatiques : Au niveau géographique, la Grèce peut être divisée en 4 zones climatiques :

Zone A : Sud de la Grèce / îles (climat humide, pluvieux avec un hiver doux et un été moyen)

Zone B : Athènes et le continent (pluies moyennes, hiver doux, été sec)

Zone C & D : Nord de la Grèce (hiver froid, été sec et pluies en toutes saisons dans les régions montagneuses)

Taille des bâtiments : Deux catégories de bâtiments en béton peuvent être identifiées en fonction du type de propriété qui détermine en grande partie leur taille.

Maison familiale avec maximum 2 étages et un toit

Condominium : Bâtiment ou ensemble de bâtiments contenant un certain nombre d'appartements ou de maisons en propriété individuelle.

ITALIE

Cette recherche a été menée par Formedil Emilia-Romagna et Associazione NET en consultant des outils diffusés sur Internet. Ces outils ont été utilisés pour réaliser une synthèse de différents points sur la situation en Italie : les perspectives de l'industrie du béton, l'innovation et la recherche sur les matériaux, les données sur l'immobilier et le réaménagement, ainsi que les mesures incitatives.

Dans le parc immobilier italien, environ 70 % des bâtiments ont plus de 60 ans, et leur niveau de qualité est, en moyenne, inférieur à celui des autres pays européens de la même époque. Le faible taux de qualité technique et la mauvaise conception des bâtiments sont dus à la rapidité du processus de construction. Un pourcentage important de ce taux peut être attribué au boom de la construction de la fin des années 70 et, en général, à l'urbanisation rapide et soudaine de cette période. Au départ, et pendant de nombreuses années, on a pensé que le béton armé pouvait avoir une vie éternelle. Cette croyance initiale, combinée à sa facilité de production, a généré un développement rapide de l'utilisation du béton armé, produit selon des règles de composition, de production et de conception parfois imprécises, qui ont entraîné une qualité globale des conglomerats souvent médiocre et peu durable. Cette approche combinée à une méconnaissance des formes de dégradation

hautement dégénératives, dans la plupart des cas d'origine naturelle, a attaqué et détérioré, jour après jour, le béton armé, empêchant la durabilité de nombreux ouvrages dans le temps.

Le conglomerat de ciment, comme tous les matériaux pierreux, a une bonne résistance à la compression, tandis que son comportement à la traction directe ou à la traction par flexion est remarquablement mauvais. Pour ces types de contraintes, on exploite la combinaison avec l'acier, utilisé sous forme de tiges, qui sont chargées d'absorber la contrainte de traction, donnant ainsi naissance au matériau composite appelé béton armé.

POLOGNE

L'équipe du projet 'Up4Green' (du Centre de formation 36,6 basé à Łódź, accompagné par des experts de la faculté de construction, d'architecture et d'ingénierie environnementale de l'université technique de Lodz.) a mené une recherche documentaire de décembre 2020 à janvier 2021 afin d'identifier l'état actuel des techniques de rénovation des bâtiments en béton en Pologne.

En raison de la pandémie de Covid-19 et des restrictions imposées par les autorités sanitaires régionales, la méthodologie de l'enquête s'est principalement limitée à la collecte de données disponibles sur Internet.

Actuellement, il existe 60 000 barres d'immeubles en béton en Pologne, ce qui représente un total d'environ 4 millions d'appartements, dans lesquels vivent 12 millions de Polonais, dont un million uniquement à Varsovie. Selon l'Office national des statistiques, les appartements construits entre 1945 et 1988 représentent 57 % du parc immobilier de la Pologne actuelle. Et ils se trouvent partout - des métropoles aux plus petites villes. Ils sont si nombreux qu'il est difficile de les ignorer, et en même temps si bien fondus dans le paysage des villes contemporaines qu'ils sont presque invisibles au quotidien. Communs, mais provocateurs, souvent détestés, couverts de mythes...

En Pologne, contrairement à ce qui se passe en Europe occidentale, vivre dans une barre d'immeubles n'est pas une marque de dégradation sociale mais reste une norme de logement appréciée. On sait depuis longtemps que les immeubles d'habitation construits dans les années 60, 70 et 80 connaissent une renaissance de leur statut et que les appartements sont de plus en plus populaires auprès des acheteurs et des locataires. Les lotissements construits à l'époque communiste présentent de nombreux avantages. Tout d'abord, ils sont bien mieux conçus que les appartements construits par les promoteurs modernes. L'espace et la disposition relativement large des lotissements sont le fait d'urbanistes, qui ont eu une réelle influence sur la construction des lotissements jusqu'à la fin des années 70. Ils comprenaient des jardins d'enfants, des écoles, des sentiers pédestres permettant



aux enfants de rentrer chez eux en toute sécurité après l'école, ainsi que des établissements commerciaux.

Selon une étude récente menée par l'Institut polonais de technologie de la construction, les bâtiments faits de grands panneaux ont un grand avenir et sont extrêmement durables. Les barres d'immeubles de la Pologne communiste peuvent même survivre encore 100 ans, à condition d'être modernisées. Il est indéniable que de telles actions sont entreprises dans de nombreuses villes polonaises, mais elles se limitent généralement à isoler les bâtiments et à les peindre dans des couleurs sans intérêt.

1. Identification des points de vigilance d'un bâtiment avant rénovation

ESTONIE

État du béton de façade. Comme le climat estonien alterne souvent entre des températures froides et douces en hiver, les murs extérieurs subissent de nombreux cycles de gel et de dégel pendant la durée de vie du bâtiment. Par conséquent, **la résistance au froid du béton** joue un rôle important dans la préservation de la façade extérieure des habitations faites de grands panneaux. En raison de leur faible résistance au gel, les façades des bâtiments anciens ont commencé à se dégrader. Comme le béton est principalement utilisé pour absorber des **forces de compression**, la résistance à la compression est l'une des propriétés les plus importantes du béton. C'est également l'un des principaux facteurs qui déterminent la durabilité du bâtiment en béton. **La corrosion des parties métalliques** est un autre facteur qui détermine la durabilité des bâtiments en béton. Le béton armé est un matériau qui subit constamment des modifications chimiques et qui est souvent exposé à des conditions climatiques et de charge sévères.

État des panneaux extérieurs. Le mur extérieur des barres d'immeubles est constitué de dalles de béton internes et externes et d'une isolation entre elles. L'isolation est généralement constituée de panneaux TEP, de laine de verre, de mousse de polyuréthane, d'un cadre d'armature, de barres d'armature individuelles ou de tiges d'acier perméables à la chaleur noyées dans du mortier de ciment. L'une des origines des dommages causés aux murs extérieurs est l'eau (sous forme de vapeur, d'eau ou de glace). Les pans de murs extérieurs sont fabriqués sans ventilation, mais les joints comportent des ouvertures pour l'évacuation de l'eau.

État des ponts thermiques. Les ponts thermiques sont des zones où la conductivité thermique est localement plus élevée. Les ponts thermiques peuvent être géométriques (angle du mur extérieur, raccordement du plancher et du mur

extérieur, raccordement du toit et du mur extérieur, etc.) ou constructifs (isolations ou raccordements des murs extérieurs, etc.) L'abaissement de la température intérieure peut également être causé par des défauts dans la pose de l'isolation, l'absence d'isolation, une isolation humide, des fuites dans les cloisons d'air et les faibles performances des systèmes de chauffage et de ventilation. Dans les zones de climats froids, il est important de prendre en compte les ponts thermiques.

Étanchéité à l'air. Une étanchéité à l'air insuffisante des murs d'un bâtiment se manifeste par un flux d'air non désiré et non contrôlé à travers les fissures et les fuites dans les murs du bâtiment. L'étanchéité à l'air d'un bâtiment est affectée par les facteurs suivants :

- Efficacité énergétique des bâtiments
- Problèmes techniques liés à l'humidité, la formation de moisissures, la condensation de la vapeur d'eau
- Propagation des moisissures, de la pollution de l'air et du radon de la pièce en sous-sol vers l'intérieur, déplacement des odeurs désagréables entre les appartements
- Refroidissement excessif des murs
- Qualité du climat intérieur et courants d'air
- Performance du système de ventilation
- Problèmes de nuisance sonore
- Sécurité incendie

Insonorisation. Selon la loi sur la construction, la diffusion excessive du bruit dans un bâtiment doit être évitée. Le niveau de bruit autorisé peut se situer à un niveau qui ne met pas en danger la vie ou la santé humaine et permet aux gens de vivre et de travailler dans des conditions satisfaisantes. Le bruit entre dans l'appartement depuis l'environnement extérieur, depuis les autres appartements et la cage d'escalier. En outre, le bruit se propage entre les pièces de l'appartement. Les barres d'immeubles ont été construites entre 1961 et 1990. Depuis lors, les exigences en matière d'insonorisation ont considérablement évolué.

Ventilation. La ventilation est un ensemble d'équipements et de mesures visant à garantir les paramètres du climat intérieur prescrits au moyen d'un échange d'air. L'objectif de la ventilation est de garantir un air propre. Dans les anciennes barres d'immeubles, le climat intérieur des appartements ne répond souvent pas aux exigences. La principale raison en est que le renouvellement de l'air dans ces bâtiments est assuré par la ventilation naturelle, qui ne garantit cependant pas toujours un débit d'air suffisant.

FRANCE

Afin de poser un diagnostic sur la nature d'un bâtiment, une évaluation est nécessaire. Les critères sont classés selon les thèmes suivants :

- Classification en fonction de la période historique de construction et des évolutions du bâtiment. Il est important de prêter attention aux différentes périodes, au moment où le bâtiment a été modifié,

aux méthodes de construction ainsi qu'aux interactions mécaniques et physico-chimiques des différentes parties du bâtiment.

- Classification en fonction des caractéristiques architecturales significatives (Corniche, moulure, décor, voûte, pierre de taille, maçonnerie, éléments stylistiques, etc...).
- Classification selon des critères structurels (Fondation, mur, plancher, cadre, escaliers, poutres, éléments non porteurs, base)
- Classification selon des critères de confort (Isolation, ventilation naturelle, ventilation mécanique, apports solaires directs, l'orientation du bâtiment, le vent dominant, le climat du lieu, bâtiment protégé (ou non) par son environnement (autre bâtiment, arbre, murs périphériques).
- Classification selon les méthodes de construction (maçonnerie de petits éléments, pierre naturelle, matériaux industrialisés, béton, bois, acier, associations de matériaux divers).

Afin d'organiser les critères qui guideront notre travail, nous pouvons proposer la grille de classification suivante pour analyser le bâtiment.

Classification architecturale générale (maison individuelle ou jumelée, immeuble d'habitation (moins de 5 étages (sans ascenseur)), immeuble d'habitation (plus de 5 étages), cave, espace de vie commun, espace de circulation commun.

