Interreg

EUROPESE UNIE

Vlaanderen-Nederland

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

ENERGIE DURABLE

DEMI MORE: une approche intégrée du processus de conservation

Pour améliorer l'efficacité énergétique des monuments, le projet européen DEMI MORE combine des techniques innovantes et des mesures d'économie d'énergie. Avec l'élaboration d'une norme internationale pour la durabilité des monuments, cela devrait déboucher sur une boîte à outils puissante pour la durabilité de notre patrimoine. Un projet à suivre !"

www.grensregio.eu

Ce document a été élaboré dans le cadre du projet Interreg Vlaanderen-Nederland DEMI MORE. Soyez partenaires dans ce projet :

Le projet DEMI MORE a été financé dans le cadre du programme Interreg V Vlaanderen-Nederland, le programme de coopération transfrontalière soutenu financièrement par le Fonds Européen de développement régional. Pour plus d'informations : www.grensregio.eu

Directive

Le projet INTERREG DEMI MORE ("Demonstration of Energy efficiency by Measurement and Innovation gives More") étudie comment les monuments peuvent être rendus plus économes en énergie d'une manière respectueuse mais innovante. Un des principes clés est le développement d'un label de qualité pour les bâtiments historiques et monumentaux sur le territoire néerlandais et belge. Les partenaires Kempens Landschap (BE) et la Province du Noord-Brabant (NL) ont désigné Daidalos-Peutz en collaboration avec Origin Architects et KIK-IRPA pour étudier pour les trois parties Belges du pays si la méthodologie BREEAM Refurbishment and Fit-Out (RFO) peut être appliquée pour évaluer la rénovation du patrimoine à sa durabilité.

Ces recherches ont abouti à l'élaboration d'un code de bonnes pratiques en matière de restauration. Par l'intermédiaire du Dutch Dutch Green Building Council (DGBC), accrédité comme gestionnaire et développeur du label de durabilité BREEAM-NL, ce texte serait présenté au Building Research Establishment (BRE), le développeur du label international BREEAM. Il était prévu que ce texte soit présenté au programme BREEAM RFO 2015 comme une extension du programme BREEAM RFO 2015, pour application au patrimoine dans les trois parties Belges du pays.

Au cours des discussions que la DGCB a eues avec le BRE, il est apparu que le BRE n'était pas disposé à accepter des ajouts à son calendrier. Il a donc été décidé d'étendre le code de bonnes pratiques et de l'utiliser comme document autonome. Il en est résulté le texte : "DEMI MORE : une approche intégrée du processus de conservation".

Ce texte est basé sur un certain nombre de normes concernant le patrimoine et la durabilité, et a été rédigé avec application dans les trois parties belges du pays. Le texte a été évalué au moyen de deux ateliers auxquels une sélection d'experts des trois parties du pays a été invitée : un atelier le 28/05 sur le patrimoine et un atelier le 19/11 sur les politiques. Au cours de ces ateliers, des conférences ont été données sur le rôle des indicateurs de durabilité dans le patrimoine, les applications concrètes sur les projets,....

Lors de chaque atelier, une discussion de groupe a eu lieu, basée sur des questions posées à l'avance. Les résultats de ces discussions ont été incorporés dans le texte. De plus, un outil visuel a été créé, avec un œil sur l'applicabilité au projets plus petits....

Dans toutes ces étapes, l'accent a été mis sur les aspects de durabilité propres au patrimoine. On pense qu'une étape suivante a été trouvée pour chaque partie du pays afin d'incorporer le texte "DEMI MORE : une approche intégrée du processus de conservation" dans un processus de conception qui intègre les aspects de la durabilité à large base.

Filip Descamps
Dries Haesendonck
Philippe Lemineur
Griet Bronselaer
Roald Hayen

21 décembre 2018

Structure du document

1. Ambitions et objectifs
2. Analyse et évaluation du bâtiment
3. Sélection des mesures
4. Conception
5. Réception et évaluation post-occupation
6. Exploitation et entretien
7. Documentation

Structure du document détaillé

1. Ambitions et objectifs 7
   - 1.1. Utilisation future 7
   - 1.2. Ambitions de durabilité 8
     - Méthodes générales d'évaluation de la durabilité 9
     - Évaluation de la performance énergétique 9
   - 1.3. Budget et paramètres économiques 10
     - Définition du budget 10
     - Soutien financier gouvernemental 10
     - Autres ressources 11
   - 1.4. Équipe d'accompagnement et équipe de conception 11
     - Équipe d'accompagnement 12
     - Équipe de conception 12
     - Contact avec les autorités responsables du patrimoine 14
     - Contact avec les autorités compétentes en matière d'urbanisme 14
   - 1.5. Législation régionale 15
     - Législation sur le patrimoine culturel 15
     - Législation sur la performance énergétique 15
2. Analyse et évaluation du bâtiment 16
   - 2.1. Données du bâtiment 16
     - Plans, sections et façades 16
     - Désignation patrimoniale et informations législatives 16
   - 2.2. Histoire du bâtiment 17
     - But et méthodes 17
     - Archives 18
     - Centres de formation spécifiques 18

2.3. Intérêt patrimonial et état du patrimoine ... 18
2.4. Recherche technico-matérielle (préliminaire ou non) ... 23
2.5. Évaluation du paysage historique ... 23
2.6. Évaluation de l'utilisation du bâtiment ... 24
Occupation et comportement des utilisateurs ... 24
Incidence des activités d'accueil ... 25
Valeurs cibles pour le climat intérieur ... 25
Exigences relatives au climat intérieur ... 26
Paramètres climatiques extérieurs ... 29
2.7. Analyse et évaluation de la structure ... 29
2.8. Analyse et évaluation des systèmes techniques du bâtiment ... 29
2.9. Évaluation de la performance énergétique ... 30
2.10. Étude et évaluation de l'éclairage ... 32
Éclairage artificiel ... 32
Sensibilité des objets et des finitions à la lumière du jour ... 32
Fenêtres et vitrages ... 33
Éclairage extérieur ... 34
2.11. Évaluation de l'utilisation des matériaux ... 34
TOTEM ... 35
BREEAM ... 35
Nature + ... 35
2.12. Évaluation des performances acoustiques ... 36
2.13. Protection contre l'incendie ... 37
Objectifs des mesures de protection ... 37
Mesures architecturales pour la sécurité incendie ... 38
Mesures techniques pour la sécurité incendie ... 39
2.14. Évaluation de l'accessibilité ... 40
2.15. Écologie et biodiversité ... 40
3. Sélection des mesures ... 41
3.1. Mesures de protection préliminaires ... 41
3.2. Philosophie d'intervention et limites de conservation ... 42
3.3. Définition de mesures et d'options de conservation ... 43
Simulations numériques du climat intérieur ... 43
Système de chauffage, composants et commande ... 44
3.4. Critères et échelle d'évaluation des risques ... 44
3.5. Cadre d'évaluation des mesures ... 46
Exclusion des mesures d'intervention inappropriées ... 46
Évaluation des mesures d'intervention et des options restantes ... 48
Sélection d'ensembles de mesures : plan de conservation ... 48
Évaluation par rapport aux objectifs ... 49
4. Conception ... 50

4.1. Mise en œuvre du plan de conservation 50
4.2. Gestion de la qualité 51
5. Réception et évaluation post-occupation 52
5.1. Réception 52
5.2. Évaluation post-occupation 52
6. Exploitation et entretien 53
6.1. Planification de l'entretien 53
6.2. Gestion de l'énergie 54
Système de gestion de l'énergie 54
Sous-comptage 54
7. Documentation 55
7.1. Performance énergétique 56
7.2. Communication externe 56

1. Ambitions et objectifs

'*Imbued with a message from the past, the historic monuments of generations of people remain to the present day as living witnesses of their age-old traditions. The common responsibility to safeguard them for future generations is recognized*.' (Chargées d'un message spirituel du passé, les œuvres monumentales des peuples demeurent dans la vie présente le témoignage vivant de leurs traditions séculaires. L'humanité, qui prend chaque jour conscience de l'unité des valeurs humaines, les considère comme un patrimoine commun et, vis-à-vis des générations futures, se reconnaît solidairement responsable de leur sauvegarde.)[1]

Pour parvenir à un projet de restauration réussi, il est important que le maître d'ouvrage clarifie les ambitions et objectifs à atteindre dès le début du projet en définissant les points suivants :

- l'utilisation future du bâtiment;
- les ambitions de durabilité;
- le budget et les paramètres économiques;
- l'équipe de conception.

Les restaurations doivent être considérées dans un contexte plus large que celui de la conservation du patrimoine culturel immobilier. Si un bâtiment historique est rénové en raison de son état de délabrement ou d'un changement d'utilisation, des améliorations en matière de durabilité et d'énergie doivent être apportées en même temps. Dans ce premier chapitre, nous voulons encourager le propriétaire du bâtiment à formuler les exigences générales pour le processus de conservation et à définir les ambitions de durabilité.. Le chapitre se conclut par un aperçu de la législation actuelle dans les trois régions belges.

Le chapitre suivant expose comment les exigences du maître d'ouvrage doivent être traduites et affinées par l'équipe de conception de manière à correspondre à l'analyse et à l'évaluation de la situation existante. Des prescriptions plus spécifiques, reposant sur une étude détaillée de l'équipe de conception, sont formulées dans le chapitre suivant.

1.1. Utilisation future

Afin de définir les objectifs pour une utilisation future, il convient de prendre en compte trois options : (1) le maintien ou le rétablissement de l'utilisation historique, (2) le maintien de l'utilisation actuelle et (3) la réaffectation.

- (1) Utilisation historique du bâtiment : fonction originale et toutes les autres fonctions historiques, analyse de la possibilité de maintien de l'utilisation historique dans la configuration du bâtiment de manière qualitative.
- (2) Utilisation actuelle du bâtiment :
  - analyse des conflits entre la fonction actuelle et l'intérêt patrimonial;
  - formulation des nouveaux besoins de la fonction actuelle (besoins tant techniques qu'architecturaux ou spatiaux);
  - dans certains cas, l'utilisation originale ou actuelle peut être conservée en affectant une partie du bâtiment à une nouvelle fonction.

- (3) Réaffectation : si un bâtiment perd sa fonction, un changement de fonction est souvent la seule option pour le conserver à long terme.

Pour déterminer l'incidence ou la faisabilité d'une fonction future potentielle, une étude de réaffectation peut apporter des réponses. Le Onroerend Erfgoed a présenté la publication *Eerst onderzoeken, dan herbestemmen. Een herbestemmingsonderzoek, hoe doe je dat?*[2]. Les orientations qui y sont présentées donnent un aperçu des étapes importantes à suivre et proposent une méthodologie d'investigation.

En outre, les réflexions suivantes peuvent aider à définir une utilisation future :

- il est important d'étudier l'adaptabilité de la structure actuelle du bâtiment; la pertinence de la réutilisation du bâtiment patrimonial et celle de la future fonction prévue;
- la nouvelle fonction doit avoir une valeur ajoutée pour le site historique et ses alentours, doit témoigner du respect pour le monument, pour sa fonction originale et pour sa valeur au sein de la communauté patrimoniale[3];
- la nouvelle fonction doit stimuler l'entretien durable et nécessaire du bâtiment et encourager la conservation du patrimoine[4];
- les ajouts doivent viser à maintenir une qualité de conception et d'exécution qui puisse être appréciée tant aujourd'hui que demain. Cela n'implique, ni n'exclut de travailler de manière traditionnelle ou nouvelle, mais il convient de respecter la signification d'un lieu dans son environnement[5];
- les décisions relatives à la modification de l'environnement historique exigent de l'expertise, de l'expérience et du discernement, dans le cadre d'un processus cohérent et transparent guidé par la politique publique[6];
- une attention particulière doit être apportée à l'accessibilité intégrale (c'est-à-dire, de'bas seuil', facile d'accès, de compréhension, ouvert à tous) et à l'implication de la communauté locale. La possibilité pour les résidents locaux de visiter ce patrimoine est une valeur ajoutée. Il est possible que le bâtiment soit reconnu comme un'patrimoine ouvert'*(open erfgoed*) par le Onroerend Erfgoed[7].

1.2. Ambitions de durabilité

Il y a quatre aspects de durabilité :

- la durabilité culturelle : un bâtiment historique est une ressource limitée qui doit être gérée de manière à conserver sa portée patrimoniale pour les générations actuelles et futures. La valeur patrimoniale est l'élément-clé de cet aspect;
- la durabilité environnementale : les matériaux et l'énergie utilisés tout au long du cycle de vie d'un bâtiment, y compris son montage, son exploitation, son entretien, sa rénovation et son démantèlement. Les bâtiments historiques devraient être entretenus en respectant les matériaux et les constructions existants, en décourageant l'enlèvement ou le remplacement des matériaux et l'utilisation de nouveaux matériaux qui exigent le réinvestissement de ressources et d'énergie, entraînant des émissions supplémentaires de gaz à effet de serre. L'énergie consommée devrait être issue principalement de ressources renouvelables et entraîner des émissions de gaz à effet de serre les plus faibles possibles;

- la durabilité économique : tous les facteurs économiques tels que la valeur marchande, les revenus et les coûts d'exploitation d'un bâtiment historique devraient permettre de soutenir sa fonction à long terme;
- la durabilité sociale : un bâtiment historique doit contribuer à son contexte local et social en termes de fonction et de signification esthétique et sociale;

Dans la gestion durable des bâtiments, les quatre aspects de la durabilité doivent être pris en compte et un équilibre approprié doit être recherché entre eux, étant donné qu'ils sont complémentaires et interdépendants.

Méthodes générales d'évaluation de la durabilité

Il existe plusieurs méthodes nationales et internationales pour évaluer la durabilité, comme les certifications BREEAM (Royaume-Uni), LEED (États-Unis), HQE (France), DGNB (Allemagne), ou encore GRO (Flandre) et Mémento pour des Quartiers durables (Bruxelles-Capitale).

Le BREEAM est une méthode d'évaluation des qualités durables d'un bâtiment internationalement reconnue[8]. Depuis son lancement en 1990, le BREEAM a certifié plus d'un quart de million de bâtiments et est maintenant actif dans plus de 70 pays dans le monde.
Le BREEAM s'efforce de sensibiliser les propriétaires, les occupants, les concepteurs et les exploitants aux avantages d'une approche durable fondée sur le cycle de vie du bâtiment. Il les aide également à adopter avec succès et à moindre coût des solutions et facilite la reconnaissance de leurs réalisations par le marché.
À l'aide d'examinateurs indépendants et agréés, le BREEAM examine une série de critères scientifiques couvrant divers aspects tels que l'utilisation de l'énergie et de l'eau, la santé et le bien-être, la pollution, le transport, les matériaux, les déchets, l'utilisation du sol, l'écologie et les processus de gestion. Les bâtiments sont cotés et certifiés sur une échelle de'*Pass*','*Good*','Very Good','*Excellent*'et'*Outstanding*'.

L'instrument le plus récent du gouvernement flamand dans le domaine de la construction durable est le'GRO'. L'outil a été lancé début 2017 par le Facilitair Bedrijf et peut être utilisé pour les bâtiments de toute taille, construit ou rénové en Flandre. L'instrument permet d'évaluer toutes les fonctions : immeubles de bureaux, infrastructures touristiques, musées, fonctions mixtes, ... indépendamment de la taille d'un projet de construction.

Évaluation de la performance énergétique

L'objectif général est d'obtenir la meilleure performance énergétique possible tout en respectant l'importance patrimoniale du bâtiment. Toute mesure d'amélioration de la performance énergétique doit être intégrée dans une stratégie de gestion à long terme pour l'ensemble du bâtiment.
Le processus d'amélioration de la performance énergétique peut être initié par des facteurs qui ne sont pas directement liés à cette performance, par exemple en travaillant sur le besoin général d'entretien et de réparation, ou un mauvais environnement intérieur. Les mesures en matière de durabilité et d'énergie devraient être coordonnées avec un calendrier d'entretien et de réparation continu. Les projets motivés uniquement par des interventions techniques ou des subventions financières qui visent simplement à réduire la consommation d'énergie opérationnelle devraient être examinés attentivement pour en déterminer les conséquences.

La méthodologie pour déterminer la performance énergétique des bâtiments historiques est décrite dans la norme EN 16883 *Conservation du patrimoine culturel - Principes directeurs pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments d'intérêt patrimonial*.

1.3. Budget et paramètres économiques

Définition du budget

Les ressources économiques doivent être identifiées à un stade précoce du projet. Le soutien financier des autorités doit être examiné dès le début du projet afin de s'assurer qu'il soit intégré dans le planning en temps opportun.
La viabilité économique est déterminée par les coûts d'investissement, les coûts d'exploitation, y compris les coûts d'entretien, le rendement économique et les gains économiques. Le taux d'actualisation, l'augmentation prévue du coût de l'énergie et les taxes sur le CO_2 doivent être définis conformément à la méthode d'analyse de l'optimalité en fonction des coûts décrite dans les lignes directrices accompagnant le règlement délégué (UE) N° 244 de la Commission[9].

Les coûts d'investissement, à savoir le coût initial de la construction, comprennent le coût de la recherche, le coût de la conservation/restauration et le coût de la rénovation pour les interventions réalisées dans le cadre des mesures énergétiques, des mesures de sécurité, des mesures dues aux exigences du programme, etc.
Lors de la détermination du coût d'investissement, le soutien financier des gouvernements peut être pris en compte.

Soutien financier gouvernemental

Soutien financier en Flandre

En Flandre, les propriétaires ou utilisateurs d'un monument protégé peuvent recevoir les types de soutien financier suivants[10] :

- un prêt du patrimoine (*erfgoedlening*) : peut être demandé pour la restauration, la rénovation ou la réaffectation de bâtiments bénéficiant d'une protection légale du patrimoine et de bâtiments inscrits à l'inventaire du patrimoine architectural (*vastgestelde inventaris van bouwkundig erfgoed*).
- une prime du patrimoine (*erfgoedpremie*) : pour les travaux d'entretien ou de restauration d'un monument protégé, ainsi que pour les surcoûts dus aux mesures d'économie d'énergie liés aux techniques, aux matériaux ou aux applications spécifiques qui sont nécessaires dans le cadre du patrimoine[11]. Il existe deux types de procédures :
  - la procédure standard : pour les travaux de maintenance récurrents ou les petits travaux. Cette procédure a une charge administrative moins lourde et un délai d'exécution limité.
  - la procédure exceptionnelle : pour des montants plus élevés. La période d'achèvement est plus longue et se déroule en deux phases.
- une prime de recherche (*onderzoekspremie*) : pour la recherche et l'étude de l'histoire du bâtiment, la recherche sur les matériaux et les techniques, l'analyse des possibilités de réaffectation (*bestemmings- en herbestemmingsonderzoek*), la réalisation d'un plan de gestion ou d'un audit énergétique.
- une prime pour couvrir les coûts de fouilles archéologiques excessifs;

- une réduction d'impôt : les propriétaires qui investissent dans la restauration ou l'entretien d'un monument protégé peuvent bénéficier d'une réduction d'impôt;
- une réduction des droits de vente ou de l'impôt sur les donations.

Soutien financer dans la région de Bruxelles-Capitale

À Bruxelles, les propriétaires d'immeubles bénéficiant d'une protection légale du patrimoine peuvent prétendre au soutien financier suivant[12] :

- soutien financier pour des travaux d'entretien ou de restauration d'un monument protégé ou pour une étude préliminaire nécessaire;
- un soutien financier pour des travaux de restauration sur le petit patrimoine d'un bien non protégé, visible depuis l'espace public;
- archéologie : coûts de la recherche archéologique préventive;
- avantages fiscaux.

Soutien financier en Wallonie

En Wallonie, les propriétaires d'immeubles bénéficiant d'une protection légale du patrimoine peuvent prétendre au soutien financier suivant :[13]

- soutien financier pour les travaux de restauration;
- soutien financier pour les travaux d'entretien;
- soutien financier pour le PPPW (Petit Patrimoine Populaire Wallon). Ce soutien concerne les éléments constitutifs du PPPW non classés à titre de monument et visibles depuis l'espace public ou régulièrement accessibles au public, ainsi que toutes mesures de conservation des arbres remarquables et les actions collectives de promotion d'un ou de plusieurs PPPW sous forme d'animations ou d'éditions;
- soutien financier aux études préliminaires : recherche scientifique ou examen technique préliminaire;
- soutien financier à des projets de sensibilisation et de promotion de bâtiments patrimoniaux.

Autres ressources

Outre l'aide aux travaux sur le patrimoine bâti, les propriétaires privés peuvent également bénéficier d'autres aides financières sous forme de primes'énergie', de primes à la rénovation, de réductions fiscales, de prêts avantageux. Ce soutien financier s'applique à toutes les habitations existantes (donc pas seulement aux bâtiments dont le patrimoine est protégé par la loi). Le site web www.belgium.be donne un aperçu de toutes les aides financières disponibles dans les trois régions de Belgique.[14]

1.4. Équipe d'accompagnement et équipe de conception

L'équipe de projet se consiste d'une équipe d'accompagnement et d'une équipe de conception.

Le maître d'ouvrage doit identifier et réunir une équipe dont la dimension et les connaissances nécessaires sont adaptées à la taille et à la complexité du bâtiment. Des lignes claires de coopération doivent être établies à un stade précoce afin de déterminer qui est responsable de quelle partie du processus d'évaluation et de conception et la façon dont les informations doivent être recueillies,

présentées et analysées. L'équipe de projet doit être adaptée à la complexité du projet. Pour les projets moins complexes et les interventions de moindre envergure, l'équipe de projet peut être réduite à condition que l'ensemble du champ d'expertise nécessaire soit toujours couvert.

Le processus de restauration et de rénovation doit être mené à bien selon une approche multidisciplinaire, en étroite collaboration avec le maître d'ouvrage et les utilisateurs du bâtiment. Le cas échéant, mais toujours dans le cadre de bâtiments bénéficiant d'une protection légale du patrimoine, les autorités compétentes en matière de conservation du patrimoine doivent intervenir conformément aux pratiques et à la législation nationale. Lorsqu'il s'agit d'un bâtiment appartenant à une autorité publique, celle-ci doit respecter la législation sur les marchés publics lors de la désignation de l'équipe de projet.[15]

Équipe d'accompagnement

L'équipe d'accompagnement formule les ambitions et les objectifs, et soutient le maître de l'ouvrage dans l'évaluation des propositions de l'équipe de conception. Pour pouvoir remplir cette mission, il est essentiel que les compétences qui sont nécessaires dans l'équipe de conception soient également présentes au sein de l'équipe d'accompagnement. La gestion du projet est de préférence prise en charge par l'équipe d'accompagnement.

Pour ce faire, les points suivants devront être abordés au début et au cours du projet :

- les droits de propriété, de prise de décision et toute considération d'ordre éthique;
- l'identification de toutes les parties prenantes : utilisateurs d'un bâtiment (s'ils sont différents des propriétaires), autorités publiques liées aux permis d'urbanisme/environnement, organismes du patrimoine, spécialistes d'un sujet particulier, utilisateurs de bâtiments similaires, etc.
- la participation de la communauté locale : les clients peuvent accroître le soutien apporté en impliquant les habitants de manière active;
- la consultation, le cas échéant, de toutes les exigences légales ou professionnelles, y compris le pouvoir d'agir : conception de l'accessibilité universelle, réglementations relatives à une fonction particulière (éducation, santé, musées, etc.);
- tout risque pour la santé et la sécurité des personnes, ou pour l'environnement : sécurité incendie, règlement pour la protection du travail (ARAB/RGPT), réglementation sur l'amiante, réglementation sur la pollution des sols, etc.;
- l'identification des responsabilités en matière d'assurance et de responsabilité professionnelle.

L'ensemble des exigences exprimées par les parties prenantes aboutira à la rédaction d'un cahier des charges. Il est important que ce cahier des charges soit examiné avec toutes les parties prenantes et que son contenu fasse l'objet d'un accord général. Dans le cadre d'une amélioration du rendement énergétique des bâtiments historiques, ce programme comprendra des objectifs de réduction de la consommation d'énergie du bâtiment, ainsi que des objectifs de conservation des valeurs culturelles et architecturales essentielles.[16]

Équipe de conception

L'équipe de conception doit posséder les qualifications architecturales et techniques requises pour un projet de restauration spécifique.

Contrairement à d'autres pays (par exemple, la France), la désignation d'une équipe de conception d'un projet de restauration sur un bâtiment bénéficiant d'une protection légale du patrimoine est laissée au libre choix du propriétaire (sauf si une demande de soutien financier a été introduite en Flandre). Toutefois, il est recommandé que l'équipe de conception possède des connaissances spécifiques et une expérience dans le domaine des bâtiments historiques et qu'au moins un spécialiste du patrimoine fasse partie de l'équipe, afin de s'assurer de l'évaluation effective des valeurs patrimoniales et de garantir la continuité de l'intérêt patrimonial.

Lors de la nomination de l'équipe de conception, les exigences suivantes peuvent être appliquées :

- les membres de l'équipe de conception doivent avoir suivi une formation spécialisée ou un enseignement universitaire, avoir des qualifications professionnelles et une expérience dans le domaine;
- l'équipe doit disposer d'une expertise générale liée au projet spécifique;
- la totalité de l'équipe de projet, y compris ses sous-traitants, doit être présentée et décrite, en apportant des précisions sur le rôle de chaque membre de l'équipe.

Une expertise et des qualifications spécifiques dans les disciplines suivantes peuvent être exigées (sans ordre particulier) :

- la planification de la conservation de l'architecture et des bâtiments, assurée par exemple par des architectes concepteurs et restaurateurs, des ingénieurs en physique du bâtiment, des ingénieurs en structure, des ingénieurs des services de la construction, d'autres ingénieurs-conseils en construction, des consultants en planification, des géomètres;
- l'exploitation des bâtiments et la gestion des biens immobiliers, assurées par exemple par des gestionnaires d'immeubles, des gestionnaires d'installations, des gestionnaires de biens immobiliers;
- l'évaluation économique, fournie par exemple par des architectes en conservation, des promoteurs immobiliers, des consultants en planification, des gestionnaires de biens immobiliers, des géomètres;
- l'évaluation du rendement énergétique des bâtiments, fournie par exemple par des experts de l'efficacité énergétique et du cycle de vie des bâtiments;
- l'évaluation des performances acoustiques des bâtiments, fournie par exemple par des ingénieurs acousticiens;
- la performance des bâtiments à la lumière du jour, fournie par exemple par des architectes concepteurs et des ingénieurs en physique du bâtiment;
- l'évaluation de l'impact du climat intérieur sur le patrimoine ((éléments architecturaux, mobilier, collections), analyse prodiguée par des experts en conservation préventive, ou par des scientifiques de la conservation, des ingénieurs en physique du bâtiment, des ingénieurs-conseils en construction, des experts-conseils en environnement et en patrimoine;
- l'évaluation de l'impact du climat extérieur, fournie par exemple par des consultants en environnement;
- l'évaluation de l'intérêt patrimonial, fournie par exemple par des archéologues, des historiens de l'architecture, des architectes en restauration, des conservateurs, des responsables du patrimoine;

- l'évaluation de l'utilisation et de la continuité d'utilisation des matériaux, fournie par exemple par des scientifiques de la conservation et des ingénieurs en physique du bâtiment;
- l'évaluation de la sécurité incendie, fournie par exemple par des ingénieurs en sécurité et en prévention des incendies;
- l'évaluation de l'accessibilité, fournie par exemple par des architectes concepteurs ou des consultants en accessibilité.

Contact avec les autorités responsables du patrimoine

Un dialogue avec les autorités responsables du patrimoine ou de l'urbanisme peut s'avérer nécessaire dès le début. Pour les bâtiments bénéficiant d'une protection légale, les autorités compétentes en matière de patrimoine doivent être associées au processus dès le lancement du projet, conformément à la pratique et à la législation régionale.

L'entretien des monuments et des paysages étant une compétence régionale, plusieurs organismes patrimoniaux existent en Belgique, lesquels seront compétents selon la situation géographique et le statut patrimonial du bâtiment historique (protégé, inventorié ou ni l'un ni l'autre).

Pour les bâtiments bénéficiant d'une protection légale, les villes, les communes et les zones urbaines historiques, le patrimoine paysager et archéologique situés en/à:

- Flandre : l'Agentschap voor Onroerend Erfgoed, la Vlaamse Commissie Onroerend Erfgoed et l'Onroerenderfgoed steden en gemeenten;
- Bruxelles : la Direction des Monuments et Sites/Directie van Monumenten en Landschappen, le Brussel Stedelijke Ontwikkeling (BSO)/Bruxelles Développement Urbain (BDU), la cellule Inspectie en Administratieve Sancties (IAS)/Inspection et Sanctions Administratives (ISA) et la Koninklijke Commissie voor Monumenten en Landschappen/Commission Royale des Monuments et Sites (KCML/CRMS);
- Wallonie : l'Agence wallonne du Patrimoine (AWAP), la Commission royale des Monuments, Sites et Fouilles (CRMSF).

Pour les bâtiments inventoriés, les législations locales des villes ou des communes doivent être respectées et les cellules locales du patrimoine doivent être consultées (p.ex., Dienst monumentenzorg Gent). En outre, les villes (historiques) ont généralement instauré une législation incluant des prescriptions particulières pour leur centre historique (p.ex., les règles du Code de construction d'Anvers concernant les zones résidentielles à valeur culturelle, historique et/ou esthétique).

Contact avec les autorités compétentes en matière d'urbanisme

Il convient de garder à l'esprit la perspective urbanistique. Il peut y avoir de bonnes solutions au niveau des quartiers ou des éléments de construction, comme le chauffage urbain ou la production collective d'énergie renouvelable. L'impact des mesures énergétiques sur l'intérêt patrimonial doit également être pris en compte à l'échelle du quartier. Des objectifs peuvent être fixés pour l'ensemble du quartier, afin de créer ainsi un socle d'objectifs pour chaque bâtiment en fonction de sa vulnérabilité, en tenant compte de la compensation mutuelle.

1.5. Législation régionale

Législation sur le patrimoine culturel

- Flandre : l'*Onroerend Erfgoeddecreet* (12/07/2013) et l'*Onroerend Erfgoedbesluit* (16/05/2014). Pour les travaux dans des bâtiments bénéficiant d'une protection légale du patrimoine, il existe 2 types de procédures :
  1. Les travaux pour lesquels un permis de construire ('*omgevingsvergunning*') est nécessaire[17] : la commune consultera l''*Agentschap Onroerend Erfgoed*.
  2. Les travaux pour lesquels un permis de construire ('*omgevingsverguning*') n'est pas nécessaire : une autorisation doit être demandée à l''*Agentschap Onroerend Erfgoed*' pour certains travaux[18].
- Bruxelles : *Brussels Wetboek van Ruimtelijke Ordening (BWRO) en uitvoeringsbesluiten*/*Code Bruxellois de l'Aménagement du Territoire (CoBAT) et ses arrêtés d'application*;
- Wallonie : CoPAT (Code Wallon du Patrimoine)[19].

Législation sur la performance énergétique

- Flandre :
  1. *Décret contenant des exigences et des mesures d'exécution dans le domaine de la performance énergétique et du climat intérieur des bâtiments et introduisant un certificat de performance énergétique (7 mai 2004)*. Le Gouvernement flamand peut accorder des exemptions ou des dérogations aux exigences de l'EPB (*Energie prestatie en binnenklimaat* / Performance Énergétique des Bâtiments) dans le cas de monuments ou de bâtiments protégés faisant partie d'un paysage protégé, d'un paysage urbain ou d'un paysage de village.
  2. *Arrêté du Gouvernement flamand modifiant l'arrêté sur l'énergie* (*Energiebesluit*) *du 19 novembre 2010*, en ce qui concerne les adaptations de diverses dispositions relatives à la réglementation sur la performance énergétique (13/01/2017);
  3. Arrêté ministériel modifiant l'arrêté ministériel du 2 avril 2007 fixant la forme et le contenu de la déclaration EPB et le modèle du certificat de performance énergétique pour la construction et l'arrêté ministériel du 9 septembre 2016 sur la fourniture de chaleur externe (25/01/2018)

- Bruxelles:
  Arrêté relatif au Code bruxellois de l'air, du climat et de la maîtrise de l'énergie (2/05/2013) : pour les biens protégés en vertu du CoBAT (Code Bruxellois de l'Aménagement du Territoire) ou inscrits sur la liste de sauvegarde et faisant l'objet d'une rénovation, le gouvernement peut déroger partiellement ou totalement aux exigences dans le cadre de l'octroi du permis, dans le cas où satisfaire pleinement à ces exigences met en danger la préservation du patrimoine protégé.

- Wallonie :
  Arrêté du Gouvernement wallon modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments (15/12/2016).

2. Analyse et évaluation du bâtiment

Pour guider le processus décisionnel, des informations sur le monument seront recueillies et évaluées. Tout besoin de recherche supplémentaire – concernant par exemple les informations historiques, artistiques ou scientifiques – doit être évalué en termes de nécessité, de pertinence et de fiabilité. La collecte d'informations doit impliquer tous les acteurs du projet.

2.1. Données du bâtiment

Les données et les informations générales sur le bâtiment doivent être conformes aux codes et réglementations nationales en vigueur. Elles englobent notamment :

- les plans, coupes et façades du bâtiment;
- les informations sur l'affectation du bâtiment, y compris les déclarations relatives aux valeurs patrimoniales;
- la législation.

Plans, sections et façades

Le bâtiment doit être documenté par des dessins détaillant l'objet et son environnement à une échelle adéquate ainsi que par une série de photographies prises de manière systématique.

Un projet de conservation doit toujours commencer par un relevé exhaustif effectué par un géomètre expert. Les dessins et données existants doivent être examinés et mis à jour au besoin. En effet, les dessins d'archives ne reflètent souvent pas la volumétrie actuelle du bâtiment. Pour une planification appropriée des bâtiments historiques, il est préférable d'utiliser des plans d'étages et des vues en coupe à l'échelle 1:50.