Emplacement historique du bâtiment (Période de construction, bâtiment inscrit au patrimoine ou non, méthode générale de construction (tout bois, maçonnerie d'élément naturel, maçonnerie d'élément industrialisé, béton armé, béton pressé, structure mixte bois-béton, acier-béton).

Classification par sous-élément du bâtiment (construction historique d'origine, ajout de construction attenant à la construction d'origine, ajout sans lien structurel avec le bâtiment d'origine).

Structure porteuse

Infrastructure : fondations (accessibles ou non-accessibles)

Superstructure :

- Murs périphériques et tout élément porteur (y compris les appuis, linteaux, poutres, colonnes, etc).
- Planchers
- Charpente (y compris les chevrons)
- Escaliers
- Rampes et mains courantes (parties communes)

Notion de confort de vie : Étanchéité, isolation, finitions (pour chaque élément, cibler les solutions initiales et les modifications apportées au cours de la vie du bâtiment, analyser et prêter attention aux interactions physico-chimiques entre les différents matériaux utilisés (point de rosée, pourrissement des matériaux laissés en place, etc.)

- Étanchéité des toits, isolation sous toiture, ventilation et renouvellement de l'air dans les combles aménagés ou les toits non aménagés.
- Étanchéité des murs (à l'air/ pour chaque élément de mur de l'extérieur vers l'intérieur)
- Étanchéité des murs (à l'eau / pour chaque élément du mur de l'extérieur vers l'intérieur)
- Isolation thermique des murs et des menuiseries (ponts thermiques, fuites d'air, point de rosée). Séparation des parois verticales, des menuiseries, des cloisons et des revêtements de sol.
- Finitions des parties communes : État des peintures et revêtements muraux (moisissures, salpêtre, décoloration, écaillage, décollage, odeur, humidité de contact).

Équipement : Chauffage, ventilation, système de régulation de la température (climatisation), alimentation des fluides à travers les murs (eau, gaz, électricité),

étanchéité des réseaux d'alimentation, réseaux d'évacuation (eaux usées et eaux vannes), étanchéité des réseaux d'évacuation.

GRECE

Les bâtiments en béton construits avant 1980 n'ont pas **d'isolation thermique des murs**. Ils étaient principalement construits avec des murs en briques simples, sans couche de matériau isolant. L'isolation de la toiture était principalement réalisée par la pose de carreaux de ciment supplémentaires ou de pierre ponce sur le plancher du grenier. Les toits en tuiles n'étant pas une pratique courante dans les bâtiments urbains en raison des conditions climatiques clémentes, le principal objectif de l'isolation du toit était de protéger de l'excès de chaleur dû à l'exposition au soleil.

Un autre point notable à mentionner est que l'architecture grecque profite du temps ensoleillé et que les balcons revêtent donc une importance majeure. Pour cette raison, les bâtiments ont plus de pertes thermiques dues aux surfaces des portes et des fenêtres, dont la majorité sont encore en simple couche de verre.

La pollution atmosphérique et sonore est un problème majeur dans les environnements urbains. En Grèce, les bâtiments résidentiels utilisent toujours des systèmes de chauffage central au fioul (même si, ces derniers temps, la tendance est de passer à des systèmes individuels au gaz naturel) et l'utilisation de cheminées est toujours autorisée, ce qui entraîne une forte concentration de polluants atmosphériques. Au cours des cinq dernières années, un effort a été consenti au niveau national pour étendre l'infrastructure du réseau de gaz naturel dans les grandes villes, afin de passer à un combustible plus respectueux de l'environnement (par rapport au fioul) pour lutter contre la pollution atmosphérique et respecter les normes d'émissions.

Les problèmes d'**humidité** dans les bâtiments résidentiels représentent un sujet permanent qui est traité avec des solutions à court terme et à faible budget telles que l'utilisation de déshumidificateurs et de matériaux d'isolation. En raison des bonnes conditions climatiques dans le pays, il n'est pas impératif de fournir des solutions globales ni de faire appel à des techniciens spécialisés et expérimentés. C'est pourquoi les problèmes d'humidité sont largement sous-estimés dans les pratiques de construction et/ou de rénovation.

Les systèmes de chauffage en Grèce sont le dernier point de vigilance majeur à prendre en considération. Bien que des efforts soient faits ces derniers temps pour améliorer les performances environnementales et accroître l'efficacité énergétique, le fuel et le bois sont encore largement utilisés, brûlés dans des infrastructures obsolètes, ce qui entraîne une consommation moyenne de 10,2 MWh d'énergie thermique par ménage.

ITALIE

Les facteurs qui peuvent provoquer la détérioration du béton sont de nature différente mais peuvent néanmoins être rattachés à trois catégories :

- Causes physiques ;
- Causes chimiques ;
- Causes mécaniques.

Parmi les **causes physiques**, nous pouvons identifier les effets de la pollution atmosphérique, des pluies acides et des cycles de gel et de dégel de l'eau dans les pores de la matrice cimentaire. La pénétration de l'eau dans le béton, en particulier dans les zones fréquemment saturées d'humidité (parties horizontales comme les corniches, les façades, etc.) provoque, en cas de dégel, un gonflement interne du béton.

Quant aux **causes chimiques** de dégradation, deux facteurs très fréquents sont la carbonatation et les attaques par les chlorures. Le premier phénomène est dû à la dissolution du gaz carbonique dans l'eau, le second à la dissolution des sels. Le dioxyde de carbone présent dans l'air réagit avec la chaux contenue dans le ciment, ce qui génère le **processus de carbonatation**. Cette réaction commence en surface pour progresser lentement vers l'intérieur du béton, provoquant la corrosion des armatures, initialement protégées par la forte alcalinité du nouveau ciment.

Parmi les **causes mécaniques**, dans le cas des infrastructures, on peut également citer les charges et les contraintes dues au trafic et au passage continu des véhicules auxquelles sont constamment soumis les ponts, viaducs, gares, tunnels et galeries métropolitaines.

Les autres facteurs qui modifient la durabilité des structures en béton armé sont les suivants :

- La composition des matériaux qui constituent le béton (ciment, sable, granulats, etc.) ;
- Les techniques de pose. La cause la plus fréquente de la détérioration des bâtiments en Italie est la mauvaise qualité de l'exécution : dalles non traitées, excès d'eau dans les mélanges, vibration absente ou insuffisante, dalles mal entretenues, enrobage insuffisant du béton, armatures trop denses, coffrages qui facilitent la stagnation d'éléments agressifs comme l'absence de gouttières, etc...

La détérioration du béton peut difficilement être attribuée à une cause unique, car plusieurs processus peuvent se produire simultanément et interagir les uns avec les autres.

POLOGNE

Inspection de barres d'immeubles en Pologne (2019-2020)

Le ministère de l'investissement et du développement a demandé un examen de l'état technique et de la sécurité au sens large, des immeubles d'habitation appartenant à ce que l'on appelle les barres d'immeubles. L'inspection des barres d'immeuble s'est avérée satisfaisante, et certainement rassurante. Selon l'étude, ces structures ne menacent pas la sécurité.

Comme l'indique le ministère sur son site web, la Pologne compte pas moins de 60 000 bâtiments fabriqués avec des plaques de grande taille. 80 % d'entre eux ont été réalisés selon la technologie des panneaux à trois couches. L'Institut de recherche sur la construction a contrôlé 300 bâtiments dans les voïvodies où ils sont les plus

nombreux, c'est-à-dire dans les voïvodies de Mazowieckie, Łódzkie, Śląskie et Dolnośląskie.

Points de vigilance

Grâce à cette étude, l'Institut de recherche sur le bâtiment (ITB) a également créé des critères qui permettront à l'avenir d'effectuer des contrôles périodiques efficaces des barres d'immeubles avant leur rénovation. Le ministre adjoint a également annoncé des modifications de la loi sur la modernisation et la rénovation thermique. Elles doivent permettre de financer le renforcement des panneaux à trois couches lors des travaux de modernisation thermique.

L'évaluation de l'état technique du bâtiment doit inclure (recommandé par l'ITB) :

- Installations/systèmes de chauffage,
- Isolation thermique des murs,
- Ventilation/ circulation de l'air
- Ponts thermiques,
- Surfaces - murs et planchers irréguliers,
- État des menuiseries
- Insonorisation
- Humidité
- Étanchéité à l'air
- Pollution de l'air
- État du bâtiment et des ascenseurs,

2. Les risques générés par ces points de vigilance

ESTONIE

L'état insuffisant des **panneaux de façade** en béton peut entraîner une augmentation de la corrosion des éléments métalliques de ces panneaux et réduire la durée de vie du bâtiment. Les panneaux en béton restent humides, ce qui augmente l'humidité du bâtiment.

L'état insuffisant des **murs extérieurs** provoquera une condensation de la vapeur d'eau et la formation de moisissures. Les conditions favorables à la formation de moisissures surviennent lorsque l'humidité relative est supérieure à 75 ... 80%.

La température plus basse de la surface interne et l'humidité ambiante plus élevée qui en découle, en raison de la conductivité thermique plus élevée à travers le **pont thermique**, peuvent provoquer la prolifération de micro-organismes et de saletés sur la paroi ou entraîner la condensation de la vapeur d'eau. La vapeur d'eau se condense lorsque la température descend en dessous de la température de saturation alors que l'humidité relative est de 100 %. Les faibles températures de surface dans de grandes zones réduisent le confort thermique, principalement en

raison de l'augmentation du mouvement de l'air et du rayonnement asymétrique. Les ponts thermiques augmentent la consommation d'énergie des bâtiments.

La consommation d'énergie d'un bâtiment conventionnel peut être nettement supérieure à celle d'un bâtiment à très faible **étanchéité à l'air**. Une mauvaise étanchéité à l'air est également une cause du refroidissement des sols. Les habitants des bâtiments peu étanches se sont plaints de la prolifération des moisissures et du radon, qui constituent des risques élevés pour les maladies respiratoires et les allergies. Une étanchéité à l'air correcte est également très importante du point de vue de la sécurité incendie. En cas d'incendie éventuel, il faut empêcher la propagation du feu et de la fumée dans les bâtiments. L'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments influe sur la sécurité incendie, notamment par la propagation de la fumée à travers les cloisons dès le départ de l'incendie.

Le principal risque lié à une **insonorisation** insuffisante du bâtiment est la dégradation générale des conditions de vie. Cela signifie également que le bâtiment perd sa valeur marchande et son prix. Le bâtiment (appartement) perd de sa durabilité, car il ne répond pas aux exigences de construction actuelles.

Le non-respect du climat intérieur peut entraîner des problèmes dans le bâtiment, qui affectent les matériaux de construction et de finition du bâtiment, mais aussi la santé humaine. Les équipements de **ventilation** mécanique sont parfois mal conçus. Par exemple, si l'air entre dans l'équipement de ventilation près du sol, s'il y a beaucoup de moisissures, ou si un matériau d'isolation phonique ou un filtre est placé dans l'équipement de ventilation, alors cela favorise la condensation de l'humidité et donc le développement de moisissures. L'air supposé frais contient donc dès le départ de nombreux mélanges fongiques. Les équipements de ventilation présentent souvent une épaisse couche de poussière et une odeur caractéristique de moisi se répand. Les systèmes de ventilation n'ont souvent pas été nettoyés depuis leur installation.

FRANCE

En ce qui concerne le diagnostic, il est nécessaire d'établir un diagramme des maladies provoquées par un bâtiment insalubre. Ce diagramme doit inclure des risques aussi variés que :

Les risques structurels : Risques immédiats et/ou à plus long terme pour l'intégrité physique des personnes.

- Dommages probables et généraux (définir le risque de dommages imminents sur une échelle de temps probable)
- Dommages localisés : Cibler les éléments structurels
- Dommages partiels susceptibles d'avoir un impact sur d'autres éléments structurels : identifier les liaisons mécaniques entre les éléments et la probabilité d'une réaction en chaîne.
- Dommages par pathologie évolutive immédiate ou différée (carbonatation du béton, corrosion de l'acier, rupture d'éléments en bois par des parasites, pourrissement de la structure en bois par une humidité excessive du mur, etc.)

Risques pour la qualité de vie et le confort : Risques différés liés à la santé individuelle.

- Matériaux anciens déclarés nocifs (peinture au plomb, amiante, vernis/peinture contenant des COV, etc.),
- Défaut de ventilation des équipements de chauffage (monoxyde de carbone, humidité) par combustion externe (système de chauffage d'appoint, fioul, gaz, bois).
- Défaut de ventilation du logement (moisissures, salpêtre, accumulation d'éléments volatiles, allergies)
- Manque d'isolation globale de l'habitat (pont thermique, point de rosée, humidité des murs (moisissures, salpêtre, accumulation d'éléments volatiles, allergies)

Risques dus à l'équipement:

Risques immédiats et/ou à plus long terme pour l'intégrité physique des personnes:

- Défaut de mise à la terre du réseau électrique, défaut du réseau d'eau potable, du réseau de gaz
- Étanchéité électrique des équipements et des connexions défectueuse (fiches, fils dénudés, équipements défectueux, etc.)

GRECE

L'humidité et la condensation intérieures affectent les performances des bâtiments, causant des problèmes tels que la formation de moisissures, qui peuvent être à l'origine d'allergies respiratoires, et la prolifération de bactéries sur les surfaces. Si elle est persistante, la condensation sur la surface des murs ou des toits peut gâcher l'aspect visuel par les dommages de moisissures qu'elle peut causer au mobilier et aux équipements. Les effets de la condensation interstitielle se manifestent à plus long terme mais sont potentiellement plus dommageables car ils peuvent entraîner la détérioration du tissu du bâtiment lui-même. Les murs et les toits deviennent moisissus, l'odeur de pourriture et la détérioration de la qualité de l'air peuvent causer des problèmes de santé.

De manière générale, la condensation dans les bâtiments peut causer des problèmes de deux façons :

La **condensation de surface** se produit lorsque la vapeur d'eau se condense sur un élément de construction, tel qu'une fenêtre ou un mur, dont la température de surface est inférieure au point de rosée. La température de surface froide d'un élément de construction abaisse localement la température de l'air en dessous du point de rosée, et tout excès d'humidité que l'air plus froid ne peut retenir se condense sur la surface froide. Par exemple, une brève douche chaude peut provoquer de la condensation dans une salle de bain fraîche en augmentant la teneur en humidité au-delà du point de saturation ou du point de rosée pour cette température. Notez que la pièce peut être chaude au toucher tout en étant sujette à

un risque de condensation. Dans les bâtiments de construction à haute capacité thermique - tels que la maçonnerie de briques creuses et les panneaux de béton - chauffés périodiquement, l'abaissement de la température à la surface interne sera souvent plus important, car l'élément n'a pas suffisamment de temps pour se réchauffer et reste plus froid par rapport à la température intérieure. De même, dans le cas des murs en briques simples, il peut être difficile de chauffer le mur en fonction de la différence de température. Dans ces situations, la conception de l'élément en termes d'isolation (présence d'interstices et de pare-vapeur) doit être examinée plus attentivement.

La condensation intérieure est la condensation qui se produit à l'intérieur d'un élément de construction. En fonction des pressions, la vapeur d'eau peut se déplacer vers l'intérieur ou l'extérieur de tout élément de construction. Si le gradient de température à travers l'élément est tel qu'à tout moment, la température tombe en dessous du point de rosée, l'excès d'humidité qui ne peut être retenu sous forme de vapeur se condense dans l'élément. Lorsque les conditions changent, l'eau se transforme en vapeur et continue de se déplacer dans l'élément.

Exemples de problèmes liés à l'humidité dans les bâtiments

- L'eau de pluie ou l'eau souterraine s'infiltrer dans la structure (toit, murs, fenêtres ou fondations), ce qui entraîne souvent la formation de moisissures, l'écaillage de la peinture, la détérioration du bois ou la corrosion
- Fuites de plomberie, résultant peut-être d'une conception, d'une installation, d'un fonctionnement ou d'un entretien inadéquats (par exemple, défaut d'inspection et de réparation des fuites de plomberie)
- L'infiltration de l'eau (aspiration capillaire) à travers les matériaux de construction poreux (tels que le béton ou le bois) à partir d'une source d'humidité (telle que l'eau de pluie ou l'eau du réseau) vers un matériau qui ne tolère pas l'humidité.
- Eau de pluie, condensation ou eau issue du réseau s'écoulant le long de la partie supérieure ou inférieure d'un matériau (pontage), par exemple, le long de la partie supérieure sur une certaine distance ou s'accrochant à la partie inférieure d'une poutrelle, d'un chevron, d'un plancher ou d'un rail de plafond suspendu avant de tomber ou d'être absorbée par un matériau poreux.
- Infiltration/exfiltration d'air extérieur chaud et humide par les fissures et les trous de la structure par temps chaud et humide, ce qui peut provoquer de la condensation sur les matériaux plus froids.
- Pare-vapeur pose au mauvais endroit de manière intentionnelle ou accidentelle, ce qui peut entraîner de la condensation dans l'enceinte du bâtiment
- Une déshumidification insuffisante par les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, qui peut entraîner des niveaux d'humidité intérieure suffisamment élevés pour provoquer la formation de moisissures sur les meubles, les murs, les plafonds ou les diffuseurs d'air conditionné.
- Mauvaise évacuation des condensations due à des déficiences du système de chauffage, de ventilation et de climatisation ; la condensation des serpentins de

refroidissement peut déborder des bacs d'évacuation ou fuir des conduites d'évacuation

- Enfermement des matériaux humides dans les parties du bâtiment pendant la construction par des matériaux qui sont sujets à des problèmes d'humidité et qui développent des moisissures, se délitent ou ne durcissent pas correctement.

L'exposition aux polluants de l'air dans le bâtiment, générés par les activités intérieures et émis par les matériaux intérieurs ou les systèmes de ventilation, peut avoir divers effets allant de la perception d'odeurs indésirables au cancer. Les risques accrus de cancer du poumon, de crise cardiaque, de maladie cardiaque et d'accident vasculaire cérébral ont été attribués à l'exposition à la fumée de tabac ambiante et aux résidus du radon. Les systèmes de ventilation réduisent généralement les concentrations de ces agents en intérieur. Les effets peuvent être immédiats ou à plus long terme. La ventilation dilue (ou disperse) les concentrations de virus ou de bactéries en suspension dans l'air qui peuvent provoquer des maladies infectieuses. Une meilleure ventilation peut améliorer le rendement des tâches et la productivité.

ITALIE

Ces dernières années, on a découvert que le type de bâtiments datant des années 60 et 70 pouvait altérer le bien-être psychophysique de l'habitant.

La bio-architecture a constaté que les maisons construites avec une présence massive de béton présentent des problèmes très importants de **qualité de l'air**.

C'est une chose de construire des fondations, des poutres, des piliers, des planchers en béton - qui ne représentent qu'une petite partie du bâtiment en termes de "surface de contact" avec l'habitant - c'en est une autre d'avoir tous les murs et toutes les parties de la maison en béton.

Tout d'abord, le ciment traditionnel ne permet pas d'évacuer l'excès de vapeur créé par l'habitant de la maison. En effet, il est très fréquent qu'en hiver, de la condensation et des moisissures apparaissent sur les murs et les angles des murs en contact avec l'environnement extérieur. Il s'agit non seulement de moisissures noires très évidentes lorsqu'il y a un phénomène de condensation, mais aussi de moisissures plus petites et non visibles qui sont plus pernicieuses pour la santé humaine.

De plus, dans l'industrie du ciment du monde entier, cela représente une solution pour éliminer les déchets d'autres industries. Cela signifie que les industries qui produisent, par exemple, du cuivre, du vanadium, du chrome, du zinc, du cadmium, de l'arsenic, etc. peuvent éliminer ces composés nocifs de la production de ciment dans des doses réglementées par la loi, au lieu de les stocker dans des dépôts pour leur conservation dans le temps. Cet aspect n'est vrai que dans la production du ciment dit "gris", qui est celui habituellement utilisé dans les parties structurelles. Dans le ciment "blanc", par contre, ces composés ne peuvent pas être introduits, selon la loi. En fait, la bio-architecture tend à n'utiliser que du béton blanc, afin d'obtenir une maison présentant de meilleures performances en matière de biocompatibilité et de santé.

Il ne faut pas non plus oublier que le renouvellement de l'air dans les maisons est aujourd'hui de plus en plus réduit, en raison des installations étanches nécessaires

pour éviter les pertes d'énergie. Les anciens châssis en bois utilisés dans le passé garantissaient le renouvellement naturel de l'air intérieur de la maison et même les enduits à la chaux permettaient également un certain échange avec l'extérieur.

POLOGNE

Risque en matière de santé

Concernant les inconvénients des appartements en dalles de béton, il convient tout d'abord de souligner que ces appartements ne "respirent" pas comme c'est le cas des appartements construits en blocs de briques. Ainsi, le risque de crises d'asthme ou d'allergies augmente en raison de la mauvaise circulation de l'air.

Confort de vie

L'inconvénient des appartements situés dans des grandes bâtisses est également l'acoustique, ou plutôt l'absence d'acoustique. Par conséquent, vous pouvez connaître exactement l'emploi du temps de vos voisins derrière le mur. Vous pouvez entendre quand quelqu'un se déplace dans l'appartement, quand il ouvre l'eau ou qu'il parle....

Il en va de même pour la ventilation. Toutes les odeurs se mélangent dans le couloir ou passent par les conduits de ventilation vers d'autres appartements.

Le manque de places de stationnement est également un problème. À l'époque de la construction des lotissements, seul un petit nombre de résidents pouvait se permettre d'avoir sa propre voiture. Aujourd'hui, pratiquement tout le monde a sa propre voiture, et il y a souvent deux voitures par logement.