Désignation patrimoniale et informations législatives

Inventaires de la protection du patrimoine

- Flandre : *Inventaris van Onroerend Ergoed*[20]. L'inventaire donne des informations sur le statut juridique d'un article. Un bâtiment peut être protégé en tant que monument ou répertorié dans l'inventaire établi (*vastgestelde inventaris*), les deux situations ayant des conséquences juridiques différentes.
  Il existe 5 inventaires :
  1. Inventaire du patrimoine paysager
  2. Inventaire des zones archéologiques
  3. Inventaire du patrimoine bâti
  4. Inventaire des espèces ligneuses (*houtige beplantingen*) ayant une valeur patrimoniale
  5. Inventaire des jardins et parcs historiques
- Bruxelles : Irismonument[21]
- Wallonie : Inventaire du Service public de Wallonie (SPW) [22]

Cartes numériques

- Flandre : Geoportaal[23]
- Bruxelles : Brugis[24]

- Wallonie : WalOnMap[25]

Détails sur la protection (date, objet, raison)

L'arrêté de classement contient des détails sur les éléments de construction qui sont protégés, la zone tampon, la liste des valeurs patrimoniales de l'objet, leur justification et la date de promulgation de l'arrêté.

Plans de zonage locaux, régionaux ou nationaux des bâtiments - autres règlementations :

- Flandre : *Ruimtelijke structuurplannen*, *Bestemmingsplannen* (*ruimtelijke uitvoeringsplannen, gewestplannen en gemeentelijke plannen van aanleg*),[26]
- Bruxelles : *GewestelijkBestemmingsplan* (GBP)/*Plan Régional d'Affectation du Sol* (PRAS) + *Bijzondere bestemmingsplannen* (BBP)/ *Plan Particulier d'Affectation du Sol* (PPAS)
- Wallonie : *Code de Développement territorial* (CoDT)[27]

2.2. Histoire du bâtiment[28]

Afin de mieux connaître le bâtiment, il est nécessaire d'entrerpendre des études historiques préalables. La lecture du site et des bâtiments doit appréhender non seulement leur histoire, mais aussi leurs faiblesses et leurs forces, leurs potentiels et leurs limites, les possibilités et les opportunités d'intervention. Cette analyse aboutit à l'évaluation de la valeur patrimoniale globale, base pour la conservation, la restauration ou la réaffectation du bâtiment.

But et méthodes

Une enquête sur l'histoire du bâtiment a pour but de restituer :

- l'origine et l'évolution d'un bâtiment;
- sa place dans l'histoire (de l'architecture);
- son contexte typologique;
- le contexte du paysage urbain ou rural d'un bâtiment ou d'un site;
- l'analyse des caractéristiques architecturales, fonctionnelles et techniques;
- une description des usages et des propriétaires actuels et antérieurs;
- les différentes phases de construction pour comprendre comment le bâtiment a évolué depuis sa construction initiale jusqu'à aujourd'hui.

Elle peut également révéler des informations importantes sur :

- les matériaux et les techniques (via les spécifications historiques des travaux par exemple);
- les interventions et études (de conservation) antérieures.

Bien que chaque enquête doive être personnalisée et adaptée au sujet afin d'assurer sa pertinence, les étapes suivantes peuvent servir de point de départ :

1. Portée de l'enquête : délimitation du sujet patrimonial, objectifs et questions
2. Méthodologie
    a. Enregistrement photographique : inspections visuelles de l'objet actuel en tant que première source d'information;
    b. Recherche documentaire : littérature et études publiées ou non publiées;

c. Recherche archivistique : le type d'archives est déterminé par le type de monument;
d. Recherche iconographique : dessins historiques, peintures, gravures, affiches, photographies, cartes postales, en-têtes de lettres (papeterie), etc.;
e. Recherche cartographique : cartes et plans historiques;
f. Étude *in situ* : observations visuelles (relevé général des dimensions si aucun relevé ou plan d'archive n'est disponible) + études plus détaillées telles que l'étude dendrochronologique, l'étude des matériaux, l'étude archéologique, la recherche endoscopique + mesures détaillées;
g. Histoire orale (témoins);
h. Synthèse : toutes les données sont classées de façon chronologique et systématique.

Archives

- Algemeen Rijksarchief en de Rijksarchieven in de Provincieën (R.A.)/Archive de l'État et les archives de l'État dans les provinces
- Archief van het Agentschap Onroerend Erfgoed (AOE), le centre de documentation de Bruxelles Urbanisme et Patrimoine, les archives de l'agence wallonne du Patrimoine
- Archives du cadastre
- Archives de l'architecture
- Archives des villes et communes
- Archives provinciales
- Archives religieuses
- Archives de l'Institut royal du Patrimoine artistique (KIK- IRPA)
- Archives des universités
- Archives privées des (précédents) propriétaires

Centres de formation spécifiques

- Raymond Lemaire International Centre for Conservation (RLICC) – KU Leuven (https://set.kuleuven.be/rlicc)
- Monumenten- en landschapszorg – Universiteit Antwerpen (https://www.uantwerpen.be/nl/faculteiten/ontwerpwetenschappen/onderzoek-en-innovatie/onderzoeksthemas/architectuurwetenschappen/monumenten-en-landschapszorg/)
- Master de spécialisation en Conservation et Restauration du Patrimoine culturel immobilier– UCL, ULB, Université Liège, UMons, Université de Namur (http://www.masterpatrimoine.be/)
- *Master in Conservatie en restauratie van het architecturaal, stedelijk en landschappelijk erfgoed* – VUB-ULB (http://formcont.ulb.ac.be)
- Master international en architecture d'intérieur – Réutilisation adaptative – UHasselt

2.3. Intérêt patrimonial et état du patrimoine

L'intérêt patrimonial du bâtiment doit être soigneusement évalué en fonction de son contexte culturel international, national et régional. En comprenant l'authenticité, l'intégrité et l'intérêt patrimonial du bâtiment dans son contexte, on peut définir les éléments caractéristiques qui doivent être conservés.

Différents types de valeurs patrimoniales peuvent être définis [29,30] :

- valeur historique : la valeur historique découle de la façon dont les personnes, les événements et les aspects du passé peuvent être reliés au présent à travers un lieu ;
- valeur architecturale/valeur conceptuelle : elle est liée principalement aux qualités esthétiques générées par la conception consciente d'un bâtiment, d'une structure ou d'un paysage dans son ensemble. Elle englobe la composition (forme, proportions, volume, silhouette, vues et points de vue, circulation) et, d'ordinaire, les matériaux ou les plantations, la décoration ou les finitions et l'artisanat. Elle découle du potentiel d'un lieu à fournir des preuves de l'activité humaine du passé;
- valeur culturelle : les monuments historiques sont des sources d'identité culturelle. La valeur culturelle est liée à une culture spécifique, qui est fonction du temps et du lieu. Un lieu ou un bâtiment peut être significatif dans l'identité d'une communauté locale, en tant que symbole ou lieu de mémoire. Différentes communautés locales peuvent avoir des valeurs différentes qu'elles attribuent à cet objet ou à ce paysage;
- valeur esthétique : elle découle de la façon dont les gens sont stimulés de façon sensorielle et intellectuelle par un lieu;
- valeur archéologique/valeur de témoignage : elle découle du potentiel d'un lieu à démontrer d'une activité humaine passée. En l'absence de documents écrits, le vestige matériel constitue la seule source de preuve d'un passé lointain;
- valeur industrielle-archéologique : signes d'une industrie, d'une activité humaine;
- valeur artistique : la 'valeur artistique' se différencie de la 'valeur architecturale/valeur conceptuelle' par xxxx Par exemple, des statues sur piédestal (valeur artistique) dans un jardin classique (valeur de conception);
- valeur sociale/communautaire : la valeur communautaire découle de la signification d'un lieu pour les personnes qui y sont rattachées, ou pour lesquelles ce lieu fait partie de leur expérience ou de leur mémoire collective;
- valeur urbaine/valeur paysagère/valeur spatio-structurelle : la signification d'un bâtiment, d'un jardin, d'un paysage dans son contexte urbain élargi;
- valeur scientifique/valeur technique : lorsque des éléments spécifiques du bâtiment ou toute une construction sont les témoins d'un progrès scientifiques ou de techniques nouvelles dans l'Histoire.

L'évaluation de cet intérêt patrimonial portera sur les éléments patrimoniaux des différentes phases de construction du bâtiment mais également sur les valeurs du bâtiment prises comme un tout. Les critères suivants seront utilisés :[31]

- la rareté;
- la reconnaissance;
- la représentativité;
- la valeur d'ensemble;
- la valeur de contexte.

La compréhension de l'intérêt patrimonial de l'édifice, la définition de ses valeurs et des éléments qui les caractérisent, permettront de prendre des décisions éclairées lors de la mise en œuvre de

stratégies de gestion. L'objectif est d'atteindre une rénovation qui préserve l'intérêt patrimonial de l'édifice compris dans son environnement.

La norme européenne EN 16096 *Conservation des biens culturels - Évaluation et rapport sur l'état du patrimoine culturel bâti* fournit les lignes directrices d'une méthodologie servant à évaluer l'état du patrimoine culturel bâti. Elle indique la manière dont le bâtiment ou le site doit être examiné, documenté et enregistré, ainsi que la manière dont le rapport doit être structuré. Elle comprend l'évaluation de l'état général d'un bâtiment ou de toute autre structure, menée principalement par l'observation visuelle, associée si nécessaire à des relevés simples. Il convient que les données récoltées et la documentation relative à l'édifice soient rassemblées et incluses dans le rapport. La recherche technico-matérielle (préliminaire ou non) fait partie de l'évaluation de l'état du patrimoine.

Cette norme européenne peut être appliquée afin de :

- déterminer les mesures d'entretien et la nécessité d'effectuer des recherches et des diagnostics plus poussés sur les dommages;
- définir les besoins du bâtiment ainsi que préciser les parties de bâtiment à étudier plus en détail;
- fournir une même méthode pour l'obtention de données comparatives, lors de la réalisation d'une enquête sur l'état d'un groupe de bâtiments ou d'une région.

Méthodologie

La norme préconise l'approche suivante :

1. Planification :
    - préparation : identification de la portée de l'étude, du besoin en termes de ressources (budget, personnel), de l'équipement nécessaire, du type d'enregistrement des données et de la personne ou de l'institution qui a commandé l'évaluation de l'état sanitaire du bâtiment;
    - qualifications du personnel de recherche : les examinateurs doivent avoir des connaissances sur les matériaux traditionnels, les techniques de construction et les processus de dégradation. Une coopération interdisciplinaire est nécessaire pour les examens plus vastes et plus complexes.
2. Informations sur les biens et le patrimoine culturel :
    - informations générales : collecte d'informations sur le patrimoine bâti de la période concernée ainsi que des données provenant d'inspections antérieures;
    - informations sur l'objet;
    - description de l'objet;
    - sources et informations de gestion.
3. Transcription du constat d'état :
   La définition de l'état de conservation comprend plusieurs phases qui se tiennent durant l'inspection du bâtiment : l'observation, la recherche et la consignation des données relevées. C'est au cours de ce processus qu'il sera possible d'évaluer s'il est nécessaire d'effectuer des études supplémentaires, plus complètes, pour préciser certains points spécifiques de l'état du bâtiment. Ces recommandations doivent figurer dans le constat d'état. Celui comporte les points suivants :

- informations générales : informations pertinentes sur la réalisation de l'étude de l'état du bâtiment;
- description de l'état : la terminologie à utiliser dans la description des dommages constatés visuellement suivra la norme EN 17135 *Conservation du patrimoine culturel - Termes généraux pour décrire la modification des objets*. Cette norme européenne définit les termes utilisés dans le domaine de la conservation du patrimoine et sert à décrire les dommages relevés lors de l'inspection d'un objet patrimonial. Les termes employés peuvent s'appliquer à tout type d'objet. La norme propose une classification des dommages sur base des observations visuelles effectuées *in situ*. Dans chaque catégorie, les dommages constatés sont organisés du général au particulier, sauf pour les dégradations biologiques et chimiques, classées par ordre alphabétique. Les catégories sont les suivantes :
  - modification optique : assombrissement, décoloration, jaunissement, efflorescence, souillure, tache;
  - déformation : déformation, rétrécissement, gonflement, dépression, boursouflure, flambage, gondolement, torsion, flexion, rugosité;
  - ajout d'une substance : dépôt, poussière, accumulation, concrétion, film, salissure, graffiti, inclusion, remplissage;
  - perte de matériau : perte, lacune, érosion, abrasion, usure, frottement, arrondi, perforation, piqûre, galerie, cavité, rayure;
  - perte de cohésion : effondrement, désintégration, poudre, émiettement, déchirure, coupure, incision, fracture, craquelure, fissure, joint ouvert, délaminage, écaillage, tartre;
  - modification biologique : colonisation biologique, biofilm;
  - modification chimique : brûlure, corrosion, croûte, efflorescence, fragilisation, exsudation, patine.
- classification de l'état : sur la base de l'évaluation globale des symptômes répertoriés *in situ*, on peut classer le bâtiment dans l'une des quatre classes d'états de conservation (CC 0 -1-2-3);
- une méthodologie pour l'évaluation des structures en bois est décrite dans la norme EN 17121 *Conservation du patrimoine culturel - Structures en bois du patrimoine - Lignes directrices relatives à l'évaluation sur site*. Le but de cette évaluation est de déterminer si la structure est suffisamment forte pour supporter les charges actuelles. Il est aussi important de vérifier si les structures qui se sont avérées adéquates dans le passé continueront à l'être. Ceci peut être fait sans qu'une évaluation détaillée des propriétés mécaniques du bois soit nécessaire, sauf dans les circonstances suivantes :
  - s'il y a un changement dans les charges appliquées à la structure;
  - s'il y a eu des attaques importantes de micro-organismes et/ou d'insectes;
  - s'il y a eu des dommages mécaniques, des défaillances ou des déformations excessives provenant d'une surcharge des structures dans le passé, de matériaux de mauvaise qualité ou d'une conception/fabrication initiale de qualité inférieure;
  - s'il y a eu des modifications ou des interventions entraînant une réduction de la capacité structurelle;
  - il convient également de s'assurer que la structure est capable de résister à des événements climatiques ou sismiques extrêmes.

4. Évaluation des risques et recommandations :

- évaluation des risques : définition des cause(s) probable(s) ayant déclenché les dommages relevés, caractérisation des actions extérieures, estimation des variations attendues ainsi que des conséquences probables sur le bâtiment, définition de la nécessité de campagnes d'études[32] supplémentaires, risque de dommages cachés, estimation de l'impact probable sur l'intérêt historique du bâtiment , définition des relations entre les composants, caractérisation des facteurs externes et environnementaux, évaluation du niveau d'urgence des mesures à prendre basé sur 4 catégories d'urgence (UC 0-1-2-3).
- recommandations : actions à mener fondées sur l'évaluation de l'état du bâtiment et sur les risques encourus sans interventions, recommandations pour la suite de l'étude si nécessaire.

5. Résumé :
   - généralités : brève description de l'état général du bien, définition de la classe correspondant à la condition du bien analysé, actions urgentes à réaliser et autres mesures recommandées pour la conservation du bien, nécessité d'études supplémentaires.
   - la cotation globale des recommandations pour l'ensemble du bien, basée sur les 4 classes de recommandations (RC 0-1-2-3).
6. Constat d'état.

Un diagnostic doit être effectué pour identifier l'état actuel du patrimoine, déterminer la nature et les causes du changement et ses conséquences possibles (pronostic). Il faudra peut-être réexaminer cette question tout au long du processus de conservation. Si de nouvelles informations deviennent disponibles, le diagnostic peut varier et les options peuvent devoir être réévaluées.

L'évaluation de l'état (y compris un constat d'état) est effectuée conformément à la norme EN 16095 *Condition recording for movable cultural heritage* et EN 16096 *Condition survey and report of built cultural heritage*. Une attention particulière est accordée à l'interaction entre le patrimoine mobilier et le patrimoine bâti.

Tableau xx : Classification des risques d'urgence (UC)

UC 0 Long terme	UC 1 Moyen terme	UC 2 Court terme	UC 3 Urgent et immédiat

Tableau xx : Classe de recommandation (RC)

RC 0 Aucune mesure	RC 1 Entretien/conservation préventive	RC 2 Réparation modérée et/ou examen plus approfondi	RC 3 Intervention majeure basée sur le diagnostic

L'Agence wallonne du Patrimoine (AWaP, Wallonie) a mis en place un outil d'évaluation de l'état sanitaire d'un monument, dénommé la'fiche d'état sanitaire'. La fiche d'état sanitaire est obligatoire en Région wallonne et constitue un outil permettant de décrire de manière systématique les symptômes de dégradation. Une description détaillée des symptômes est suivie d'une description

générale du diagnostic du bâtiment. En découle une première liste d'actions à mener assortie d'une estimation financière. Une première fiche d'état sanitaire peut être établie par l'AWaP elle-même.
En Flandre, l'organisation'Monumentenwacht'inspecte les bâtiments historiques. L'état physique d'un monument est documenté grâce à des inspections régulières. Un constat d'état est ainsi établi sur base des inspections, dans lequel sont détaillés tous les problèmes répertoriés et des conseils pour y remédier.