Les balcons trop petits ou inexistantes sont également souvent soulignés. De nos jours, les gens apprécient les espaces ouverts, et les nouveaux appartements en offrent - ils sont dotés de grands balcons, de terrasses ou de petits jardins.

3. Actions limitant ces risques :

ESTONIE

Étant donné que la résistance au gel des **panneaux de façade** de tout bâtiment ne répond pas entièrement aux exigences, des mesures doivent être prises pour toutes les habitations afin de protéger le béton des effets de l'environnement. En fonction de l'ampleur des dégâts, il existe en principe deux solutions :

Dans le cas des bâtiments dont les panneaux ne se sont pas encore considérablement effrités, la façade doit être recouverte d'un revêtement imperméable et ventilé par l'arrière. Il est également recommandé de procéder à une isolation supplémentaire de la façade qui empêche le béton de geler et qui n'augmente que de quelques dizaines de pourcent le coût des réparations de la façade, tout en réduisant considérablement le coût du chauffage.

Dans le cas de bâtiments dont les panneaux s'effritent fortement, le béton concassé doit être enlevé et traité comme indiqué dans le point précédent.

Une isolation supplémentaire des murs extérieurs est une solution préférable, car elle peut également améliorer l'efficacité énergétique des maisons et réduire l'impact des ponts thermiques.

Une isolation supplémentaire des **murs extérieurs** est la solution la plus pratique pour réduire le risque de condensation à l'intérieur du mur. Grâce à l'isolation supplémentaire, la température du panneau mural augmente, ce qui entraîne une diminution de l'humidité relative. L'intérieur du mur et du plafond ne peut pas être davantage isolé.

La conductivité thermique plus élevée à travers le **pont thermique** peut être réduite en diminuant la charge d'humidité (meilleure ventilation, chauffage approprié, production d'humidité plus faible) et en renforçant l'isolation des murs extérieurs. Ceci est indispensable pour garantir un climat intérieur sûr et sain. Pour éliminer les ponts thermiques, une isolation supplémentaire extérieure de 50 à 70 mm d'épaisseur est généralement suffisante. Cependant, une épaisseur d'isolation aussi faible n'est pas viable économiquement. La part de cette isolation supplémentaire dans le prix total (finition, travaux d'échafaudage, etc.) est faible par rapport aux économies d'énergie réalisées grâce à une isolation plus épaisse. L'isolation intérieure des parois extérieures est à éviter dans tous les cas, car ce type d'isolation ne permet pas d'éliminer les ponts thermiques ni de réduire les pertes de chaleur.

L'étanchéité à l'air des bâtiments joue un rôle important dans leur efficacité énergétique et a un impact direct sur les coûts de chauffage de ceux-ci. Cependant, il faut se rappeler que l'enveloppe du bâtiment, le chauffage et la ventilation forment une seule et même unité. Si l'une de ces parties ne fonctionne pas normalement, le bâtiment n'est pas en bon état. Toute la ventilation d'un bâtiment avec des barrières étanches à l'air doit être assurée par une ventilation efficace. S'il n'y a pas de ventilation efficace, le climat intérieur sera contaminé. De même, un bon système de chauffage et de ventilation ne garantit pas l'efficacité énergétique d'un bâtiment dont les fermetures ne seraient pas étanches à l'air et à la chaleur. La résolution du problème d'étanchéité à l'air doit donc aller de pair avec la mise en place d'un bon système de ventilation et de chauffage.

Si un bâtiment avec des parois étanches à l'air ne dispose pas d'un système de ventilation fonctionnel, l'air intérieur ne sera pas échangé et le climat intérieur sera altéré. Les performances du système de ventilation doivent garantir :

- une ventilation et un apport d'air frais adéquats
- un confort thermique
- un système équilibré qui ne crée pas de différence excessive entre les pressions d'air
- pas de bruit excessif
- un contrôle du débit d'air
- une efficacité énergétique des bâtiments

Les économies d'énergie ne doivent pas se faire au détriment d'un mauvais climat intérieur ! Il est important de développer des solutions pour améliorer l'**insonorisation** des appartements. Ceci est rendu possible par une évaluation informatique de l'insonorisation des murs et des possibilités de l'améliorer. Différentes normes sont utilisées pour calculer où et comment améliorer l'insonorisation. Les données techniques des murs et des plafonds entre les appartements sont utilisées pour les calculs.

Il est recommandé de faire entrer l'air dans l'unité de **ventilation** par le haut et que le système puisse être nettoyé et désinfecté en profondeur. Il est important de s'assurer que le système est régulièrement nettoyé et que les filtres sont remplacés conformément aux instructions du fabricant. Si l'air est insufflé dans la pièce par des équipements de ventilation mécanique, il est important de procéder à un nettoyage régulier, car la ventilation peut disperser la poussière dans la pièce et ainsi causer des problèmes supplémentaires.

FRANCE

La réduction de la consommation d'énergie des bâtiments se fait principalement en "confinant" les bâtiments, pour les rendre plus étanches à l'air et plus isolés.

En outre, le plan de santé environnementale préserve la qualité de l'air intérieur pour la protection de la santé. L'air et la ventilation sont également très importants pour la préservation du bâtiment (éviter l'apparition de pathologies).

La rénovation des bâtiments anciens nécessite donc de trouver un équilibre entre des mesures thermiques permettant une "meilleure étanchéité à l'air", tout en maintenant une ventilation suffisante pour le confort d'usage et la préservation du bâtiment.

En France, le décret d'application n° 2016-711 du 30 mai 2016 relatif aux travaux d'isolation en cas de ravalement de façade, de réfection de toiture ou d'aménagement de locaux pour les rendre habitables, définit le cadre de "l'intervention". Ainsi, lorsqu'un bâtiment fait l'objet de travaux de rénovation (réfection de l'enduit, remplacement ou pose d'un parement), d'au moins 50% d'une façade sans ouverture, ou de réfection de la toiture avec "au moins 50% de l'ensemble de la toiture", le maître d'ouvrage est tenu de réaliser des travaux d'isolation thermique conformément aux exigences définies dans le RTE.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte prévoit de réduire de 40% les émissions de gaz à effet de serre, de 20% la consommation d'énergie finale et de 30% la consommation d'énergie primaire des combustibles fossiles d'ici 2030. Mais sans prise en compte de l'énergie grise intrinsèque aux matériaux de rénovation thermique, l'efficacité de ces seuils reste marginale.

GRECE

Le rôle de la ventilation dans le contrôle de l'humidité et la création d'un environnement intérieur sain est essentiel. La présence d'humidité dans les maisons

ou les phénomènes de moisissures liés à un excès d'humidité sont non seulement nuisibles à la santé des occupants d'un bâtiment, mais affectent aussi sérieusement l'état de la structure du bâtiment, ce qui peut diminuer la qualité de l'air intérieur du bâtiment.

La ventilation est destinée à éliminer ou à diluer les polluants et à contrôler l'environnement thermique et l'humidité dans les bâtiments. Elle doit être suffisante soit pour éliminer les polluants et l'humidité générés à l'intérieur, soit pour diluer leurs concentrations à des niveaux acceptables pour la santé et le confort des occupants et doit être suffisante pour maintenir l'intégrité du bâtiment. Un certain nombre d'études ont montré un lien entre la ventilation et la santé. La ventilation peut être assurée par diverses méthodes naturelles et mécaniques.

L'isolation thermique réduit les pertes ou les gains de chaleur indésirables à travers l'enveloppe d'un bâtiment. Cela permet de réduire la demande d'énergie pour le refroidissement et le chauffage des bâtiments, et constitue donc une mesure d'atténuation pour réduire les émissions. L'isolation thermique contribue à la préservation des ressources et réduit les impacts sur l'environnement. Elle fournit une couche supplémentaire à la surface extérieure pour permettre l'évaporation de l'eau et empêcher l'accumulation d'eau dans le mur. L'isolation thermique aide à réchauffer les surfaces froides en contrôlant la perte de chaleur à travers le mur/plancher.

ITALIE

Le processus de restauration du béton détérioré suit un parcours structuré : diagnostic, planification de l'intervention et exécution de la restauration.

Il existe des systèmes, des outils et des méthodes d'investigation qui permettent d'effectuer toute une série d'activités de diagnostic, principalement non invasives, rapides et généralement peu coûteuses (pacométrie, sclérométrie, ultrasons, mesure du potentiel de corrosion, etc.), grâce auxquelles il est possible de caractériser les structures et les matériaux, de reconnaître les éventuelles pathologies de détérioration, de quantifier le degré d'évolution du phénomène et le niveau d'implication de la structure. Ces activités peuvent fournir aux parties intéressées (copropriétés, administrateur) des informations sur l'état de santé de la propriété, et sont fondamentales à la fois pour sa gestion, et dans le cas où il faudrait planifier des interventions de remédiation, qui peuvent être proportionnées à la situation réelle, en optimisant l'efficacité de l'intervention et le rapport coût/bénéfice.

Dans la restauration d'ouvrages en béton armé détériorés, il faut toujours tenir compte des paramètres suivants afin de réussir une intervention par l'utilisation de mortiers de ciment pré-mélangés :

- Classe d'exposition
- Technique d'application
- Adhérence au béton original

Classe d'exposition : dans la conception des ouvrages en béton armé, la catégorie d'environnement à laquelle l'ouvrage est exposé, appelée classe d'exposition, doit être prise en compte pour le choix d'un béton durable dans cet environnement. Ainsi, même dans la planification de la restauration, sur la base du diagnostic de la détérioration, la classe d'exposition doit être prise en compte afin que, après la restauration, l'œuvre ne subisse pas à nouveau la même détérioration.

Technique d'application

Les exigences selon lesquelles le mortier de restauration doit être appliqué sont fortement liées à l'épaisseur à restaurer, à la densité des tiges d'armature originales et des tiges supplémentaires.

Adhérence au béton original

Normalement, les mortiers à base de ciment, quelle que soit la technologie d'application, présentent l'inconvénient de rétraction hygrométrique. Un bon mortier de restauration doit au contraire surmonter ce problème et garantir une adhérence parfaite au support.

La connaissance des agressions qui attaquent la structure permet également de sélectionner les produits de restauration, offrant une durabilité maximale face au milieu environnant : eau de mer, cycles de gel ou de dégel, etc. La connaissance du lieu d'intervention (ex. zone urbaine, environnement agressif ...) permet de choisir la technique d'application la plus durable.

La phase de **restauration** finale peut être de deux types, définis lors de la phase de diagnostic :

Restauration corticale : se réfère à la restauration des zones non porteuses qui ne compromettent pas la stabilité des structures et qui ne concernent que les zones superficielles.

Restauration structurelle : désigne la restauration des zones détériorées qui contribuent directement à la stabilité de la structure (dégradation des éléments structurels avec dégradation généralisée, y compris en profondeur).

POLOGNE

La modernisation des bâtiments de grande taille en raison des exigences actuelles doit inclure :

- Modernisation thermique des bâtiments situés dans des régions de haute altitude, encore non isolés
- Démantèlement des façades en panneaux d'amiante et de ciment sur les bâtiments existants et des produits contenant de l'amiante (balustrades, murs de loggias, conduits de cheminée) avec élaboration de règles d'élimination des substances nocives, conformément au "Programme d'élimination de l'amiante et des produits

contenant de l'amiante utilisés sur le territoire polonais jusqu'en 2032" adopté par le Conseil des ministres le 14 mai 2002

- Remplacement des châssis de fenêtres d'appartements et des cages d'escalier par des châssis à économie d'énergie dans les bâtiments faisant l'objet d'une modernisation thermique après 2014, ainsi que des conduites corrodées des systèmes d'eau, d'égouts, de gaz et de chauffage, avec leur adaptation aux règles techniques et de construction actuelles
- Adaptation du système de chauffage et d'alimentation en eau chaude par l'utilisation rationnelle des sources d'énergie renouvelables dans l'approvisionnement en chaleur
- Remplacement de l'installation électrique en aluminium dans les bâtiments (appartements et escaliers)
- Renoncer au gaz dans les immeubles de grande hauteur et les immeubles en service et passer à l'alimentation électrique triphasée des appareils de cuisine et des chauffe-eaux électriques
- Modernisation de la ventilation naturelle gravitationnelle et mécanique (alimentation et évacuation) après la modernisation thermique des bâtiments, conformément aux exigences et aux conditions techniques auxquelles doivent répondre les bâtiments.

En raison des attentes sociales, mais aussi des exigences de fonctionnalité et d'utilité, les modalités de modernisation dans le domaine des grands panneaux peuvent également prendre en compte les aspects suivants :

- Superstructures à étages supplémentaires,
- Modification de la forme des toits permettant la création d'un espace habitable dans les combles ou la création d'un deuxième niveau d'appartements en duplex,
- Réfection des entrées et des escaliers en les adaptant aux besoins des personnes handicapées,
- Transformation de la structure du logement en combinant des appartements trop petits ou en améliorant leur fonctionnalité,
- Réfection des systèmes de circulation dans les bâtiments, en éliminant les systèmes de couloirs ou en augmentant le nombre d'escaliers et d'ascenseurs
- Installation d'ascenseurs supplémentaires dans des bâtiments de cinq étages,
- Reconstruction de bâtiments, en ajustant leur taille et/ou en ajoutant de nouveaux bâtiments ou parties de bâtiments, ou démolition partielle ou transformation des façades.
- Introduction d'un aménagement résidentiel et commercial de moindre importance.

4. Attente des utilisateurs :

ESTONIE

D'après les recherches effectuées en 2009, la plupart des résidents des grands immeubles d'habitation sont propriétaires de leurs appartements et y vivent depuis la

construction de l'immeuble. Au fil des ans, les résidents ont réalisé des investissements financiers pour améliorer leurs conditions de vie, et ont effectué des rénovations mineures pour maintenir des conditions de vie et un confort agréables. La plupart d'entre eux ont remplacé les anciennes fenêtres en bois par des fenêtres en PVC, ce qui a permis de rendre les appartements plus étanches et plus chauds. Mais cela a également causé des problèmes de santé comme l'absence d'air frais, la présence d'un air sec et une toux sèche.

La situation financière des ménages joue un rôle important dans la mesure où ils sont prêts à investir pour améliorer leurs conditions de vie. On s'attend à ce que les conditions de vie soient confortables et le coût faible, ce qui n'est pas toujours le cas. Le plus grand mécontentement des résidents était les nuisances sonores à travers les plafonds et les planchers. Il s'agit donc du bruit provenant des activités quotidiennes des voisins du haut et du bas. L'insonorisation a été mentionnée comme un élément majeur de la sensation de confort et d'intimité.

La plupart des résidents des grands immeubles s'attendent à ce que leurs appartements soient lumineux et chaleureux. En général, ils sont satisfaits de l'état de l'éclairage et de l'absence de bruits provenant des ventilations ou d'autres équipements. Les résidents des appartements ont effectué des travaux de rénovation mineurs qui leur ont permis de conserver des conditions de vie satisfaisantes.

Les attentes concernant l'aspect extérieur de leur bâtiment étaient principalement de vivre dans un bâtiment d'apparence moderne, et non un bâtiment qui ressemble à un bâtiment post-soviétique. Il y a eu différentes solutions pour l'aspect extérieur : certains ont apposé une œuvre d'art sur leurs bâtiments ; d'autres ont utilisé des matériaux de construction et des couleurs d'aspect moderne. La réduction de l'empreinte carbone dans les barres d'immeubles dépend de la volonté des résidents à investir dans des technologies permettant de réduire la consommation d'énergie. Cela dépend également de l'âge de la résidence. La jeune génération est prête à investir parce qu'elle y voit un moyen d'augmenter le prix de son bien immobilier. Ils voient l'avantage du long terme. Les immeubles d'habitation où vivent les générations plus âgées sont plus réticents à investir dans des panneaux solaires, par exemple, car cela signifierait pour eux qu'ils doivent payer plus pour leurs conditions de vie et qu'ils ont moins d'argent pour l'alimentation et leur santé.

FRANCE

Les résidents attendent un confort thermique, acoustique et sanitaire de qualité, et une bonne luminosité pour leur logement. Ils souhaitent également un logement agréable et personnalisé.

Confort de vie :

Confort thermique :

La température dépend de chaque pièce et de son utilisation. La température de confort dépend de la température de l'air ambiant et de celle des murs. L'isolation des murs extérieurs est donc essentielle pour le confort perçu. De plus, un logement individuel présente des déperditions thermiques : 7 à 10% par le sol, 13 à 15% par les menuiseries, 20 à 25% par les murs extérieurs et 30% par le plafond (toit). Les plafonds et les toits représentent 1/3 des pertes de chaleur, d'où l'importance de les isoler. Le taux d'humidité ambiant joue un rôle très important dans la sensation de chaleur. Une ventilation performante permet de réduire le taux d'humidité. La vitesse de déplacement de l'air présent dans le bâtiment, qu'il s'agisse de courants de convection ou de ventilation, génère une sensation de froid.

Le confort acoustique est très important pour le bien-être, un mauvais confort acoustique génère des effets négatifs sur la santé (nervosité, stress, manque de sommeil, fatigue). L'isolation des murs extérieurs et intérieurs sera privilégiée ainsi que les menuiseries. Les besoins en matière d'isolation acoustique seront très variables selon l'environnement.

Le confort sanitaire est apparu avec la construction des logements d'après-guerre et l'arrivée de l'eau courante. Sont également obligatoires les installations d'évacuation des eaux usées avec un système empêchant le reflux des odeurs et des effluents. Les canalisations d'alimentation en eau potable ne doivent pas être à l'origine de maladies comme les canalisations en plomb, qui provoquaient le saturnisme par exemple. Le traitement des déchets (eaux usées notamment) fait partie intégrante de la rénovation des logements d'après-guerre, non raccordés à un système collectif de traitement des eaux. Le confort sanitaire passe également par la ventilation des pièces, afin de réduire le taux d'humidité. Cela peut générer une sensation de froid mais aussi le développement de champignons de moisissures sur les parois froides où se condense l'humidité (et peut être à l'origine de maladies respiratoires).

Une bonne luminosité est essentielle.

Le soleil est une source de lumière gratuite qui a une incidence sur le bien-être des occupants.

Les apports solaires peuvent être utilisés comme source de chaleur directe ou indirecte via des parois intérieures à forte inertie. Ils restitueront l'énergie reçue par le soleil tout au long de la journée.

Aspect esthétique des bâtiments :

Un logement visuellement agréable et personnalisé est un élément de la réhabilitation à prendre en compte, que ce soit pour les parties privatives ou communes du bâtiment.

Le béton armé, qui était le matériau privilégié lors de la reconstruction d'après-guerre, est un matériau froid. Il n'est pas complètement lisse, il se salit donc facilement et rapidement. De plus, il était rarement enduit ou peint, d'où l'uniformisation des villes reconstruites après la guerre. L'individualisation des bâtiments permettrait de personnaliser les habitations et permettrait aux populations de s'approprier leurs maisons et leurs villes.

Matériaux à faible empreinte écologique :

Les matériaux utilisés pour ces rénovations doivent avoir une empreinte carbone aussi faible que possible. De nombreux biomatériaux et matériaux performants permettent de réaliser ces travaux sans polluer l'atmosphère du logement.

Parmi les isolants les plus connus, on peut citer la fibre de bois, le liège aggloméré, la ouate de cellulose, la fibre de chanvre ... ce sont des isolants produits en Europe à partir de produits naturels ou issus du recyclage.

La ventilation motorisée (simple ou double flux) est un élément essentiel pour améliorer le confort des habitations. Elle consomme de l'énergie électrique, mais cette énergie est compensée par les économies d'énergie générées par l'isolation pour un simple flux, et par le faible besoin de chauffage supplémentaire pour un double flux.

GRECE

La rénovation est un moyen courant d'entretenir les bâtiments afin de servir leurs utilisateurs. Dans le cycle de vie du bâtiment, la rénovation est une activité prédominante pour maintenir sa performance. Les bâtiments plus performants offrent des niveaux plus élevés de confort et de bien-être à leurs occupants et améliorent la santé en réduisant les maladies causées par un mauvais climat intérieur.

En raison de l'évolution des modes de vie, des normes de construction et des tendances du marché, les logements ont beaucoup changé au fil du temps, notamment les appartements résidentiels. Une rénovation doit être bien planifiée et prendre en considération les attentes des utilisateurs en ce qui concerne le résultat final, telles que :

L'efficacité de l'isolation contribue non seulement à réduire la taille du système de chauffage/refroidissement requis, mais aussi à réduire le coût annuel de l'énergie. En outre, elle permet d'allonger les périodes de confort thermique sans avoir recours à une assistance mécanique. Par conséquent, le choix approprié de l'isolation thermique dans les bâtiments améliore le confort thermique à un coût d'exploitation moindre.

Le confort est censé être meilleur après l'achèvement d'une rénovation réussie. La qualité et les paramètres de l'environnement interne du bâtiment définissent la sensation de confort pour les utilisateurs. L'utilisation de matériaux actifs, l'isolation et une étanchéité à l'air efficace combinée à une ventilation efficace garantiront un air sain. En outre, l'aménagement intérieur et extérieur du bâtiment rénové peut être planifié pour répondre aux besoins esthétiques de l'utilisateur et ajouter de la valeur au résultat final.

L'empreinte environnementale est une préoccupation fréquente des habitants qui sont conscients de l'impact négatif des émissions de CO₂. La rénovation offre la



possibilité de minimiser la consommation d'énergie et de protéger en même temps l'environnement.