2.4. Recherche technico-matérielle (préliminaire ou non)

La recherche technico-matérielle (préliminaire ou non) peut contribuer à l'étude historique et, par conséquent, à la détermination de la valeur du patrimoine. En outre, elle peut bien sûr contribuer à l'évaluation et à la prévention des dommages au patrimoine.

Une recherche technico-matérielle contribue à la détermination de la valeur patrimoniale (historique) via l'identification des matériaux utilisés, et donc à une chronologie relative(voire absolue) des différentes phases de construction en fonction des matériaux ou techniques de construction utilisés (par exemple, les traces de sciage et marques appliquées sur la pierre naturelle ou la typologie des joints métalliques des structures en bois). Dans certains cas, cette recherche peut servir à dater directement le matériau à partir d'analyses telles que la datation au carbone 14 ou la dendrochronologie. L'identification et l'analyse de l'origine de certains matériaux contribuent également à l'évaluation des options de restauration possibles. Par exemple, la détermination de l'origine de la pierre naturelle utilisée dans une cloison de façade peut simplifier la possibilité de remplacer les éléments de façade endommagés si leur provenance peut être retracée et si la carrière est toujours à même de pouvoir fournir cette pierre naturelle.

L'étude technico-matérielle de biens patrimoniaux se divise en un certain nombre d'étapes, nécessaires pour prendre en compte toute la complexité de ces biens. Elle comprend la collecte de données et d'informations (telle que décrite plus haut), la pose du diagnostic, le choix du traitement et le contrôle de l'efficacité des interventions. Ces étapes doivent être documentées et le rapport doit être conservé en tant que témoins de l'histoire du bâtiment.

Le diagnostic est souvent l'étape la plus difficile de cette phase, car les données se réfèrent généralement davantage aux effets qu'aux causes. Il y aura toujours une composante d'intuition et d'expérience dans le processus de diagnostic. Le diagnostic pour la préservation du patrimoine architectural est donc basé sur des approches historiques, quantitatives et qualitatives de l'analyse. On utilise i) les informations historiques et archéologiques (obtenues à partir de recherches archéologiques sur les bâtiments), ii) les techniques d'observation directe (inspection visuelle, techniques de documentation et de mesure) pour identifier les dommages structurels ou matériels et les résultats des essais sur les matériaux et les composants structurels et iii) les analyses structurelles (essais et surveillance en laboratoire).

2.5. Évaluation du paysage historique[33]

L'évaluation de l'état d'un paysage, d'un jardin ou d'un parc historique doit suivre une méthodologie semblable à celle de l'évaluation de l'état du patrimoine bâti telle que décrite ci-dessus. La réalisation du constat d'état sous la forme d'un inventaire doit cependant être adaptée aux composantes spécifiques des paysages et des jardins :

- formes du terrain des jardins et parcs historiques;
- prairies;
- chemins, traces et plantations;
- dallage;
- haies, pergolas, taille de forme, labyrinthes;
- arbres, bosquets, buissons;
- jardins à la française et pattes d'oie;
- plantes castrales;
- jeux d'eau, étangs;
- parterres de fleurs;
- jardins fruitiers et potagers;
- orangeries, jardins d'hiver, vérandas;
- pavillons, temples, ponts et autres constructions similaires;
- éclairage extérieur;
- ornements de jardin : statues, vases, meubles, clôtures, portails.

En outre, l'évaluation des risques pour le patrimoie devra tenir compte de différents types de menaces possibles :

- impact démographique et culturel/humain : croissance démographique dans les zones urbaines et dépeuplement dans les zones rurales, expansion urbaine, travaux intensifs d'infrastructure, pressions du développement, abandon des pratiques traditionnelles et/ou techniques, connaissances locales et/ou culturelles, vandalisme, déchets ou vols;
- menaces structurelles : mondialisation, changement et croissance du commerce et des relations, croissance ou déclin économique, intensification des pratiques et techniques agricoles, modification de l'affectation des terres et disparition des pâturages indigènes et de la diversité des espèces domestiquées;
- menaces environnementales : changement climatique, pollution et dégradation de l'environnement, y compris l'exploitation non durable des ressources minières, impacts sur le sol, la végétation et la qualité de l'air, perte de biodiversité et d'agro-biodiversité.

2.6. Évaluation de l'utilisation du bâtiment

À quelques exceptions près, la conservation d'un bâtiment classé ou d'un bâtiment ayant une valeur historique ne peut être garantie que par son utilisation. Même si cette utilisation n'est que sporadique, elle peut aider à prévenir la détérioration et la démolition.

Occupation et comportement des utilisateurs

Des économies d'énergie importantes peuvent être réalisées en changeant le comportement des utilisateurs sans modifier le bâtiment. Par ailleurs, lorsqu'un bâtiment historique est rénové afin d'améliorer sa performance énergétique, il se peut que l'économie d'énergie réelle ne soit pas aussi importante qu'escompté au départ car le comportement des utilisateurs change, du fait par exemple de la hausse de la température intérieure ou du niveau de confort.

La définition d'une utilisation adéquate par rapport au potentiel et aux limites du bâtiment est un facteur principal de la conservation d'un bâtiment patrimonial. Cela nécessite de décrire et d'évaluer les points suivants :

- l'utilisation actuelle du bâtiment;
- l'utilisation historique du bâtiment;
- l'utilisation future prévue ou planifiée du bâtiment.

L'utilisation future du bâtiment doit être considérée de façon critique afin de déterminer si et comment le bâtiment peut répondre aux besoins et aux exigences modernes sans affecter essentiellement son importance patrimoniale. Le désir d'élever les normes ou de se conformer aux exigences réglementaires peut entraîner des changements tels au bâtiment que d'autres scénarios d'utilisation future devraient être envisagés. Il existe une forte relation entre la taille et l'impact des installations techniques d'un bâtiment et les charges dues à la présence (d'un grand nombre) de personnes.
Les utilisateurs devraient être sensibilisés à l'impact de leur comportement et à la façon dont il peut influencer la conservation du bien, la consommation d'énergie et les coûts associés.

Des horaires d'occupation types (une ligne de temps indiquant le nombre habituel et maximal d'utilisateurs dans toutes les pièces pertinentes du bâtiment) devraient être définis. Le contenu des normes suivantes peut être une source d'inspiration :

- ISO 17772-1 *Energy performance of buildings - Indoor environmental quality - Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings*
- EN 15232-1 *Energy Performance of Buildings - Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management*

Incidence des activités d'accueil

L'organisation d'évènements publiques peut permettre d'augmenter la durabilité économique de bâtiments historiques. Une bonne introduction à ce sujet est donnée dans le guide *Practical Conservation Guidelines for Successful Hospitality Events in Historic Houses* (English Heritage, 2004). Cette publication donne des conseils pratiques sur la gestion de tels événements. Les lignes directrices sont présentées sous la forme d'une liste de contrôle et visent à prévenir au cours de tels événements les dommages menaçants les intérieurs et les collections historiques.

Une attention particulière devrait être accordée à :

- l'impact des activités avec un grand nombre de participants, l'impact sur les finitions architecturales et les mesures de protection;
- l'impact logistique des événements (livraisons, préparation de repas à grande échelle, logistique interne, mesures de protection pour l'accès des fournisseurs par le bâtiment);
- montage, supervision et démontage de l'événement.

Valeurs cibles pour le climat intérieur

Nous faisons la distinction entre le climat intérieur actuel, la définition des exigences en matière de climat intérieur et l'impact du climat extérieur.

Le climat intérieur actuel doit être documenté par des mesures. De cette façon, il est possible de fournir des indications utiles pour améliorer les conditions climatiques existantes et pour atteindre les conditions souhaitées. Une analyse complète visant à établir un diagnostic climatique doit être planifiée et réalisée pendant une durée représentative pour couvrir les différentes saisons, utilisations et besoins.

Au minimum, les paramètres suivants du climat intérieur devraient être mesurés et surveillés à des endroits pertinents et représentatifs du bâtiment. Un intervalle de 5 minutes devrait être utilisé :

- température de l'air intérieur (précision ± 0,5 °C);
- humidité relative (précision ± 2,0 %);
- qualité de l'air intérieur : concentration de CO_2 (précision ± 50 ppm).

Si nécessaire, ces paramètres supplémentaires peuvent être surveillés :

- indice PMV (*predicted mean vote*) pour le confort thermique des utilisateurs;
- polluants atmosphériques (polluants gazeux NO_x, formaldéhyde, SO_2 et particules fines [PM2,5 et PM 10]).

Exigences relatives au climat intérieur

En tenant compte des salles et des éléments du bâtiment que l'on veut préserver, les conditions climatiques intérieures requises seront soigneusement réfléchies et remises en question. En même temps, un minimum de confort doit être assuré pour l'utilisation du bâtiment et une solution économiquement viable doit être élaborée en tenant compte des coûts d'exploitation.

En général, un intervalle de climat intérieur tolérable doit être défini plutôt que des valeurs idéales. Des attentes exagérées concernant la constance du climat intérieur peuvent facilement entraîner une nouvelle série de dommages. La lutte technique pour atteindre des valeurs idéales peut donner lieu à une utilisation excessivement élevée, coûteuse et énergivore d'une technologie, avec une plus grande probabilité de panne.

Des situations critiques peuvent survenir lorsque des œuvres d'art sont conservées dans des bâtiments historiques (bibliothèques, églises, musées). Dans ce cas, le bâtiment-même ainsi que l'ameublement et l'équipement ou les collections ont une grande valeur culturelle et matérielle, mais ils ont parfois des exigences différentes en termes de climat intérieur. Dans les cas particulièrement critiques, une restriction d'utilisation du bâtiment est la seule possibilité d'assurer des conditions climatiques intérieures acceptables pour les biens (im)mobiliers à protéger.

La question se pose dans le processus de planification quant aux conséquences d'une adaptation des installations techniques (par exemple, le chauffage de bâtiments non chauffés jusqu'à présent). L'éclairage, la lumière du soleil et le climat intérieur peuvent endommager la structure du bâtiment et le patrimoine intérieur. Les fissures, la dessication, une humidité trop élevée et les moisissures sont des conséquences fréquentes de l'installation d'équipements inadaptés. Dans le processus de planification, une connaissance des caractéristiques chimiques, physico-chimiques et biologiques des matériaux utilisés dans et sur le bâtiment est aussi utile et nécessaire qu'une connaissance de l'histoire de la construction.

Le maintien d'un climat intérieur acceptable – tant pour le patrimoine bâti et mobilier que pour le confort des personnes – et de la qualité de l'air intérieur est l'objectif premier de la plupart des bâtiments. Un climat intérieur inadapté peut être une raison d'améliorer la performance énergétique d'un bâtiment. Les objectifs environnementaux intérieurs doivent être déterminés en fonction de critères acceptables pour le confort humain et adaptés à la conservation des finitions intérieures.

Les normes générales pour le climat intérieur sont les suivantes :

- NBN EN 15251 *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings- addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*
- ISO 17772-1 *Energy performance of buildings - Indoor environmental quality - Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings*
- NBN EN ISO 7730 *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*
- ASHRAE 62-2001 *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*
- *ASHRAE Handbook HVAC Applications Chapter 23. Museums, Galleries, Archives, and Libraries* (2015).

Température intérieure

Selon la température ambiante retenue (en fonction de l'utilisation prévue, du niveau de confort requis et des caractéristiques du bâtiment), le type de système de chauffage et sa configuration doivent être déterminés. La norme EN 12831 *Systèmes de chauffage dans les bâtiments - Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base* est d'application.

En hiver, des températures ambiantes excessives peuvent entraîner une forte baisse de l'humidité de l'air ambiant, en particulier si beaucoup d'air sec extérieur pénètre dans le bâtiment en raison d'une perméabilité élevée de l'enveloppe. Avec le temps, ces conditions peuvent entraîner des dégâts tant pour le patrimoine mobilier et les œuvres d'art que pour les éléments porteurs en bois.

Si nécessaire, une température de base peut être déterminée pour éviter les dommages (dégâts des eaux, dommages liés à la condensation estivale, à la moisissure, au gel, etc.) et les dégâts consécutifs (par exemple, une forte coloration des murs à cause du développement de moisissures). La température de base dépend des contraintes physiques de l'enveloppe du bâtiment ainsi que de la température de confort souhaitée. Cette valeur doit être établie cas pars cas et ne doit généralement pas être inférieure à 8-12°C (*conservation heating*).

En maintenant une température de base pendant les périodes où le bâtiment n'est pas utilisé, la différence de température entre les périodes d'utilisation et de non-utilisation est réduite. Cela permet de choisir un système de chauffage plus adapté aux besoins spécifiques et d'éviter des variations climatiques trop busques entre les périodes d'utilisation et de non-utilisation, lesquelles

peuvent être néfastes pour le patrimoine mobilier (ces fluctuations peuvent entraîner la fatigue des matériaux qui se dilatent et se rétractent, puis leur rupture) .
Pour les pièces à chauffage intermittent, il convient également de préciser la durée maximum de la période de chauffe et quelle augmentation maximale de température par heure est autorisée.

Humidité relative

De nombreux éléments de construction traditionnels, tels que les escaliers, les parquets, les portes et les revêtements muraux ainsi que la plupart des éléments du patrimoine mobilier (meubles, autels, sculptures, orgues, tableaux, etc.) sont en bois ou en d'autres matériaux hygroscopiques. Ces matériaux se mettent en équilibre avec l'air ambiant, absorbant ou restituant de l'humidité selon que l'humidité relative soit élevée ou basse. La modification de l'humidité relative de l'air ambiant entraîne toujours une modification de l'humidité du matériau après une période d'équilibrage et d'adaptation.

Une humidité excessive du matériau provoque un gonflement. Le matériau humide peut devenir un terrain propice à la formation de moisissures. Une réduction de l'humidité du matériau entraîne un rétrécissement et un assèchement. Dans les deux cas, des dégâts mécaniques peuvent advenir (par exemple des fissures si la résistance à la traction ou à la compression est dépassée, des déformations, une fragilité extrême aux chocs).

La plage de fluctuation acceptable de l'humidité relative de l'air ambiant doit être établie en fonction des caractéristiques du bâtiment, du type de collections conservés dans le bâtiment, et de l'utilisation. Une plage de fluctuation entre 45 % et 70 % d'humidité relative environ s'est avérée efficace dans de nombreux cas. Dans ces conditions, la stabilité dimensionnelle des matériaux hygroscopiques est généralement assurée. Dans certains cas, une plage de fluctuation plus étroite peut s'avérer nécessaire, ce qui nécessite un contrôle de l'humidité relative (voir le chapitre 23 du manuel *ASHRAE Handbook HVAC Applications* [édition de 2015]).

L'humidité supplémentaire introduite par les personnes et l'utilisation doit être prise en compte. En particulier, les événements impliquant un grand nombre de personnes peuvent rapidement conduire à une augmentation massive de l'humidité, ce qui exige des mesures techniques spéciales et des stratégies de contrôle.
Dans le cas des systèmes d'humidification, il ne faut pas sous-estimer les risques liés à un mauvais fonctionnement et à un entretien inadéquat. En cas d'utilisation d'unités mobiles d'humidification et de déshumidification, leur emplacement futur doit être déterminé lors de la phase de planification (alimentation en eau, drainage).
Afin que l'humidité relative de l'air ambiant ne baisse pas trop fortement en hiver, la température de l'air ambiant peut être réduite pour des raisons de conservation dans les bâtiments historiques inoccupés. La température ne doit pas être inférieure à la température de base requise (voir ci-dessus *conservation heating*).

Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment

Les conditions météorologiques ont un effet direct sur les bâtiments en raison de l'infiltration et de l'exfiltration de l'air. C'est particulièrement le cas si le chauffage est effectué pendant l'hiver, car un

échange d'air excessif combiné avec une faible humidité de l'air extérieur peut rapidement conduire à une réduction de l'humidité relative intérieure. Le maintien de certaines conditions climatiques intérieures dépend donc aussi de l'étanchéité du bâtiment, en particulier des fenêtres et des portes.

Paramètres climatiques extérieurs

Les paramètres environnementaux extérieurs suivants doivent être pris en compte :

- des informations sur l'environnement local, les conditions climatiques et topographiques de la zone, les interactions physiques avec les objets adjacents (bâtiments) et les autres influences extérieures;
- l'impact de la qualité de l'air extérieur et de la pollution sonore;
- l'impact de l'éclairage extérieur;
- les risques d'inondation.

Au minimum, les paramètres suivants liés à l'environnement extérieur devraient être suivis sur le site simultanément au monitoring du climat intérieur :

- température extérieure (précision ± 0,5 °C);
- humidité relative extérieure (précision ± 2,0 %);
- niveau de bruit extérieur;
- la répartition de la luminance des différentes façades dans des conditions nocturnes (éclairage public, éclairage de sécurité et éclairage architectural).

Si pertinent, ces paramètres environnementaux extérieurs peuvent également être surveillés :

- concentration de CO_2 (précision ± 50 ppm);
- polluants atmosphériques (polluants gazeux NO_x, SO_2 et particules [PM2,5 et PM 10]).

2.7. Analyse et évaluation de la structure

L'analyse de la structure s'effectue selon la norme ISO 13822 *Bases du calcul des constructions - Évaluation des constructions existantes*. Cette norme internationale s'applique également aux structures patrimoniales, à condition que les considérations supplémentaires figurant à l'annexe I de la norme soient prises en compte.

Une étude des déformations du bâtiment (incluant les inclinaisons) constitue une excellente base pour l'analyse du projet de restauration. Les déformations sur la structure peuvent ainsi être prises en compte à un stade précoce de l'étude du projet.

2.8. Analyse et évaluation des systèmes techniques du bâtiment

La prolongation de l'utilisation d'installations techniques anciennes ou la préservation d'installations historiques (même sans fonction) doit également être examinée. La protection du patrimoine exige un équilibre entre, d'une part, la perte d'une partie de la matière d'origine du bâtiment lors de la démolition et de la réinstallation de certains réseaux techniques (chauffage, sanitaire,…) et, d'autre part, le risque lié à l'utilisation de systèmes et de conduits potentiellement endommagés.
Si, par exemple, des canalisations sont maintenues en place et utilisées, elles doivent être soumises à des essais pour détecter les incrustations de calcaire (provoquant un rétrécissement de la section transversale), la corrosion externe et interne et les fuites de conduits sous pression.

Indépendamment des paramètres techniques et de l'état de conservation, la réutilisation des installations techniques suppose que les aspects sanitaires et environnementaux soient adaptés à la présence d'occupants.

Le reste des circuits inutilisés doit être documenté et marqué. Les anciens systèmes encore utilisés font partie intégrante de la documentation technique finale. En cas de problèmes particuliers (concernant par exemple la protection contre l'incendie, les substances dangereuses, la stabilité structurelle) nécessitant des recherches plus approfondies, il est important que les questions à cet égard soient formulées avec précision.

Les procédures d'inspection des installations techniques sont traitées par les normes suivantes :

- EN 15378-1 pour les systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments;
- EN 16798-17 pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air;
- EN 16946-1 pour l'inspection des systèmes de régulation, d'automatisation et de gestion technique des bâtiments.

2.9. Évaluation de la performance énergétique

Chaque bâtiment historique doit être considéré comme un cas particulier. Par conséquent, les analyses et les évaluations nécessaires doivent être effectuées. La compréhension de l'authenticité, de l'intégrité et de l'importance patrimoniale du bâtiment permet de déterminer les éléments caractéristiques qui devraient être conservés.

Avant de commencer une rénovation énergétique, il faut évaluer l'état de l'enveloppe et des installations techniques du bâtiment. Les réparations structurelles nécessaires doivent être effectuées avant ou parallèlement à la mise en œuvre des mesures énergétiques. Cela améliorera la performance énergétique du bâtiment et diminuera les risques de dommages physiques structurels suite à des interventions supplémentaires.

Évaluation de l'enveloppe du bâtiment existant

Une évaluation de l'enveloppe du bâtiment peut être menée selon la norme EN ISO 52018-1 *Energy performance of buildings - Indicators for partial EPB requirements related to thermal energy balance and fabric features - Part 1: Overview of options*. Cette norme traite de divers sujets : confort thermique été comme hiver, isolation thermique de l'enveloppe thermique, ponts thermiques, performance énergétique des fenêtres, étanchéité à l'air et contrôle des gains solaire. L'accent est mis principalement sur les éléments du bâtiment qui sont pertinents pour la performance énergétique du projet.

Le contrôle de la qualité thermique de l'enveloppe peut être réalisé conformément aux normes suivantes :

- NBN EN 13187 *Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method (ISO 6781:1983 modified)*;
- EN ISO 9972:2015 *Thermal performance of buildings. Determination of air permeability of buildings. Fan pressurization method.*

Évaluation des installations techniques existantes

Les installations techniques existantes pour la production, la distribution et le contrôle de la chaleur doivent être mises au point et optimisées selon un processus itératif, fondé sur un suivi périodique de la demande d'énergie, afin de tirer le meilleur parti de la situation existante avant d'envisager des interventions ultérieures.

Évaluation globale de la performance énergétique

L'évaluation de la consommation d'énergie actuelle fournit une base de référence essentielle pour déterminer la nécessité d'intervenir. La norme générale pour l'évaluation globale de la performance énergétique des bâtiments par calculs ou mesures est la norme EN ISO 52000-1. Cette norme établit une structure systématique, complète et modulaire pour évaluer d'une manière holistique la performance énergétique des bâtiments neufs et existants.

Les procédures nationales de certification énergétique sont basées sur la norme EN ISO 52000-1. Même si les décisions prises au niveau national n'exigent pas les approches détaillées décrites ci-dessus, elles sont néanmoins recommandées; l'application de la norme EN ISO 52000-1 garantit la cohérence conceptuelle avec les approches simplifiées. Pour augmenter le niveau de confiance du modèle calculé, il est recommandé d'utiliser un modèle de calcul de bâtiment validé (comme décrit dans EN ISO 52000-1).

Cette norme s'applique à l'évaluation – par mesure ou par calcul – de la consommation énergétique globale d'un bâtiment et au calcul de la performance énergétique en termes d'énergie primaire.

Lors de l'utilisation réelle du bâtiment, la première étape devrait consister à analyser la consommation d'énergie réelle mesurée telle que décrite dans la norme EN 15603 *Performance énergétique des bâtiments - Consommation globale d'énergie et définition des évaluations énergétiques*, qui donne également des orientations sur la période d'évaluation, la surveillance et la mesure des différents vecteurs énergétiques et sur la correction des données de consommation énergétique sur base des conditions météorologiques .

Le calcul de la performance énergétique selon la norme EN 52000-1 est nécessaire si l'une ou plusieurs des conditions suivantes s'appliquent :

- le bâtiment n'est pas utilisé ou n'a pas de demande d'énergie et, par conséquent, aucune consommation d'énergie mesurée ne peut être déterminée;
- la performance énergétique mesurée révèle des faiblesses et les mesures possibles devront être identifiées et évaluées en fonction de leur efficacité;
- l'utilisation du bâtiment change, auquel cas la classe énergétique mesurée ne sera plus valide.

Une classe énergétique calculée sur-mesure diffère d'une classe énergétique standard par le type de données concernant l'utilisation et le climat extérieur. Cette classification personnalisée est recommandée spécifiquement pour planifier et optimiser une rénovation, puisque l'efficacité de toute mesure d'amélioration dépend de l'utilisation réelle du bâtiment. Dans le cas des bâtiments historiques, cela permet de tenir compte de l'utilisation historique et de prendre des décisions sur

base de conditions non-standard, comme une température intérieure plus basse ou une utilisation saisonnière.

En ce qui concerne le calcul du besoin de chauffage et de refroidissement selon la norme EN ISO 13790, il est recommandé d'utiliser une méthode de calcul mensuelle ou, idéalement, quotidienne ou horaire. Une attention particulière devrait être accordée à la collecte des données car les valeurs standards saisies dans les modèles de calcul ne tiennent pas toujours compte des conditions spécifiques des bâtiments historiques.

L'évaluation du rendement énergétique devrait comprendre une estimation des émissions de gaz à effet de serre associées à la consommation d'énergie actuelle. La relation entre la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre dépend de la nature des sources d'énergie.

2.10. Étude et évaluation de l'éclairage

Éclairage artificiel[34]

Dans les bâtiments anciens en particulier, il faut vérifier si les installations électriques existantes sont conformes aux normes de sécurité en vigueur. Si les équipements, les canalisations et les raccordements existants de installations électriques restent en service, la résistance d'isolement et de propagation ainsi que le contrôle du bon fonctionnement des dispositifs de protection doivent être vérifiés par l'installateur.

Pour les bâtiments classés et historiques, il existe des exigences et considérations plus strictes que pour les bâtiments neufs comme:

- le moins d'intervention possible sur la structure du bâtiment, par exemple pas de canalisations dans les plafonds et les murs en raison d'ornements en stuc, de peintures murales ou de panneaux muraux en bois;
- des possibilités d'installation limitées au sol et au plafond (souvent fortement structurées par des poutres ou des solives, de sorte que les sorties et les équipements doivent être adaptés en conséquence);
- les difficultés d'acheminement et d'installation des conduites principales horizontales, verticales et des canalisations ascendantes, car il y a rarement des plafonds suspendus ou de telles structures prévues;
- espace et surfaces restreints pour les distributeurs et les panneaux de contrôle;

Sensibilité des objets et des finitions à la lumière du jour[35]

L'exposition à la lumière peut engendrer des dégradations en initiant des réactions photochimiques ou par échauffement de la matière à cause de rayonnements infrarouges présents dans le spectre lumineux.. Pour de nombreux matériaux, la conséquence la plus évidente de l'exposition à la lumière est la décoloration, qui se caractérise souvent par une perte de saturation des couleurs et, pour les couleurs foncées, un éclaircissement. C'est ce qui a conduit à l'adoption de l'échelle "blue wool" qui définit la résistance de matériaux à la lumière artificielle selon 8 catégories. La catégorie 1 de la norme ISO est la plus sensible à la lumière; la catégorie 2 est de deux à trois fois moins sensible que la catégorie 1; et ainsi de suite jusqu'à la huitième catégorie, la moins sensible à la lumière. L'exposition à la lumière ne cause pas toujours une décoloration. Certains matériaux jaunissent, d'autres

s'assombrissent et d'autres encore changent de teinte. Les chercheurs doivent être en mesure d'enregistrer les changements de couleur de surface au fil du temps et, pour cela, ils ont besoin d'un système précis de mesure de la couleur. Actuellement, le système le plus largement utilisé pour la recherche sur l'exposition est le CIELAB (CIE, 1986).

Les objets et les finitions d'un édifice historique doivent être classés en fonction de leur sensibilité à l'exposition. La classification recommandée utilise quatre catégories, chacune correspondant à une limitation de l'intensité lumineuse et du temps d'exposition :

Classe de matériau	Éclairement limite (lx)	Limite d'exposition (lx h/an)	
1. Aucune sensibilité	sans limite	sans limite	L'objet est composé entièrement de matériaux qui sont permanents, en ce sens qu'ils n'ont pas de sensibilité à la lumière. Exemples : la plupart des métaux, la pierre, le verre, la céramique véritable, les vrais émaux pour verre et céramique, la plupart des minéraux.
2. Faible sensibilité	200	600000	L'objet comprend des matériaux durables légèrement sensibles à la lumière. Exemples : peinture à l'huile et à la détrempe, fresque, cuir et bois non teint, corne, os, ivoire, laque, certains plastiques.
3. Sensibilité moyenne	50	150000	L'objet comprend des matériaux instables modérément sensibles à la lumière. Exemples : costumes, aquarelles, pastels, tapisseries, estampes et dessins, manuscrits, miniatures, peintures sur toile, papier peint, gouache, cuir teint et la plupart des objets d'histoire naturelle, y compris les spécimens botaniques, fourrures et plumes.
4. Sensibilité élevée	50	15000	L'objet comprend des matériaux très sensibles à la lumière. Exemples : soie, colorants connus pour être très instables, journaux.

Fenêtres et vitrages

Les documents *Afwegingskader Historisch schrijnwerk* (Agentschap Onroerend Erfgoed, 2017), *Houten schrijnwerk. Erfgoed en comfort verenigen* (Directie Monumenten en Landschappen, 2008), *Traditionnal Windows: their Care, repair and upgrading* (English Heritage, 2017) et *Glass & Glazing* (English Heritage, Practical building conservation, 2012) introduisent un excellent cadre pour l'évaluation des interventions sur les châssis et vitrages.

Éclairage extérieur[36,37]

L'éclairage extérieur sert souvent à éclairer des éléments d'importance architecturale ou historique, ou pour éclairer des parcs ou des jardins. Les concepteurs de l'éclairage extérieur devraient être encouragés à utiliser des luminaires et des sources lumineuses qui dirigent efficacement la lumière dans la zone requise, minimisant ainsi la consommation d'énergie et la pollution lumineuse.

Dans le cas de l'éclairage d'agrément, tout doit être s'équilibrer. Un bâtiment inondé de lumière peut complètement ruiner un paysage nocturne et conduire à une spirale indésirable de bâtiments de plus en plus lumineux qui, avec le temps, peut porter la luminosité globale du quartier à des niveaux inutiles et indésirables.
Lors de la conception et de l'installation d'un système d'éclairage extérieur, il faut tenir compte des effets potentiels de l'éclairage sur les occupants des propriétés environnantes, sur les usagers des transports à proximité de l'installation et sur la faune et la flore.

Ces effets sont notamment les suivants :

- des changements dans l'habitabilité d'une pièce causés par l'entrée d'une lumière indésirable dans des zones normalement sombres, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur (en particulier dans les chambres), et par la vue directe d'appareils lumineux et de façades et panneaux surexposés;
- des changements des conditions d'observation du ciel nocturne en raison de la pollution lumineuse du ciel, causée par la diffusion de la lumière artificielle dans l'atmosphère.
- une réduction de la capacité des conducteurs à voir les détails essentiels de leur itinéraire, y compris les systèmes de signalisation, en raison de l'éblouissement causé par les luminaires;
- des effets néfastes sur les insectes, les plantes et les animaux (mammifères, oiseaux et amphibiens) dans la région.

Des conseils de pointe sur les techniques d'éclairage extérieur décoratif sont donnés dans le Guide CIE 94-1993 pour l'éclairage au moyen de projecteurs. Ce guide fournit des informations sur l'utilisation de l'éclairage extérieur pour la décoration du paysage urbain nocturne. Le Guide CIE 150 sur la limitation des effets de la lumière parasite provenant des installations d'éclairage extérieur identifie les paramètres techniques de la lumière ainsi que les valeurs maximales recommandées pour diverses situations. Deux ensembles de valeurs limites sont donnés en fonction des niveaux d'éclairage déjà présents dans la zone. L'un, avec des valeurs plus élevées, est destiné à être appliqué avant une certaine heure et l'autre, avec des valeurs plus basses, est destiné à être appliqué après cette heure.

2.11. Évaluation de l'utilisation des matériaux[38]

ISO 15686 ISO 15686-5 *Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 5: Life-cycle costing*

La conservation des édifices historiques réduit la consommation d'énergie associée à la démolition, à l'élimination des déchets et aux nouvelles constructions, et favorise le développement durable en conservant l'énergie propre des édifices existants. L'analyse des cycles de vie des matériaux de construction (structure, enveloppe, éléments intérieurs et installations techniques) doit être pris en

compte dans le cadre du processus de conservation afin d'obtenir des résultats optimaux en matière d'efficacité énergétique.
Le parc immobilier patrimonial est reconnu mondialement comme une source importante de consommation énergétique. Toutefois, la conservation des bâtiments historiques existants contribue à la conservation de l'énergie intrinsèque et à une économie substantielle de matériaux.

Les matériaux doivent être choisis avec soin et spécifiés de manière à ce qu'ils causent le moins de pollution possible pendant toute leur durée de vie : pendant l'extraction, la fabrication, la construction ou l'installation, l'utilisation prévue et l'enlèvement final pour la réutilisation, le recyclage ou l'élimination. De plus en plus, le prescripteur doit être conscient du coût de vie et de l'impact de chaque matériau spécifié. Cela englobe les répercussions sur l'environnement et la santé tout au long de sa vie et de son utilisation, y compris la toxicité et la présence de dioxines et de composés organiques volatils (COV). Ce n'est qu'en adoptant une approche holistique et prudente de la conception, du berceau à la tombe, que les risques pour la santé et l'environnement seront réduits et que des solutions véritablement durables seront formulées. Les concepteurs doivent évoluer vers une économie circulaire.

L'évaluation de la durabilité des matériaux utilisés est en développement rapide et évolue vers un cadre européen uniforme. Les EPD (*Environmental Product Declarations*) sont désormais déterminés dans tous les pays et secteurs selon le même cadre. Trois systèmes servent actuellement de référence en matière d'évaluation de l'efficacité des matériaux :

- TOTEM (OVAM);
- BREEAM;
- Nature +.

TOTEM[39]

Totem (*Tool to optimize the total environmental impact of materials*) est une interface transparente, simple et numérique avec laquelle l'industrie belge de la construction peut travailler pour objectiver et réduire l'impact environnemental des bâtiments. Cet outil est le résultat d'un projet de coopération intense entre les trois régions.

BREEAM

Dans le système BREEAM, l'analyse du cycle de vie (ACV) est utilisée pour évaluer l'utilisation des matériaux. Ce point est expliqué dans le thème "MAT1 - spécification des matériaux" de la méthode. Une ACV est réalisée conformément à la norme 15686-5 *Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 5: Life-cycle costing*. Pour une période de 60 ans, les coûts de construction, de gestion et d'entretien sont calculés. L'impact environnemental des différents composants est évalué. Pour cela, différents types de logiciels peuvent être utilisés. En guise de résultat, une comparaison entre plusieurs scénarios ayant des impacts environnementaux différents est proposée.