Le délai de rentabilité est crucial pour l'utilisateur. Il s'agit du temps nécessaire pour récupérer le coût d'un investissement. C'est la période pendant laquelle un investissement atteint un seuil de rentabilité. L'intérêt d'un investissement est directement lié à son délai de rentabilité. Choisissez des spécialistes du bâtiment pour planifier et mettre en œuvre la rénovation. Les exigences d'application de la plupart des produits d'isolation thermique des bâtiments comprennent une conception détaillée appropriée, une exécution soignée et une sélection appropriée des produits, des méthodes de manipulation et d'installation. Des spécialistes du bâtiment expérimentés et compétents réussiront à travailler ensemble pour concevoir/rénover des bâtiments de manière à ce qu'ils permettent à leurs clients de bénéficier de conditions de vie confortables et saines. Des rénovations correctement planifiées et mises en œuvre entraînent une amélioration considérable du confort de l'habitat, une réduction significative des coûts énergétiques et, au bout du compte, une augmentation de la valeur du bien immobilier concerné.

ITALIE

Le marché de la construction est de plus en plus attentif aux questions de durabilité et demande donc au ciment et au béton des performances autres que la seule résistance. Mais ce n'est pas tout : l'utilisation de certains produits aux performances particulièrement compétitives peut contribuer à améliorer les résultats de durabilité du bâtiment.

Toutefois, lorsqu'il s'agit de réaménagement, il est également essentiel d'évaluer les aspects économiques et financiers du marché immobilier italien.

En fait, le cadre de ce dispositif est la prise de conscience par les familles de la nécessité d'un "entretien" de leur patrimoine qui, presque toujours, coïncide exclusivement avec leur propre logement (76 % sont propriétaires de la maison dans laquelle ils vivent).

Une recherche menée par le CRESME en 2011 révèle que la dégradation des bâtiments est plus importante dans les villes où se concentre le parc le plus ancien. Néanmoins, d'une manière générale, le réaménagement du parc immobilier est moins important dans les villes que dans les communes de plus petite taille. Il y a probablement une autre question qui croise les différentes sensibilités d'un citoyen et d'un habitant d'une petite ville : il s'agit de la perception différente de la valeur de sa maison.

Dans les villes, la composante prix (valeur) liée à la localisation urbaine est si élevée qu'elle comprime considérablement les autres composantes (état d'entretien, esthétique, etc.). En d'autres termes, l'entretien et la modernisation d'un logement n'apportent qu'une part marginale de l'augmentation de la richesse immobilière, qui varie selon la localisation. Malgré la sensibilité croissante des utilisateurs des biens, malgré l'élargissement de la gamme de produits "durables" pour la construction, et

malgré les mesures incitatives, des objectifs en matière d'efficacité énergétique des bâtiments n'ont pas été atteints de manière satisfaisante à ce jour.

POLOGNE

Voici les aspects spécifiques qui affectent l'évaluation globale des conditions de vie dans un immeuble d'appartements par les résidents :

- Niveau sonore
- Pureté de l'air
- Normes et conception modernes
- Places de parking disponibles
- Espace de rangement supplémentaire inclus
- Normes de qualité élevées pour les parties communes telles que les couloirs, les escaliers et les ascenseurs
- Sécurité (surveillance, gardiens, barrières télécommandées à l'entrée)
- Accès proche de la zone commerciales et de services
- Aires de loisirs intérieures et extérieures dans les lotissements
- Infrastructure sportive
- Aires de jeux pour enfants
- Solutions écologiques mises en œuvre, par exemple des panneaux photovoltaïques pour réduire les coûts d'exploitation des parties communes du bâtiment, telles que l'éclairage des espaces communs ou la consommation d'énergie des ascenseurs.

ANNEXE I : Mesures incitatives/ Programmes

ESTONIE

L'État collabore avec l'association KredEx pour conseiller et soutenir les associations d'immeubles à usage d'habitation en matière de rénovation et de performance énergétique.

Incitations/aide financières. KredEx est une fondation créée par le ministère des affaires économiques et des communications en 2001 dans le but de proposer des solutions financières basées sur les meilleures pratiques au monde. Ils développent constamment leurs services en coopération avec d'autres acteurs du marché financier afin d'offrir des options de financement dans un environnement économique en mutation. La plupart des logements en Estonie ont été construits il y a plusieurs décennies et ont besoin d'être rénovés. KredEx offre des services financiers et un soutien direct pour la rénovation des maisons privées et des immeubles d'habitation. Ils proposent différents types de services financiers pour améliorer la performance énergétique et le climat intérieur. Les aides non récupérables et les garanties de prêt sont disponibles par le biais de KredEx.

FRANCE

La rénovation énergétique des bâtiments est une priorité pour le gouvernement français. Grâce à des incitations financières (éco-prêt à taux zéro, chaudière à un euro, crédit d'impôt pour la transition énergétique, etc.), les particuliers, les copropriétés et les collectivités peuvent bénéficier d'un accompagnement dans la réalisation de leurs travaux, souvent coûteux et fastidieux.

Le plan de rénovation énergétique des bâtiments répond aux objectifs du Plan Climat annoncé en juillet 2017 car il propose des outils adaptés pour encourager la rénovation énergétique de manière massive, tant des logements que des bâtiments professionnels. L'objectif est d'atteindre la neutralité carbone en 2050 tout en luttant contre la précarité énergétique. En effet, aujourd'hui, 7 millions de logements sont mal isolés et 14% des Français ont froid dans leur logement.

Dans le cadre du plan de relance 2021-2022, le ministère de la Transition écologique a ouvert un appel à projets destiné à soutenir financièrement les organismes de logement social s'engageant dans la mise en œuvre de solutions industrielles efficaces et reproductibles pour la rénovation énergétique des logements du parc locatif social. Une nouvelle incitation financière intitulée 'MaPrimeRénov' vient d'être lancée pour aider les particuliers à améliorer le confort de leur logement et soutenir ainsi l'activité du secteur du bâtiment.

En Normandie, le Conseil régional souhaite inciter les particuliers, propriétaires de maisons individuelles, à réaliser des travaux d'efficacité énergétique pour répondre aux normes "Bâtiment Basse Consommation" en une ou plusieurs étapes. Pour cela, elle propose un dispositif de chèques éco-énergie, la mise en place d'un service d'aide à la rénovation énergétique, la nouvelle incitation nationale MaprimeRénov ainsi que l'expérience " LCB " (incitations financières au diagnostic et aux travaux).

GRECE

Le programme national de rénovation des bâtiments, est la seule source de financement et propose des mesures d'incitation à l'amélioration de l'efficacité énergétique par le biais des banques commerciales. Le programme est lié à des caractéristiques de rénovation spécifiques et le propriétaire est responsable de l'achèvement des travaux afin de recevoir le financement qui varie de 50 à 85% selon les revenus du ménage et est mis en œuvre par les banques commerciales. L'objectif du programme est de soutenir la réduction de la consommation d'énergie et de compenser le manque de financement dû à la nécessité de rénover le parc immobilier ancien.

Le programme "Exoikonomo-Aftonomo" a été conçu dans le but d'économiser de l'énergie et d'être autonome grâce à l'introduction de nouvelles technologies dans le secteur du bâtiment résidentiel qui caractérisent une "maison intelligente". Il s'adresse aux personnes dont la résidence principale appartient à une catégorie à

faible consommation d'énergie. Le bénéficiaire du programme est la Banque Hellénique de Développement.

Les interventions éligibles sont classées en 4 catégories, en fonction de l'objectif de la mise en œuvre. Elles comprennent les sous-catégories d'interventions suivantes :

1. Economie d'énergie
 - Remplacement des menuiseries
 - Installation/amélioration de l'isolation thermique
 - Amélioration du système de chauffage et de refroidissement
 - Système d'eau chaude utilisant des sources d'énergie renouvelables (RES)
2. Autonomie en énergie
 - Centrale photovoltaïque (PV), avec compensation énergétique
 - Systèmes de stockage de l'électricité (accumulateurs électriques) à partir du PV
 - Infrastructure de recharge des véhicules électriques
3. Systèmes de maison intelligente
 - Éclairage / gestion des dépenses électriques
 - Chauffage / climatisation
 - Commande à distance et surveillance
4. Autres interventions collectives (Immeubles d'habitations)
 - Actualisation et certification des ascenseurs
 - Modernisation de l'éclairage des parties communes

Le **budget total éligible** pour la mise en œuvre des interventions est le suivant :

50 000 € pour une maison individuelle / un appartement individuel / un appartement faisant partie d'une demande pour un immeuble résidentiel de type A

80 000 € pour une demande concernant un immeuble résidentiel de type B. Dans le cas où un bénéficiaire a plus d'une demande (propriétaire occupant et locataire en tant que résidence principale), le financement total ne peut pas dépasser 100 000 € pour l'ensemble des demandes.

Afin de couvrir le coût des interventions requises, il est possible de combiner **subvention, emprunt et/ou fonds propres**. Il est à noter que la participation privée, dans le cas des demandes d'immeubles de type B, sera couverte exclusivement par des fonds propres.

Les **critères** de base pour qu'une **propriété** soit admissible au programme sont les suivants :

- Elle est utilisée comme résidence principale
- Elle est légale (possède un permis de construire ou autre document légal*).
- Elle est classée selon le certificat d'efficacité énergétique (CEE), délivré après le 26/11/2017, dans une catégorie inférieure ou égale à C.
- Elle n'a pas été qualifiée de démolissable.

Critères d'éligibilité pour le candidat :

- Conservation de la propriété pleine ou parcellaire, ou de l'usufruit d'une résidence éligible.



- Respecter les critères de revenus (pour les demandes concernant les appartements et les maisons individuelles) tels que définis par le programme
- Dans le cadre du programme national, les candidats éligibles sont uniquement des propriétaires de maisons et, dans le cas de copropriétés (immeubles d'appartements) - qui représentent la grande majorité des types de logements dans les grandes villes - il est impossible pour tous les propriétaires de parvenir à un accord, de sorte que l'amélioration énergétique par la rénovation ne peut être mise en œuvre dans sa totalité. Bien qu'elles n'aient pas encore été mises en œuvre au niveau national, les mesures d'incitation à la rénovation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique par le biais d'une déduction fiscale pourraient être adaptées aux propriétaires ou aux entreprises à hauts revenus à l'avenir.

ITALIE

Les incitations financières du gouvernement italien ne sont pas expressément destinées à la requalification des bâtiments en béton, mais en général à la requalification énergétique et/ou structurelle des bâtiments.