Nature +

Nature + (www.natureplus.org) est un schéma au niveau des composants qui offre donc une approche simplifiée des outilsTOTEM ou BREEAM. Ce système est une approche plus moderne que le NIBE (www.nibe.org).

2.12. Évaluation des performances acoustiques

En Belgique, il n'y a pas d'évaluation des performances acoustiques. Le CSTC, l'organisation des entrepreneurs, prévoit d'élaborer un ensemble de lignes directrices sur la manière de se conformer aux normes (légales) en matière d'acoustique dans les bâtiments en général. Elles pourront également être utilisées dans les bâtiments historiques. Au moment de la rédaction du présent document, ces lignes directrices n'existent pas encore.

Aux Pays-Bas, ces directives existent. Elles sont publiées par le NPR et comprennent des lignes directrices pour tous les aspects de l'acoustique du bâtiment. Ces éléments sont également pertinents pour la rénovation des bâtiments historiques en Belgique.

L'exécution des mesures acoustiques :

- NPR5092 : contrôle du bruit dans les bâtiments - évaluation des résultats des mesures acoustiques selon NEN 5077. Cette norme indique la façon dont les mesures acoustiques doivent être effectuées pour évaluer la performance acoustique d'un bâtiment existant à un moment précis. Ceci peut être utilisé dans deux situations :
  - évaluer les espaces d'un bâtiment à l'aide de mesures acoustiques;
  - évaluer un certain nombre d'espaces similaires dans un bâtiment par un échantillonnage optimal.
- NPR5097 : insonorisation des bâtiments - explication des méthodes de détermination des performances en matière d'isolation des façades aux bruits aériens, d'isolation aux bruits aériens, d'isolation aux bruits d'impact, du niveaux sonore et du temps de réverbération causés par les installations techniques.

Mesures pour répondre aux exigences acoustiques :

- NPR 5070 : *Insonorisation des habitations - exemples de cloisons et planchers en pierre*
- NPR5071 : *Insonorisation dans les habitations - exemples de dispositions contre la réverbération, le bruit dû au claquement des portes et autres choses similaires dans les espaces communs, basé sur la norme NEN 1070*
- NPR5072 *: Insonorisation des habitations et des bâtiments résidentiels - systèmes d'évacuation d'air*
- NPR5073 : *Insonorisation des bâtiments résidentiels - installations d'ascenseurs*
- NPR5074 : *Insonorisation des habitations et des bâtiments résidentiels - installations de chauffage central avec radiateurs ou convecteurs*
- NPR5075 : *Insonorisation des habitations et des bâtiments résidentiels - équipements et installations sanitaires pour l'alimentation et l'évacuation de l'eau*
- NPR5086 : *Insonorisation des logements - insonorisation des cloisons légères entre les logements*

En Allemagne, un ensemble de directives acoustiques sont également définies. Les deux catégories de normes suivantes sont pertinentes et fréquemment utilisées :

(1) Exécution de mesures acoustiques :

- DIN 4109 : 2016 *Isolation acoustique dans les bâtiments - partie 4 : essais acoustiques dans les bâtiments*

(2) Mesures pour répondre aux exigences acoustiques :

- DIN 4109-1 *Isolation acoustique dans les bâtiments - partie 1 : exigences minimum*
- VDI 3817 *Installations techniques dans les bâtiments classés et historiques*
- VDI 4100 *Isolation acoustique entre pièces dans les bâtiments – Habitations - Évaluation et propositions pour une meilleure isolation acoustique entre pièces.*
- VDI 2081 : *Génération et réduction du bruit dans les systèmes de ventilation et de climatisation*

2.13. Protection contre l'incendie[40] [41]

Le feu constitue une menace importante pour les édifices historiques ainsi que pour les utilisateurs de l'édifice. Il est donc important d'évaluer les risques et les possibilités d'amélioration concernant la sécurité incendie.
Une évaluation de la sécurité incendie doit tenir compte des éléments suivants :

- compartimentation;
- routes et moyens d'évacuation;
- résistance des éléments structuraux (planchers, toitures, escaliers, etc.);
- contrôle des fumées;
- systèmes de détection et d'alarme incendie;
- résistance au feu des portes, rénovation des portes (et ferme-portes, arrêts de porte, etc.);
- impact de la foudre;
- systèmes de lutte contre l'incendie (manuels et automatiques);…

Il convient d'atteindre un équilibre entre la valeur patrimoniale du bâtiment et les mesures de sécurité incendie à mettre en place pour protéger ce bâtiment.
Des publications existantes telles que *Fire safety management in traditional buildings* (Historic Scotland) proposent des approches intéressantes pour protéger de façon respectueuse les bâtiments historiques contre le feu .

Objectifs des mesures de protection

Le risque d'incendie est particulièrement élevé pour les bâtiments historiques. Un début d'incendie minime peut rapidement devenir un incendie important et entraîner la perte totale de l'édifice. Néanmoins, les bâtiments historiques peuvent être rendus résistants au feu et adaptés à de nouveaux usages sans nécessiter d'intervention importante qui modifierait en profondeur la structure historique du bâtiment. Il est important d'intégrer et de coordonner les différents systèmes de sécurité incendie pour concilier les exigences de l'utilisateur, des acteurs de la protection du patrimoine et des autorités. Toutes ces exigences doivent converger vers un concept unique de sécurité incendie qui peut être homologué par les autorités compétentes (services de prévention incendie).

Les objectifs de base du dispositif de sécurité incendie doivent répondre aux réglementations nationales en matière de construction et éventuellement aux réglementations concernant des éléments de construction spéciaux. Cependant, les exigences de ces normes vis-à-vis de matériaux employés dans certains bâtiments patrimoniaux ne peuvent pas être satisfaites (en ce qui concerne par exemple la qualité des matériaux et des éléments de construction). Dans ces cas-là, il peut être

nécessaire de mettre en œuvre des solutions originales et convaincantes en matière de sécurité incendie, des innovations techniques et/ou des mesures compensatoires. Les exigences particulières de la protection du patrimoine peuvent également donner lieu à des conflits supplémentaires, comme la nécessité d'installer de nouveaux éléments de construction disposant d'une résistance au feu suffisante ou de mettre en place de nouveaux systèmes d'extinction d'incendie. D'une manière générale, il n'est donc pas possible de considérer la sécurité incendie sans considérer à la fois les appareils de sécurité incendie (détecteurs, extincteurs,…) et l'intervention sur l'essence-même du bâtiment (porte coupe-feu, cloisons ignifuges,...).

Mesures architecturales pour la sécurité incendie

Les bâtiments historiques contiennent souvent des matériaux de construction inflammables qui représentent non seulement un risque important, mais qui, dans de nombreux cas, vont à l'encontre des normes de sécurité. Les différents volumes ou composants d'un bâtiment historique ne peuvent être évalués qu'au cas par cas en termes de sécurité incendie; le bâtiment original n'est généralement pas compartimenté selon les normes de sécurité, et il est généralement peu aisé d'introduire de nouvelles voies d'évacuation compartimentées.
L'introduction d'éléments de construction modernes résistants au feu ne se produit généralement que dans des cas particuliers, mais ce procédé devrait être appliqué dès que possible, quand cela n'altère la valeur patrimoniale du bien. Les technologies de construction légères permettent de compléter les éléments de construction existants afin qu'ils puissent être conservés sans être modifiés. Cela permet également la création de compartiments coupe-feu ainsi que l'encapsulage de pièces présentant un risque de combustion élevé.
Les peintures et revêtements résistants au feu ou les panneaux de même type conviennent pour réduire le risque de combustion de matériaux inflammables. Appliqués sur des structures existantes, ils permettent à certains éléments constitutifs originaux d'atteindre les niveaux de résistance au feu requis par les normes, tout en préservant intacte la structure historique initiale du bâtiment.
Il n'est souvent pas possible dans les bâtiments historiques de se conformer aux prescriptions d'installation ou d'homologation s'appliquant aux éléments de construction neufs ou aux critères émis par les systèmes de classification de protection incendie. Toutefois, il est possible d'améliorer considérablement les installations de sécurité incendie en impliquant les organismes de tests (conditions générales d'installation), les experts techniques (approbation) et les autorités (autorisation) dès le démarrage de l'étude.
Il est important de traiter avec attention tous les points de contacts entre différents compartiments coupe-feu, pour éviter la propagation des flammes ou des fumées d'un compartiment à l'autre. Les ouvertures et les connexions entre différents éléments de construction, les percements de canalisations à travers les éléments de construction, les cavités d'air dans les plafonds et les planchers que l'on retrouve souvent dans les bâtiments historiques sont autant de situations qui peuvent faciliter la propagation d'une incendie. Les zones critiques doivent être identifiées et sécurisées de manière appropriée. Les techniques disponibles à cet effet, telles que le remplissage, le compartimentage, l'encapsulage, etc., doivent cependant toujours être examinées au cas par cas pour déterminer si elles conviennent.

En principe, il est nécessaire que les interventions architecturales soient appliquées sans concession et aussi complètement que possible pour assurer une protection adéquate du patrimoine. Les compensations par des installations techniques dans les bâtiments, aussi indispensables soient-elles,

ne peuvent se substituer à la qualité minimale des travaux de construction (garantir la classes REI de matériaux et des éléments de construction). Il est nécessaire dans le processus décisionnel de peser le pour et le contre entre la possibilité de renoncer à toute intervention qui toucherait à l'essence de l'objet patrimonial et la mise en danger de ce même objet.

Mesures techniques pour la sécurité incendie

Les mesures de prévention incendie basées sur la mise en place de nouvelles installations techniques (alarmes, éclairage de secours,…) sont des éléments indispensables pour la mise en place d'un plan global de protection incendie dans les bâtiments historiques. La sécurité incendie ne peut être assurée que par la mise en place de ces mesures de protection contre l'incendie, tant pour la protection des personnes que pour la protection du bâtiment en lui-même. En l'absence de possibilité d'intervention architecturale lourde, il est possible d'appliquer des mesures intermédiaires,'de compensation', telles que l'ajout de systèmes de détection

Les installations de détection automatique des incendies doivent généralement être disposées de manière à couvrir l'ensemble du bâtiment. Il existe de nombreux systèmes de détection. Le choix du système doit se faire en fonction des risques étudiés et estimés. De nos jours toutefois, de nombreux appareil de détection sont compatibles et facilement intégrables dans des pièces de grande valeur patrimoniale. Par exemple, il existe de très petits détecteurs de fumée (détecteurs ponctuels). Leur câblage peut être remplacé par une communication sans fil. Les débuts d'incendie dans de petits volumes indépendants encapsulés (p. ex., armoires vitrées) ou dans des pièces isolées (serveurs, e-distributeurs) peuvent être détectés de manière fiable par des détecteurs de fumée à aspiration (DFA). Cette technologie peut également être utilisée très efficacement pour surveiller les gaines ou les plénums des plafonds et des planchers. Les grandes surfaces (halls, pièces) peuvent être surveillées efficacement par des détecteurs linéaires infrarouges, ce qui évite également l'installation d'appareils de détection au plafond.

En général, les installations d'extinction automatique dans les bâtiments historiques doivent aussi répondre à une exigence supplémentaire : consommer un minimum d'eau. Toutefois, cela n'exclut pas complètement l'utilisation d'un système de gicleurs. En positionnant les gicleurs en fonction des risques d'incendie, seul l'arroseur concerné par le départ d'incendie est déclenché. Ainsi, il est possible qu'une seule tête d'arrosage soit activée. Les gicleurs à réaction rapide et les gicleurs à pulvérisation fine sont d'autres options pour limiter la quantité d'eau libérée.

Les dispositifs de désenfumage doivent également pouvoir prévenir les dommages dus aux dépôts de suie sur le mobilier et les accessoires. Des simulations par ordinateur ou des essais *in situ* peuvent être utilisés pour une planification fiable.

Même en présence de système de détection et d'extinction automatique, les installations de base de lutte contre l'incendie doivent toujours être prévues. Il s'agit notamment de :

- alarmes à bouton-poussoir (boîtiers bris de glace);
- déclenchement manuel de l'extraction des fumées;
- extincteurs portatifs, le cas échéant, unités mobiles dans des zones spéciales;
- dévidoirs muraux avec des dévidoirs/colonnes d'alimentation stables.

L'approvisionnement en eau des appareils d'extinction doit être assuré, au besoin, par des citernes, des bassins de rétention des eaux d'extinction, etc. Une alimentation électrique de

secours sécurisée doit être fournie. Le raccordement des systèmes d'alarme à un centre de surveillance assurant une permanence est fortement recommandé.

2.14. Évaluation de l'accessibilité

L'évaluation de l'accessibilité existante du bâtiment donnera une vue d'ensemble des problèmes à résoudre en matière d'accessibilité pour les visiteurs et utilisateurs souffrant de handicaps moteurs, visuels ou auditifs.
L'ouvrage *Onroerend erfgoed en toegankelijkheid. Streven naar een betere toegankelijkheid in het akder van de algemene ontsluiting van publiek toegankelijk onroerend erfgoed*, publié par l'Agentschap Onroerend Erfgoed, aborde les sujets suivants :

- le cadre juridique;
- l'accessibilité des édifices patrimoniaux;
- les dispositions pour les visiteurs et les utilisateurs dans les sites du patrimoine;
- des suggestions pratiques;
- le contact de consultants actifs dans ce secteur.

2.15. Écologie et biodiversité

Évaluation de la présence de :

- algues et mousses;
- plantes;
- plantes grimpantes;
- buissons et arbres;
- insectes nuisibles et utiles;
- insectes protégés (comme les coccinelles, les guêpes, les abeilles, les bourdons);
- chauves-souris;
- oiseaux.

Publications utiles :
Dieren in en op gebowen-insecten (Monumentenwacht Vlaanderen vzw)
Dieren in en op gebouwen-vogels (Monumentenwacht Vlaanderen vzw)
Vegetatie op en rond gebouwen (Monumentenwacht Vlaanderen vzw)

3. Sélection des mesures

Le choix des mesures doit passer par une série d'étapes :

- mesures de protection préliminaires;
- philosophie d'intervention et limites de conservation;
- options de conservation et mesures de rénovation énergétique;
- choix des mesures et des options de conservation;
- évaluation des critères et établissement d'une échelle de risques;
- exclusion des mesures et options inappropriées;
- évaluation des mesures et options restantes;
- sélection des groupes de mesures d'intervention à prendre : élaboration d'un plan de conservation;
- confrontation des mesures d'intervention aux objectifs.

3.1. Mesures de protection préliminaires

Outre les mesures architecturales urgentes de sécurité (travaux de stabilité, de toiture, d'égouttage), la protection contre l'incendie et le vandalisme, il est également nécessaire de prendre des mesures en matière de climat et de salubrité pour les bâtiments. Les installations techniques peuvent également jouer un rôle de prévention pour la protection du bâtiment.

Les mesures de protection préliminaires peuvent comprendre :

- le démantèlement ou la sécurisation d'anciennes installations du bâtiment qui ne sont plus utilisées (par exemple, la déconnexion de certaines alimentations ou la fermeture sécurisée des canalisations). Les installations de détection et de transmission d'alarme doivent cependant rester opérationnelles et en bon état de fonctionnement;
- le chauffage de base pour assurer la protection du bâtiment contre le gel et éviter les fluctuations thermo-hygrométriques;
- le chauffage temporaire pour assurer une augmentation locale de la température (p. ex., l'utilisation de serpentin chauffant pour éviter la condensation);
- la ventilation de base du bâtiment pour éviter l'apparition d'humidité (p. ex., grilles de ventilations dans les portes/panneaux/fenêtres temporaires);
- une ventilation sélective pour assécher le bâtiment ou stabiliser le climat (p. ex., mesures du degré de ventilation avec contrôle de l'humidité relative);
- une vérification de la présence éventuelle de moisissures, de végétaux ou de vermines doit être effectuée.

Les mesures de protection peuvent comprendre :

- la fermeture des trous pour éviter que les rongeurs ou les oiseaux ne s'y installent ou ne pénètrent dans le bâtiment. Les exigences de protection des espèces doivent être prises en compte, par exemple l'installation de grillages contre les rats dans les tuyaux;
- la mise en place de mesures de protection dans les égouts;
- l'installation de moustiquaires au niveau des fenêtres et des autres ouvertures;

- la suppression des sources de nourriture pour les pigeons et le nettoyage de leurs excréments (présentant un risque pour la santé);
- l'inspection des cavités dans les cloisons, des gaines techniques, etc.;
- l'inspection et le nettoyage des systèmes de ventilation;
- la lutte contre les conditions favorables au développement des ravageurs (champignons, insectes, …) en supprimant la pénétration d'humidité, en assurant la ventilation et le séchage des matériaux par un flux d'air suffisant.

3.2. Philosophie d'intervention et limites de conservation

Toutes les mesures dans le chapitre précédent fourniront un large éventail d'informations sur l'état réel d'un objet et constitueront la base de la philosophie d'intervention. La philosophie d'intervention consiste en une vision générale qui détermine l'orientation des options de conservation spécifiques et qui tient compte des valeurs, des atouts et des possibilités du site.