La loi de finances 2021 a ordonné la prorogation de certaines incitations importantes déjà en place au cours des années précédentes, qui comprennent divers dispositifs : **Bonus 110%** - déduction fiscale relative aux dépenses effectuées du 1er juillet 2020 au 31 décembre 2021 pour des interventions spécifiques sur : des immeubles résidentiels - dans le domaine de l'efficacité énergétique - des interventions antisismiques, l'installation de systèmes photovoltaïques, d'infrastructures pour le chargement de véhicules électriques et d'autres dépenses pour des activités spécifiques telles que des déclarations sous serment, des visas de conformité et les coûts du projet. La grande nouveauté de la législation est la possibilité non seulement d'utiliser le bonus, sous la forme d'une déduction fiscale en 5 ans, mais aussi de pouvoir transférer le crédit d'impôt à la banque ou d'obtenir un rabais auprès des fournisseurs, ce qui permet de surmonter le problème économique-financier évoqué au point 4.

Bonus casa o bonus ristrutturazioni - 50 % de déduction fiscale des frais engagés pour les interventions de restauration des bâtiments, pour les interventions qui ne relèvent pas de la prime de 110 %.

POLOGNE

Loi sur la modernisation thermique

La modernisation des immeubles communistes doit être rendue possible par la récente modification de la loi sur la modernisation thermique. Elle prévoit des subventions pour les travaux de rénovation et d'isolation tant pour les communs que pour les communautés d'habitation. Selon le ministère du développement, le montant de la subvention peut même atteindre 50 % de la valeur de l'investissement. Elle concernera également le raccordement au réseau de chauffage et l'installation de dispositifs d'énergie renouvelable. Les bâtiments municipaux inscrits au registre des monuments historiques ou situés dans la zone inscrite à ce registre

bénéficieront d'une subvention de 60 % des coûts du projet. Les financements seront versés par le **Fonds pour la modernisation thermique et la rénovation**, géré par la Banque Gospodarstwa Krajowego. Au cours des années 2020-2029, le Fonds dépensera environ 3,2 milliards de zlotys à cette fin, dont environ 2,2 milliards de zlotys seront liés aux investissements couverts par la loi amendée. Les coûts de ces rénovations à l'échelle nationale (modernisation thermique et consolidation des structures) sont estimés à près de 26 milliards de zlotys. Le coût moyen de la rénovation d'un bâtiment est d'environ 500 000 zlotys. Le programme de subventions est une autre étape vers l'amélioration de la qualité de l'air en Pologne, qui fait partie du programme gouvernemental "**Air pur**". Une bonne isolation des bâtiments permet une gestion plus efficace de la consommation d'énergie, ce qui entraîne une réduction des émissions de substances nocives dans l'atmosphère.

ANNEXE II : exigences qualitatives

ESTONIE

Exigences minimales en matière de performance énergétique

(1) Tout nouveau bâtiment qui est construit ou tout bâtiment existant qui fait l'objet d'une rénovation importante doit être conforme aux exigences minimales en matière de performance énergétique après l'achèvement des travaux de construction ou de rénovation. Si les travaux de construction ont été réalisés sur la base d'un permis de construire, les travaux de construction doivent être conformes aux exigences minimales en matière de performance énergétique en vigueur au moment de la délivrance du permis.

(2) L'enveloppe extérieure du bâtiment et les systèmes techniques qui consomment une quantité importante d'énergie doivent être conçus et construits de manière à ce que leur conception en tant qu'ensemble global permette de respecter les exigences minimales en matière de performance énergétique.

(3) Le ministre responsable du territoire établit par voie réglementaire les exigences minimales en matière de performance énergétique, y compris les exigences relatives aux systèmes techniques qui consomment des quantités importantes d'énergie, et les conditions d'introduction de l'utilisation des énergies renouvelables dans les bâtiments. Les exigences minimales en matière de performance énergétique sont révisées au moins une fois tous les cinq ans. Lors de la révision de ces exigences minimales, les progrès techniques sont pris en compte.

Le respect de la loi sur la construction et des exigences en matière de performance énergétique permettra de satisfaire pleinement aux exigences en matière de santé.

FRANCE

Le dispositif de rénovation dit " global " définit un objectif de performance globale du bâtiment rénové (Règlement Thermique Existant). Il ne s'applique qu'à certains

projets qui répondent à trois critères relatifs à la surface, à la date de réalisation et au coût des travaux. Il requiert :

- une évaluation de l'état initial du bâtiment (performance énergétique initiale, travaux prévus et économies d'énergie réalisées)
- des économies d'énergie (consommation énergétique globale inférieure à la consommation de référence du bâtiment comprenant le chauffage, l'eau chaude, les sanitaires, la climatisation, l'éclairage). Pour les logements, la réglementation introduit une valeur maximale de consommation. La consommation d'énergie du bâtiment rénové en matière de chauffage, de climatisation et d'eau chaude à usage domestique doit en effet être inférieure à une valeur limite qui dépend du type de chauffage et du climat. Cette consommation maximale est comprise entre 80 et 165 kWh / m² par an selon les cas, à comparer à la moyenne actuelle du parc qui est de l'ordre de 240 kWh / m² par an. Pour les bâtiments non résidentiels, les travaux devraient permettre un gain de 30% de la consommation d'énergie par rapport à l'état antérieur.
- Confort d'été (Afin de limiter l'inconfort des occupants et l'utilisation de la climatisation, le bâtiment rénové doit offrir un confort d'été acceptable, dans la mesure où cela est possible compte tenu du bâtiment existant). La température conventionnelle intérieure atteinte en été doit donc être inférieure à une température de référence.

Une performance minimale " garde-fou " est exigée pour une série de constituants (isolation, ventilation, système de chauffage, etc.), lorsque ceux-ci sont modifiés par des travaux de rénovation. Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. (RT existant par élément - Selon la loi du 3 mai 2007 ; modifiée le 1er janvier 2018). Les critères visent des techniques efficaces tout en tenant compte des contraintes de l'occupant. Les exigences concernent : les parois opaques (murs, toit, planchers), les parois vitrées, le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les systèmes de climatisation, la ventilation et l'éclairage.

Selon l'arrêté du 29 septembre 2009, le label " **rénovation à haute performance énergétique** " s'applique uniquement aux bâtiments achevés après le 1er janvier 1948. Il atteste que le bâtiment respecte un niveau de performance énergétique élevé ainsi qu'un niveau minimal de confort en été. Le label est délivré dans le cadre d'une certification portant également sur la qualité globale du bâtiment. La lecture du DPE est facilitée par deux étiquettes comportant 7 niveaux de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la moins bonne) : l'une se réfère à la consommation d'énergie et l'autre à la quantité de gaz à effet de serre émise.

La réglementation sur la qualité de l'air intérieur (QAI) rend obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans certaines structures accueillant des jeunes de moins de 18 ans :

- Depuis le 1er janvier 2018 pour les structures d'accueil collectif des enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires.
- Depuis le 1er janvier 2020 pour les centres de loisirs et les établissements d'enseignement secondaire ou de formation professionnelle (collèges, lycées, etc.).
- Avant le 1er janvier 2023 pour les autres établissements concernés

Les mesures réglementaires à prendre sont les suivantes :

- Auto-évaluation basée sur les grilles du ministère de la Transition écologique.
- Évaluation des moyens de ventilation
- Rapport d'évaluation
- Mise en œuvre du plan d'action pour corriger les défauts

GRECE

Pour atteindre l'objectif de réduire l'empreinte carbone et les coûts énergétiques totaux d'un bâtiment tout en augmentant le confort des occupants, la rénovation doit répondre à certaines exigences. L'isolation a le plus grand impact sur l'efficacité énergétique des bâtiments, et elle a également un impact substantiel sur le confort thermique.

La valeur R (résistance thermique) de l'isolation est une valeur utilisée pour mesurer la capacité d'un type spécifique d'isolation à résister au flux de chaleur. Plus la valeur R est élevée, plus le matériau est efficace contre le transfert de chaleur. La valeur R est l'abréviation de "valeur de Résistance". Un bâtiment conçu avec une isolation à valeur R élevée dans les murs et le toit, et avec des vitrages isolants, empêchera la chaleur de s'échapper du bâtiment par temps froid, et empêchera la chaleur d'entrer dans le bâtiment par temps chaud ou humide.

La valeur U (transmission thermique) est le taux de transfert de chaleur à travers une structure (qui peut être un matériau simple ou composite), divisé par la différence de température à travers cette structure. Les unités de mesure sont W/m^2K . Plus une structure est bien isolée, plus la valeur U est faible.

La valeur lambda (λ), ou valeur k (conductivité thermique) est le nombre de watts conduits par mètre d'épaisseur du matériau, par degré de différence de température entre une face et l'autre (W/mK).

Le montant des économies d'énergie résultant de l'utilisation de l'isolation thermique varie en fonction du type de bâtiment, des conditions climatiques dans lesquelles le bâtiment est situé ainsi que du type, de l'épaisseur et de l'emplacement du matériau isolant utilisé.

Selon l'agence grecque de réglementation de l'efficacité énergétique des bâtiments, les nouvelles constructions devront obligatoirement appartenir à la catégorie des bâtiments à consommation énergétique quasi nulle après 2022. Bien qu'il n'y ait pas de normes de rénovation pour les bâtiments anciens, le programme national qui finance ces actions a fixé comme condition préalable l'amélioration d'au moins trois niveaux d'énergie.

La ventilation appliquée à la rénovation totale reste une préoccupation majeure, notamment en termes d'impact sur le confort, de coûts et d'applicabilité. Il est nécessaire de poursuivre le développement technologique des systèmes de ventilation adaptés au marché de la rénovation.

L'étanchéité à l'air reste également un sujet de préoccupation majeur pour la rénovation de masse. Bien que les technologies et les procédures permettant de

réaliser des bâtiments étanches à l'air soient désormais bien établies, il est difficile de les mettre en pratique en raison d'un manque de compétences appropriées. Les technologies de contrôle et de pilotage sont importantes dans le domaine de la rénovation, non seulement pour améliorer l'efficacité des services du bâtiment, mais aussi pour aider l'utilisateur à contrôler la performance énergétique, la maintenance prédictive et les informations sur le comportement énergétique et les changements de comportement.

ITALIE

Les principales raisons du succès du béton, en tant que matériau de construction, ont toujours été sa durabilité et sa polyvalence, mais dernièrement, il a également été considéré pour ses caractéristiques thermiques particulières. Il ne faut pas oublier que le béton est également un matériau très résistant, ignifuge et un isolant acoustique.

C'est la masse thermique élevée du béton qui garantit sa capacité à stocker la chaleur, qui est ensuite progressivement libérée pour chauffer l'environnement pendant les jours d'hiver et le refroidir pendant les jours d'été, stabilisant ainsi le climat et les fluctuations de température à l'intérieur du bâtiment, ce qui permet aux occupants de vivre dans un environnement plus confortable. La masse thermique élevée peut réduire la consommation d'énergie utilisée pour le chauffage de 2 à 15%.

Les bâtiments en béton sont également capables de garantir une excellente étanchéité à l'eau et cette caractéristique permet de diminuer plus encore la consommation d'énergie pour le chauffage.

De plus, pendant l'été, la combinaison de la masse thermique avec la ventilation naturelle et l'ombrage des rayons du soleil peut garantir une réduction jusqu'à 50% de l'énergie utilisée pour refroidir un bâtiment. Par ailleurs, l'utilisation de matériaux alternatifs dans la production du béton ou le remplacement partiel de certains d'entre eux peut éviter la nocivité de certains composants utilisés par le passé : utilisation de béton recyclé mêlé à des granulats naturels ou utilisation de matériaux alternatifs tels que les scories ou les cendres volantes avec le ciment.

Un autre exemple de béton de dernière génération, principalement utilisé sous forme de panneaux, est le béton cellulaire, également appelé silicate de calcium.

Grâce à sa structure poreuse qui permet à la maçonnerie de respirer, il est capable de déterminer une haute perméabilité à la vapeur d'eau, améliorant ainsi la qualité de l'air à l'intérieur.

Sa surface poreuse absorbe l'humidité, notamment par capillarité de la maçonnerie en contact, et la répartit sur l'ensemble de la structure de manière à provoquer une évaporation vers l'extérieur ou l'intérieur des locaux.

La présence de silicate de calcium confère une excellente résistance aux changements thermiques.

L'inertie thermique réduit les pertes de chaleur en hiver et maintient la fraîcheur en été.

Utilisations et applications

Les silicates de calcium sont commercialisés sous forme de panneaux, de blocs autoportants ou de granulés à appliquer en vrac. Compte tenu des bonnes propriétés isolantes du matériau, il est principalement utilisé dans les **revêtements d'isolation extérieure**. Les **panneaux** de béton cellulaire peuvent être utilisés pour l'isolation extérieure des façades exposées à l'air et pour l'isolation intérieure des murs, plafonds, faux plafonds, afin de permettre une bonne diffusion de la vapeur d'eau.

C'est un produit non toxique qui ne contient pas de composés organiques volatiles, de gaz, de fibres ou de particules radioactives. Sa haute alcalinité et son action bactéricide naturelle due à la présence de chaux le rendent très résistant aux moisissures avec une réduction du développement des anaérobies dans l'environnement intérieur. L'absence de sels solubles empêche la formation d'efflorescences et le développement de polluants de nature microbiologique.

Enfin, un autre exemple de béton de dernière génération est le béton photo catalytique, qui utilise un processus naturel (la photo catalyse) pour accélérer les processus d'oxydation et par conséquent la décomposition des composés organiques volatiles. Utilisé dans les grandes villes, il devrait contribuer à purifier l'air et à maintenir les surfaces des bâtiments propres, en empêchant les polluants de s'accumuler et d'adhérer aux murs.

POLOGNE

La loi sur la construction (loi du 7 juillet 1994./ amendements récents de février 2021)

- est la loi polonaise la plus importante dans le domaine de la conception, de la construction, de la gestion, de l'entretien et de la démolition des bâtiments et les règles de fonctionnement des organes de l'administration publique à cet égard.

Elle est conforme aux directives européennes relatives aux questions de santé et de sécurité des travailleurs, aux exigences en matière de santé et de sécurité sur les chantiers temporaires ou mobiles, à la performance énergétique des bâtiments, à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché national de l'électricité, à la promotion de l'utilisation de biocarburants ou d'autres carburants renouvelables dans les transports.

La loi régleme également les questions liées à :

- La protection de l'environnement lors des activités liées à la démolition, à la construction de nouvelles installations et à leur entretien.
- Le lieu d'exécution de l'investissement et la manière d'obtenir un permis de construire et de démolir, ainsi que la définition des types de travaux et de construction qui ne nécessitent pas de permis de construire
- La mise en service des bâtiments
- L'activité professionnelle des personnes impliquées dans la construction (qualifications pour exercer des fonctions indépendantes dans la construction,

les fameux permis de construire) et leur responsabilité pénale et professionnelle

- Droits et obligations des participants dans le processus de construction
- Procédures en cas de catastrophe affectant la construction.

Les **nouvelles normes** sont entrées en vigueur pour le secteur du bâtiment le **1er janvier 2021**. Les anciens bâtiments qui seront agrandis et modernisés après le 31 décembre 2020 seront mis en conformité avec les nouvelles exigences.

La promotion de la construction économe en énergie dans les pays de l'Union européenne a été initiée par un document de 2002, contenant des modalités pratiques et des lignes d'action dans ce sens. En 2010, la directive du Parlement européen sur la performance énergétique des bâtiments est apparue. Elle a normalisé les méthodes de calcul de la performance énergétique d'un bâtiment et introduit des sanctions en cas de violation.

Les États membres de l'Union européenne ont été obligés de modifier leur réglementation nationale afin que les bâtiments construits et modernisés répondent à des normes minimales de performance énergétique. L'objectif, cependant, est d'atteindre un état de consommation d'énergie nulle.

Les réglementations strictes en matière de construction sont une conséquence de la politique pro-écologique de l'Union européenne et de l'adoption de trois postulats de base, connus sous le nom de "paquet climat énergie" ou "3 x 20" :

1. Réduction de la consommation d'énergie de 20%.
2. Réduction des émissions de dioxyde de carbone de 20%.
3. Augmentation de la production d'énergie renouvelable de 20%.

Modifications du droit de la construction en 2021

Les changements qui entreront en vigueur sous le nom de WT 2021 ou norme énergétique 2021, portent sur trois aspects :

1. Réduction de la conductivité thermique des éléments structurels
2. Réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments
3. Modernisation des systèmes de chauffage

ANNEXE III : Sources et/ou bibliographie

ESTONIE

- 2008, "Paldiski mnt 171 Tallinn asuva korterelamu rekonstrueerimine",
- 2009, Tallinna Tehnikaülikool, "Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ja prognoositav eluiga"
- 2020, Valga Vald, "Valga Valla korterelamute uuring ja nende jätkusuutlikkuse analüüs Valga valla üldplaneeringu koostamiseks"

FRANCE

- « Patrimoine de la reconstruction - Vire » par le CAUE du Calvados



- <https://www.patrimoine-normand.com/>
- <https://www.ademe.fr/expertises/batiment/elements-contexte/politiques-vigueur/plan-renovation-energetique-lhabitat-preh>
- <http://www.planbatimentdurable.fr/presentation-du-plan-de-renovation-energetique-des-a1232.html>
- Exigences de qualité : <http://www.rt-batiment.fr/presentation-generale-dispositif-a35.html>
- Loi datant du 3 mai 2007 modifiée en 2018:
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000006832706/2007-05-17/#LEGIARTI000006832706>

GRECE

Un grand nombre de sources d'information secondaires comprenant, mais sans s'y limiter, des publications universitaires, des articles, des rapports nationaux et des études, ont été examinées afin d'avoir une bonne compréhension de l'état actuel et du profil des bâtiments en Grèce.

- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-23150-8_7
- https://www.real.fi/Energiatyhmyrit/Methods_and_concepts_for_sustainable_renovation_of_buildings.pdf
- <https://ohsonline.com/Articles/2016/10/01/Sick-Building-Syndrome.aspx?Page=2>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1442476465850&uri=CELEX:32019H0786>
- <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/exoikonomo-aftonomo/>
- http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/06/16%CE%95CEE_Doudoumis.pdf
- https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/IA153/%CE%9A%CE%9B%CE%99%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%94%CE%95%CE%94%CE%9F%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%91_%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%91.pdf
- https://www.researchgate.net/publication/284019847_A_Comparison_of_Various_Heating_Systems_in_Greece_Based_on_Efficiency_and_Fuel_Cost
-

ITALIE

- Federbeton; *Come costruire un futuro con il cemento e il calcestruzzo*. L'adattamento ai cambiamenti climatici progettando costruzioni sostenibili - Editions: Pubblicamento S.r.l.
- Ing. Antonio Bossio, PhD, prof. ing. Gian Piero Lignola, prof. ing. Andrea Prota; *Il degrado delle infrastrutture in calcestruzzo armato*, INGENIO.it
- Stefano Bufarini, Vincenzo D'aria, Roberto Giacchetti; *Il controllo strutturale degli edifici in cemento armato e muratura*, ed. EPC
- Cresme; Indagine "Riuso" 2012
- Raffaele Pucinotti; *Patologia e diagnostica del cemento armato* (abstract), ed. Flaccovio
- <https://www.chathamhouse.org/>
- *Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*,
- <https://www.ohga.it/alla-scoperta-del-cemento-green-che-si-illumina-di-notte-e-migliora-la-qualita-dellaria/>

- <https://bioediliziaiperblock.it/la-qualita-dellaria-che-respiri-nella-tua-casa-e-sana-con-iperblock-base-calce/>

POLOGNE

- *Rewitalizacja Wielkiej Płyty w Polsce*, Anna Kaim, Wydział Architektury, Politechnika Warszawska, Builder4Futre 01.06.2020
- *Termomodernizacja sposobem rewitalizacji osiedli mieszkaniowych z wielkiej płyty*, Dr Inż. Marek Dohojda, Dr Inż. Krzysztof Wiśniewski, SGGW Warszawa, Rewitalizacja Obszarów Zurbanizowanych/ Arktuły Problemowe; Przegląd Budowlany 9/2019
- *Wielka płyta, jak nowa. Taki remont przydałby się też w Polsce - Trendy i inspiracje*, Newsweek 08.03.2019
- *Budownictwo wielkopłytowe – Raport o stanie technicznym/ Ocena bezpieczeństwa i trwałość budynków wykonanych metodami uprzemysłowionymi*, dr inż. J. Schulz, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2018
- *Program Rewitalizacji Łodzi 2026+*, Uchwała Rady Miejskiej w Łodzi Nr LXXIII/1980/18 z dnia 5 lipca 2018r.
- *Betonia. Dom dla każdego*, Beata Chomątowska, Wydawnictwo Czarne, 2018
- *Techniczne możliwości modernizacji budynków z wielkiej płyty*, dr inż. Jarosław Szulc, IZOLACJE 2/2018
- *Systemy prefabrykacji dla wielorodzinnego budownictwa mieszkaniowego – „wielka płyta” wczoraj i dziś*, Tofiluk A., „Prefabrykacja – Jakość, Trwałość, Różnorodność” 2017, z. 5, Warszawa.
- *Między slumsem a ogrodem – pytania o przyszłość polskich blokowisk na tle tendencji europejskich*, Agnieszka Barczykowska, Architektura, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 1-A/1/2012
- *Rewitalizacja wielkopłytowych osiedli mieszkaniowych szansą na podniesienie jakości przestrzeni miasta*, Eliza Szczerek, Architektura, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 1-A/1/2012
- *Programy rewitalizacji osiedli z zabudową prefabrykowaną w Europie przyczynkiem do opracowania programów polskich*, Dr Inż. Anna Ostańska, Politechnika Lubelska, Rewitalizacja, Przegląd Budowlany 3/2010, s.39-47