La philosophie d'intervention sera basée sur l'histoire, les valeurs et l'état de l'objet et visera à concilier le programme avec ces exigences. Cela joue un rôle extrêmement important dans le processus de conservation; une consultation des organismes responsables du patrimoine, du propriétaire et d'autres acteurs importants est donc nécessaire.
Toutes les mesures doivent être conformes aux principes de conservation des bâtiments énoncés dans les chartes internationales et les directives nationales. L'entretien est considéré comme la meilleure mesure de conservation; toute mesure d'amélioration doit faciliter l'entretien continu des éléments et matériaux ajoutés.

Toute intervention sur un bâtiment historique doit respecter les configurations spatiales, l'apparence et la structure existante du bâtiment en tant que supports de l'intérêt patrimonial. Toutes les mesures d'intervention qui porteraient atteinte aux valeurs patrimoniales et aux éléments qui caractérisent ces valeurs doivent être évitées. Les interventions doivent être non-invasives et réversibles afin de minimiser leur impact sur l'intérêt patrimonial du bâtiment. L'étendue et l'importance des interventions doivent être réduites au minimum. L'intérêt patrimonial doit être conservé et les occasions de le révéler ou de le renforcer pour les générations actuelles et futures doivent être prises en compte. Cette approche prudente implique de ne modifier que le stricte nécessaire.

La philosophie d'intervention doit permettre de prendre des décisions concernant :
- la sensibilité du bâtiment dans son ensemble, de ses valeurs patrimoniales et de ses éléments caractéristiques;
- la possibilité ou le potentiel de rétablir les éléments caractéristiques disparus ou cachés (p. ex., le rétablissement du type de châssis d'origine);
- les priorités ou les restrictions en matière de conservation liées aux choix du propriétaire et d'autres parties prenantes;
- les priorités ou les restrictions en matière de conservation liées aux exigences des autorités patrimoniales compétentes;
- l'identification et la conservation des valeurs essentielles;
- les possibilités d'interventions sans porter atteinte aux valeurs patrimoniales.

3.3. Définition de mesures et d'options de conservation

Les options de conservation doivent inclure un ou plusieurs des éléments suivants :

- le maintien ou la défense du statu quo ou la poursuite du régime de gestion actuel;
- **les mesures de conservation préventive** : mesures et actions visant à éviter et à minimiser la détérioration ou la perte ultérieure des éléments du bâti. Ces actions sont menées dans le contexte de l'environnement d'un objet. Ces mesures et actions sont indirectes, elles n'interfèrent pas directement avec les matériaux et les structures des éléments et ne modifient pas leur apparence. La conservation préventive comprend par exemple le changement d'utilisation, la gestion, les paramètres environnementaux, etc.;
- **les mesures et actions de conservation curatives** : actions appliquées directement sur un objet pour arrêter sa détérioration et/ou limiter les dommages (p. ex., l'application d'une couche de protection sur la pierre, le bois, etc.);
- **les mesures et actions de restauration** (qui peuvent inclure le réassemblage ou la reconstruction) : actions appliquées à un objet stable ou stabilisé visant à faciliter son appréciation, sa compréhension et/ou son utilisation, tout en respectant son importance, les matériaux et les techniques utilisés;
- **la substitution ou la reproduction**.

La valeur, l'authenticité, l'histoire et l'état de conservation de l'objet détermineront le type de mesure(s) de conservation à prendre.
Les actions de restauration ou de reconstruction peuvent être l'occasion de réaliser simultanément des mesures de renfort structurel, d'amélioration de la durabilité et du confort énergétique et acoustique.
Les mesures de rénovation peuvent porter sur l'amélioration et la modification de l'enveloppe, des composants et des systèmes techniques du bâtiment, de l'approvisionnement et du contrôle de l'énergie, ainsi que du comportement des utilisateurs. Afin de prendre en compte toutes les interventions et les solutions possibles, la liste des propositions peut dans un premier temps être préparée sans se soucier des contraintes liées aux valeurs architecturale et patrimoniale du bâtiment. La liste des propositions d'interventions doit être aussi large que possible.

Simulations numériques du climat intérieur

Les changements d'utilisation ou les mesures de conversion doivent être planifiés sur la base d'une analyse thermohygrométrique du climat interne du bâtiment en tenant compte des mesures prévues. Cette analyse va au-delà des vérifications générales du comportement physique du bâtiment qui ne servent qu'à garantir les exigences minimales.

Des méthodes de simulation sont de plus en plus utilisées pour simuler des processus complexes dans le domaine de la technologie et de la physique du bâtiment. Il s'agit principalement de simulations destinées à évaluer le comportement thermohygrométrique des parois des pièces, le comportement thermique du bâtiment et celui des flux d'air dans les pièces et le bâtiment. Une connaissance adéquate de toutes les valeurs caractéristiques des matériaux, des conditions climatiques locales et le choix d'un modèle avec les conditions générales et transitoires correctes sont des conditions préalables nécessaires au succès de l'application. Des formules mathématiques, bien qu'éminemment précises, n'offrent aucune garantie quant à la justesse des résultats de ces

simulations, en particulier lorsqu'elles sont appliquées à des bâtiments patrimoniaux (pour lesquels les valeurs techniques des matériaux de construction sont incertaines). Pour une interprétation correcte des résultats de la simulation, il est nécessaire que les urbanistes, les ingénieurs en physique du bâtiment et les autorités responsables de la protection du patrimoine disposent d'une expérience suffisante.

Système de chauffage, composants et commande

Le type de chauffage peut avoir un impact négatif sur la conservation des objets exposés et sur les bâtiments si le système choisi est inapproprié ou mal utilisé. Dans les bâtiments historiques dans lesquels il n'y avait pas de chauffage ou seulement un système de chauffage partiel, l'installation d'un nouveau système de chauffage peut entraîner une surcharge sur la structure du bâtiment. Cependant, les dommages consécutifs sont rarement le résultat du choix du système de chauffage en soi : ils sont plutôt causés par des températures trop élevées, des changements de température importants et des durées de chauffage inappropriés. Le chauffage à basse température en raison des besoins individuels des occupants a généralement un effet positif sur la préservation de la structure du bâtiment et sur la protection du précieux mobilier.
La disposition des éléments d'émission de chaleur (p. ex., surfaces de chauffage statiques, grilles d'air), le choix des températures de chauffage et des vitesses de pulsion d'air ainsi que la durée de leur fonctionnement doivent être adaptés aux exigences des éléments de construction et raccords sensibles à l'hygroscopie .
Il doit être possible de régler rapidement et précisément l'émission de chaleur par un système de régulation afin d'atteindre des vitesses de chauffe contrôlées (inférieures ou égales à 1,5 K/h) pour préserver la structure du bâtiment. La boucle de régulation doit être fermée pour tenir compte immédiatement des perturbations.

3.4. Critères et échelle d'évaluation des risques

Une évaluation systématique des risques sera effectuée non seulement sur base des aspects techniques et économiques, mais aussi sur la manière dont les mesures envisagées affectent la structure du bâtiment et son intérêt patrimonial. L'évaluation peut s'appliquer tant à des parties du bâtiment qu'à son ensemble. La méthode proposée est basée sur un schéma présentant les risques et les avantages. Elle vise à identifier les meilleures mesures envisagées et à éliminer celles qui sont inappropriées. L'évaluation doit inclure les catégories indiquées au Tableau 1.
Sur base de cette liste, l'équipe d'experts procède à une évaluation rapide. Celle-ci s'appuiera sur les critères d'évaluation proposés ci-dessus en se fondant sur l'expérience des examinateurs plutôt que sur une analyse approfondie.

Tableau 1. Critères d'évaluation

Catégorie	Critères d'évaluation
Intérêt patrimonial	impact de valeur impact visuel
	impact spatial
	impact matériel
	risques hygrothermiques

Compatibilité technique	risques structurels
	risques de corrosion
	risques de réaction saline
	risques biologiques
	réversibilité
Viabilité économique	coûts d'investissements
	coûts d'exploitation, y compris coûts d'entretien
	rendement économique
	économies
Énergie	performance énergétique et demande d'énergie opérationnelle : consommation énergétique primaire (total) consommation énergétique primaire (non renouvelable) consommation énergétique primaire (renouvelable)
	économie d'énergie
	énergie intrinsèque, demande d'énergie sur le cycle de vie
Environnement intérieur	conditions environnementales intérieures propices à la préservation du contenu des bâtiments
	conditions ambiantes intérieures propices à la préservation des tissus du bâtiment
	conditions d'environnement intérieur propices à l'obtention d'un bon niveau de confort des occupants (thermique, acoustique et visuel, QAI)
	émission de substances nocives
Environnement extérieur	émissions de gaz à effet de serre provenant des mesures mises en œuvre et de l'exploitation
	émission d'autres substances nocives
	consommation d'eau
	ressources naturelles
Aspects de l'utilisation	influence sur l'utilisation du bâtiment

Le changement climatique est un multiplicateur de risque. Il augmente les menaces moins importantes et crée des défis nouveaux et imprévus. Le patrimoine n'est pas seulement affecté par les impacts du changement climatique, mais aussi par les réponses que nous y apportons, par exemple la protection contre les inondations, la production d'énergie durable et l'amélioration du rendement énergétique des bâtiments.

Les risques doivent être gérés tout au long du processus. Différents projets de conservation peuvent donner induire plusieurs risques qui ont des implications pour l'utilisation, l'apparence et la prise de décision futures, etc.

L'évaluation des risques comprend :

- les risques pour la santé, la sécurité et l'environnement;
- les dangers pour les objets, résultant de l'action, de l'inaction et/ou des procédures de gestion;
- la compatibilité des mesures et des actions et/ou l'interaction entre les matériaux;
- la perte de signification de l'objet, par exemple la perte d'informations historiques et artistiques;
- les conséquences de l'utilisation et/ou de l'apparence future de l'objet;
- l'incompatibilité avec toute autre intervention ('verrouillage ');
- la réversibilité des mesures.

Afin de permettre une évaluation globale, une échelle à cinq niveaux est proposée. Les résultats sont résumés dans un tableau basé sur les catégories et les critères présentés dans le Tableau 2. Cette méthode ne doit pas être considérée comme un outil mécanique qui apporterait une réponse, mais plutôt comme un outil permettant une évaluation transparente incitant au dialogue interdisciplinaire, nécessaire pour identifier les interventions qui répondent le mieux aux exigences du bâtiment en question.

Tableau 2. Échelle d'évaluation

Risque élevé	Faible risque	Neutre	Avantage faible	Avantage élevé

3.5. Cadre d'évaluation des mesures

La sélection des mesures s'effectue étape par étape comme suit, en faisant appel à une équipe interdisciplinaire :

- l'exclusion des mesures inappropriées;
- l'évaluation des mesures restantes;
- la sélection des mesures à prendre;
- la confrontation des mesures envisagées par rapport aux objectifs et aux ambitions.

Le niveau de détail requis pour l'évaluation des options et la manière dont l'évaluation est effectuée varieront en fonction de la complexité, de l'innovation du projet ou de l'urgence d'intervention et des ressources disponibles. Il est possible qu'une évaluation des options doive être présentée sous formes de textes, de graphiques, de tableaux ou autres. Ces éléments peuvent être accompagnés d'exemples de solutions possibles. Cette évaluation aboutira à la sélection des options privilégiées.

Exclusion des mesures d'intervention inappropriées

La première étape du processus de sélection consiste à éliminer toute mesure clairement inappropriée.

Une liste complète des mesures possibles est le point de départ. Il s'agit d'une liste générale qui ne tient pas compte des propriétés techniques particulières ou de l'intérêt patrimonial du bâtiment en question. Les mesures proposées dans cette liste dépendent de la zone climatique, des traditions de construction ainsi que des pratiques de construction nationales et régionales. La liste englobe les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment, à ses installations techniques et aux comportements des utilisateurs. Pour les mesures énergétiques, la liste peut se baser sur la norme EN 16247-2 *Audits énergétiques – Partie 2 : bâtiments.*
Sur base de cette liste, l'équipe d'experts procède à une évaluation rapide. Celle-ci s'appuiera sur les critères d'évaluation proposés ci-dessus en se fondant sur l'expérience des examinateurs plutôt que sur une analyse approfondie. Si l'équipe donne son accord, une mesure jugée inappropriée pourra être supprimée. De brèves justifications doivent être fournies pour chaque décision. Cette étape aboutira à la création d'une courte liste de mesures jugées potentiellement appropriées.

Les critères d'évaluation et/ou de comparaison des options sont les suivants :

- les mesures de conservation permettent d'atteindre les objectifs du projet et, si oui, dans quelle mesure;
- l'analyse scientifique pour évaluer les méthodes et les matériaux à mettre en œuvre pour les mesures de conservation;
- les résultats des tests qui renseignent sur les mesures à prendre;
- le respect des normes, des codes d'éthique et de bonnes pratiques;
- les impacts sociaux et environnementaux, par exemple l'accessibilité à tous, l'empreinte carbone;
- des projets comparables;
- la disponibilité d'options pour l'atténuation des risques identifiés;
- les répercussions sur les ressources (le temps, les matériaux, la consommation d'énergie, le personnel et/ou les bénévoles, la gestion de projet, les compétences, l'expertise, les aptitudes artisanales, les sources de financement ou le soutien non financier).

Des recommandations ou des politiques relatives aux options privilégiées sont élaborées et, le cas échéant, font référence à toute législation, orientation officielle ou politique organisationnelle susceptible d'influencer le choix de l'option de conservation.

Les publications existantes peuvent aider à évaluer les mesures[42] spécifiques :

- *Afwegingskader historisch schrijnwerk* publiée par l'Agentschap voor Onroerend Erfgoed Vlaanderen
- *Afwegingskader voor het plaatsen van dakisolatie bij beschermd erfgoed* publiée par l'Agentschap voor Onroerend Erfgoed Vlaanderen
- *Zonne-energie in een erfgoedcontext* publiée par l'Agentschap voor Onroerend Erfgoed Vlaanderen
- *Energiezuinig leven in woningen met erfgoedwaarde* publiée par l'Agentschap voor Onroerend Erfgoed
- *Amélioration des performances énergétiques du bâti ancien de la Région Bruxelles-Capitale* publiée par la Direction des Monuments et Sites de Bruxelles

- *De bestaande Brusselse gebouwen en hun toekomst op energetisch vlak: tussen bewaren en presteren* publiée par Brussel Stedelijke Ontwikkeling
- *Onderhoudsbrochures Monumentenwacht*[43]
- Publications du Centre Urbain (Bruxelles)[44]
- Publications de l'AWaP'(Wallonie)[45]
- Publications de la Direction des Monuments et Sites[46]

Évaluation des mesures d'intervention et des options restantes

Au cours de cette étape, les mesures figurant sur la liste restreinte font l'objet d'une évaluation approfondie des risques et des avantages afin de permettre à l'équipe d'experts de dégager les meilleures mesures. Cela implique une évaluation à la fois quantitative et qualitative. Le niveau et l'étendue de l'évaluation doivent être adaptés à la taille et à la complexité du projet. Dans certains cas, une évaluation technique et économique approfondie peut être nécessaire avant qu'il ne soit possible de tirer une conclusion finale.
Les mesures les plus appropriées en termes de risques et d'avantages seront identifiées sur base de cette évaluation. Cette étape débouche sur l'établissement d'une liste, par ordre de priorité, des mesures structurelles, de durabilité, d'efficacité énergétique et acoustiques appropriées.

Sélection d'ensembles de mesures : plan de conservation

Comme décrit dans la norme EN 15603, certaines mesures envisagées peuvent interagir et leurs effets respectifs ne peuvent pas simplement s'additionner. Par conséquent, les mesures combinées doivent être évaluées comme un seul groupe de mesures. Les mesures sélectionnées lors de l'étape précédente peuvent être regroupées selon différents scénarios. Il s'agit d'un processus répétitif au cours duquel différentes combinaisons seront évaluées et comparées entre elles. On obtiendra ainsi une ou plusieurs variantes de groupes de mesures.

Un plan de conservation s'appuie sur les conclusions tirées des étapes précédentes et comprend les éléments suivants :

- les objectifs, les mesures et les actions définis en équipe;
- un énoncé de la méthode décrivant les procédures et les matériaux prévus et la façon dont ils seront appliqués, en faisant référence aux besoins, aux spécifications techniques existantes ou aux sources publiées;
- les ressources nécessaires à la mise en œuvre du plan de conservation, y compris, le cas échéant, une ventilation des différents éléments (p. ex., le temps, le personnel, le matériel, l'assurances, la sûreté et la sécurité, etc.) ;
- la forme, le calendrier et la coordination de toute inspection, communication ou échange d'information entre les parties concernées par le plan de conservation;
- le calendrier selon lequel le plan de conservation et les étapes doivent être réalisés, y compris les consultations, les principales étapes de la prise de décision et les chemins critiques;
- la gestion et les responsabilités;
- l'orientation de la gestion future.

Une fois élaboré, le plan de conservation ainsi que toutes les options présentées doivent être approuvés par toutes les parties concernées avant le début des travaux. La réévaluation et la

renégociation du plan sont autorisées, de même que toute contingence de temps ou de ressources découlant d'événements ou de découvertes imprévus.

Évaluation par rapport aux objectifs

Au cours de cette étape, l'équipe interdisciplinaire du projet évaluera l'ensemble des mesures par rapport aux objectifs définis dans le programme des exigences. Si le résultat ne correspond pas aux cibles, le processus suivant est adopté:

- les mesures inappropriées sont réévaluées et de nouvelles mesures sont ajoutées à la liste;
- les mesures du plan de conservation sont adaptées;
- si aucune entente n'est conclue d'ici là, envisager un examen des objectifs.

Lorsque le groupe de mesures correspond aux objectifs, la solution est validée. Une mise à jour de la consultation de toutes les parties prenantes peut s'avérer nécessaire.

4. Conception

Les projets de restauration et d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments historiques nécessitent une gestion et un suivi particulier pendant la phase de mise en œuvre. Contrairement aux nouveaux projets de construction, la probabilité de circonstances imprévues et de besoins changeants est beaucoup plus grande. Il est donc impératif que le chef de projet/le chef de chantier et les autres personnes responsables de la mise en œuvre possèdent l'expertise et l'expérience nécessaires pour les bâtiments concernés et pour la complexité du projet. Cela comprend une connaissance et une expérience appropriées des bâtiments historiques. Une bonne gestion et un contrôle continu sont des conditions indispensables à un bon résultat.

Après l'installation de l'entrepreneur sur site, il sera souvent nécessaire de procéder à une enquête plus approfondie sur le bâtiment. Cela pourrait comprendre des enquêtes plus approfondies pour confirmer les détails des éléments de construction et résoudre toute question en suspens.

Au cours de la phase d'exécution des projets de reconstruction et de restauration, il n'est pas rare que des conditions inattendues affectent à la fois l'étendue des travaux et le choix des solutions techniques. La détection précoce du besoin ou du désir de changement exige une gestion active du projet et la participation assidue des concepteurs, des consultants et des entrepreneurs. L'équipe de gestion du projet doit disposer d'un système pour gérer les changements nécessaires, y compris pour décrire et évaluer les conséquences financières et opérationnelles des progrès.

Selon le niveau d'importance patrimoniale, d'autres visites de tierces parties, comme des agents du patrimoine ou des agents de planification, pourraient être nécessaires. Pour les bâtiments bénéficiant d'une protection juridique, il faudra sans doute obtenir au cours du processus de mise en œuvre des éclaircissements de la part des autorités chargées du patrimoine culturel concernant la mise à jour de nouveaux élément, lesquels peuvent entraîner des changements d'échelle et une modification des mesures prévues.

4.1. Mise en œuvre du plan de conservation

Les mesures et actions de conservation convenues sont mises en œuvre conformément au plan de conservation.
Une fois les propositions détaillées acceptées, la conception, la préparation en détail des plans et la rédaction du cahier des charges sont souvent effectuées en parallèle.
Il est nécessaire de soumettre les plans et les informations complémentaires pour approbation. Il faut prévoir suffisamment de temps pour le traitement de la demande. Les risques de retard important seront généralement réduits de manière significative si un accord de principe a été conclu à un stade antérieur et si les agents concernés ont été tenus informés et impliqués dans le processus décisionnel. Des modifications et des révisions peuvent être nécessaires à ce stade pour satisfaire les conditions d'approbation et elles devront être intégrées dans la conception. Il est donc important que l'organisation et la programmation en tiennent compte et qu'elles soient planifiées de manière à minimiser toute perturbation associée.

Pour une conservation réussie d'un site, il est recommandé d'élaborer un plan de gestion à court et long terme. Une commission de gestion doit être mise en place afin de contrôler les objectifs du plan de conservation et les tenir à jour.

Appel d'offres

Les entrepreneurs invités à soumissionner doivent être informés de toute considération particulière et incités à en tenir compte dans leur soumission.
Les aspects les plus importants de l'étape de l'appel d'offres (ou de tout autre processus de sélection adopté) sont que les entrepreneurs potentiels :

- ont une compréhension et une expérience appropriées du travail sur les bâtiments historiques;
- peuvent gérer le site avec diligence;
- peuvent fournir un travail de la qualité requise;
- ont des ouvriers qui comprennent les questions de conservation et qui travaillent de façon bienveillante.

L'entrepreneur doit également s'assurer que ce sont bien ces personnes qui travaillent sur le bâtiment, et non pas des sous-traitants qui ne possèdent pas le niveau d'appréciation, de connaissances, de compétence ou de patience requis. Il sera important d' exiger des références, de visiter les sites et de vérifier les titres de compétences.

Exécution des travaux de conservation

Contrairement à certains contrats conventionnels, où l'entrepreneur s'occupe des travaux et où le concepteur inspecte le site de temps à autre, les travaux dans un bâtiment historique nécessitent beaucoup plus de collaboration. Les méthodes et les détails d'installation doivent faire l'objet d'un accord, les problèmes doivent être identifiés et résolus et les demandes de renseignements doivent être traitées en tenant compte des intérêts du bâtiment.
L'administrateur du contrat doit suivre de près les travaux en cours. Toutes les personnes concernées par la spécification, la supervision et la mise en œuvre des travaux doivent adopter une approche flexible afin que le projet puisse répondre aux conditions réelles du site, et non à ce qui avait été supposé avant le début des travaux. Cela peut nécessiter des négociations avec l'(les) entrepreneur(s) durant l'évolution du projet.
En outre, les autorités responsables du patrimoine doivent être associées à l'exécution des travaux.

4.2. Gestion de la qualité

Les mesures et actions sont mises en œuvre conformément aux normes de conservation, aux codes de pratique et de conduite reconnus. Au fur et à mesure de la mise en application du plan, la qualité et l'efficacité du travail sont évaluées en permanence par rapport aux objectifs du plan et, si nécessaire, améliorées. Lorsque les circonstances l'exigent, des révisions du plan ou de la méthodologie doivent être apportées. La gestion peut comprendre des réunions ou des visites sur place de toutes les parties concernées.

5. Réception et évaluation post-occupation

5.1. Réception

La réception comprend les éléments suivants :

- l'évaluation des travaux par rapport aux objectifs convenus;
- la consignation des résultats et l'achèvement de toute la documentation du projet, transmise à toutes les parties concernées (y compris les autorités responsables du patrimoine);
- l'octroi de conseils pour l'entretien continu de l'objet ou de la collection, y compris, par exemple, son utilisation, son entretien et la gestion de son environnement;
- le retour ou le transfert de la responsabilité de l'objet, de la documentation au propriétaire ou au conservateur.

En cas de découvertes importantes, d'apports aux connaissances existantes ou de méthodes de conservation novatrices, il est recommandé du publier les résultats ou de les diffuser d'une autre façon.

5.2. Évaluation post-occupation

Évaluation des mesures mises en œuvre

Idéalement, les mesures mises en œuvre doivent être évaluées pour s'assurer que les objectifs et que les effets souhaités ont été atteints. Cela fournit des informations importantes sur le projet et la capacité d'ajuster les mesures, et permet d'acquérir une expérience utile pour d'autres projets. Cette évaluation porte essentiellement sur les mêmes catégories que celles décrites au chapitre 3. L'étendue et la profondeur de l'évaluation doivent être déterminées par l'équipe de projet. Une première évaluation, axée sur la fonctionnalité et le réglage, doit avoir lieu peu après l'installation. Une deuxième évaluation doit suivre dans un délai d'un à trois ans.

Afin de pouvoir évaluer les mesures mises en œuvre, les aspects suivants doivent être contrôlés régulièrement :

- le climat intérieur : monitoring dans les endroits pertinents;
- les économies d'énergie : factures d'énergie (avant et après). Tout changement d'occupation, d'utilisation ou de conditions météorologiques doit être pris en compte;
- risques techniques : contrôle des systèmes d'énergies renouvelables par compteurs et factures, contrôle de l'état du bâtiment (signes de formation de moisissures, moisissures de surface et condensation dues aux mesures d'isolation, etc.).

6. Exploitation et entretien

Le bon fonctionnement ainsi que l'entretien régulier et adéquat du bâtiment sont une condition préalable à sa conservation à long terme et à un fonctionnement fiable. Le gestionnaire et/ou propriétaire responsable doit écarter tout risque pouvant résulter de défaillances techniques, de par sa responsabilité pour le bâtiment, mais aussi dans le cadre de ses obligations en matière de sécurité.

6.1. Planification de l'entretien

Les mesures nécessaires comprennent la maintenance, l'inspection, la réparation et l'amélioration. Elles doivent être effectuées lors de l'apparition de défauts (réparation, amélioration), à des intervalles définis (contrôle et entretien) ou pour des raisons particulières (amélioration).

La maintenance doit être planifiée selon la norme NEN 2767 *Condition survey*.

Des inspections régulières et de petites réparations immédiates permettent d'éviter les dommages successifs et donc des mesures de réparation vastes et coûteuses. Une inspection annuelle par une personne qualifiée est recommandée. Les résultats de l'inspection doivent être documentés.

Le type et l'étendue de toutes les mesures d'entretien nécessaires doivent être déterminés dans le plan d'entretien ou dans les sous-plans (plan d'entretien, plan d'inspection) en tenant compte des risques potentiels et des données du fabricant sur les installations, équipements ou équipements.

Les mesures d'entretien exécutées doivent être consignées dans un registre qui doit également contenir les conclusions tirées lors de ces entretiens et les mesures supplémentaires potentiellement nécessaires. Le journal de bord doit être conservé pendant trente ans pour la documentation et la clarification de tout vice caché.

L'utilisation et l'entretien des bâtiments historiques comprennent également la surveillance régulière du climat intérieur. De simples observations climatiques peuvent également être effectuées par l'utilisateur-même. Les appareils à stockage numérique (p.ex., un datalogger) sont couramment utilisés pour enregistrer la température et l'humidité relative. Des valeurs fiables ne peuvent être atteintes qu'avec des appareils qui sont contrôlés et entretenus régulièrement. Le contrôle de la température doit toujours être effectué directement sur ou à proximité d'objets particulièrement vulnérables ou d'éléments de construction à risque. Les recommandations suivantes doivent être observées :

- l'équipe de projet doit fournir aux propriétaires/utilisateurs des recommandations d'entretien claires et complètes;
- il est important de laisser l'accès libre pour l'inspection et l'entretien des éléments du bâtiment (accessibilité de la toiture et des combles, des locaux techniques, etc.). Si nécessaire, des installations doivent être prévues pendant les travaux de conservation (telles que des échelles, des ponts d'inspection, etc.);
- pendant les inspections, des travaux de réparation urgents peuvent être effectués;
- les inspections régulières doivent être consignées dans un rapport d'état de conservation;
- des travaux d'entretien réguliers doivent être prévus et réalisés dans le plan de gestion du site.

En Flandre, l'organisation Monumentenwacht propose des services aux propriétaires de bâtiments patrimoniaux concernant l'entretien et la gestion de leur bien. Ils inspectent les édifices patrimoniaux et prodiguent des conseils quant à leur entretien.

6.2. Gestion de l'énergie

Le souci de l'énergie s'exprime par la mise en œuvre structurelle et économiquement saine de mesures organisationnelles, techniques et comportementales visant à réduire au minimum l'utilisation de l'énergie. Outre les aspects organisationnels, un système de gestion de l'énergie comprend également les aspects techniques de la collecte de données sur la consommation d'énergie du bâtiment (système de comptabilité énergétique). Ces aspects techniques peuvent être inclus dans le plan des exigences.

Système de gestion de l'énergie

La norme NBN EN ISO 50001 *Systèmes de management de l'énergie - Exigences avec directives d'utilisation* spécifie les exigences pour la conception, la mise en œuvre, la maintenance et l'amélioration d'un système de gestion de l'énergie. Un tel système aide l'organisation à adopter une approche systématique de l'amélioration continue de la performance énergétique, y compris l'efficacité énergétique. Cette norme précise les exigences applicables à la consommation et à l'utilisation d'énergie, y compris les mesures, la documentation et les rapports, la conception et les procédures d'approvisionnement pour l'équipement, les systèmes, les procédés et les employés qui contribuent à la performance énergétique. Cette norme s'applique à toutes les variables qui affectent la performance énergétique et qui peuvent être contrôlées et influencées par l'organisation. Cette norme ne fixe pas en soi d'exigences spécifiques pour les critères de performance en matière d'énergie.

Sous-comptage

Dans le cas des compteurs divisionnaires, il est judicieux de répartir la consommation d'énergie pour le chauffage, l'humidification, le refroidissement, les ventilateurs importants, l'éclairage et les prises de courant. Il peut être utile pour l'opération d'avoir des compteurs divisionnaires séparés pour les espaces multifonctionnels et cérémoniels pour les activités publiques, les espaces publics (non indiqués sur les plans) et les éventuelles cuisines. Il est important d'intégrer cette surveillance dans le système de gestion du bâtiment et dans le système de gestion de l'énergie.

7. Documentation

La documentation du patrimoine est une activité permanente. Tous les projets de conservation doivent être documentés. Cette documentation comprend plus que des informations sur l'intervention réalisée. La documentation des plans, des décisions, des mesures et des actions est essentielle. Un cadre ou une structure systématique pour les données est établi, dans lequel toutes les informations concernant le processus sont consignées.
Les conditions d'inventaire de ces éléments documentaires doivent être conformes à la norme EN 16095 et/ou EN 16096.
La responsabilité de la documentation, de sa forme et de son contenu ainsi que de la communication interne entre les parties doit être établie dès le début du processus.

L'étendue de la documentation du projet de conservation sera déterminée par le contexte du projet. Au cours d'un projet, différents types de documents apparaissent :

- juridiques, par exemple en ce qui concerne la propriété et la provenance;
- financiers et administratifs, par exemple les budgets, les assurances;
- contractuels, p. ex., les documents d'appel d'offres, les documents d'achèvement;
- historiques, p. ex., les documents d'archives antérieurs;
- techniques, par exemple des informations sur l'objet et l'état, les résultats de l'investigation et du diagnostic, les actions et les traitements, les comptes rendus des réunions, les recommandations pour la gestion future, une analyse plus approfondie, etc.

La documentation comprend les étapes et les éléments critiques d'un plan de travail et les arguments pour la prise de décisions.
Les documents documentaires doivent être suffisamment détaillés et clairs pour l'usage auquel ils sont destinés et être conservés pour consultation ultérieure. La documentation sur le patrimoine comprend des informations graphiques pertinentes.

Le propriétaire devrait être fortement encouragé à consigner et à conserver ces renseignements, car ils l'aideront à mieux comprendre le bâtiment à l'avenir.

Lorsqu'une prime à la restauration a été demandée[47], le demandeur doit remettre un rapport de restauration à l'Agentschap Onroerend Erfgoed. Le rapport comprend les parties suivantes :

- Rapports de chantier
- Rapport sur la finalisation des travaux
- Rapports d'enquêtes, d'analyses, de contrôles, ...
- Un reportage photographique
- Coordonnées des concepteurs, architectes, entrepreneurs, ...
- Lignes directrices pour l'entretien
- Certificats "as built"
- Explication des travaux qui ne font pas partie du dossier de prime
- Fiches produits

7.1. Performance énergétique

La documentation comprend toutes les informations pertinentes pour le client, les utilisateurs et les autorités publiques. De telles informations sont nécessaires non seulement pour la génération actuelle de propriétaires et d'utilisateurs, mais aussi pour les parties prenantes ultérieures. En plus de la documentation normale dans les projets de construction, une documentation spéciale peut être exigée pour les bâtiments historiques. Des documents supplémentaires pourraient inclure :

- une documentation détaillée des interventions effectuées sur l'enveloppe, des dessins, des photographies (avec localisation précise) et des descriptions faites lors de la phase de réalisation;
- une documentation détaillée de toutes les structures non documentées découvertes au cours de la phase de mise en œuvre et qui doivent être récupérées par la suite;
- une vue d'ensemble détaillée de l'entretien de l'enveloppe du bâtiment en ce qui concerne l'utilisation de matériaux spéciaux.

7.2. Communication externe

Les projets de conservation peuvent intéresser un public plus large. Les professionnels de la conservation et les commissaires doivent s'entendre sur l'étendue de toute communication publique. La communication pendant et après l'intervention est une occasion importante de sensibilisation publique aux objectifs et à l'éthique de la conservation durable. Lorsque les circonstances le permettent, il convient d'envisager la publication et la diffusion des projets. En outre, certaines questions soulevées par les interventions peuvent conduire à la mise en place d'un programme de recherche. Les exigences en matière de confidentialité ou de droits d'auteur (par exemple, l'utilisation d'informations personnelles ou d'images) devront être prises en considération.

Annexe: normes et lignes directrices

La structure et le contenu du présent document sont basés sur quatre normes et lignes directrices :

- EN 16853: *Conservation of cultural heritage - Conservation process - Decision making, planning and implementation (2017)*;
- EN 16883 *Guidelines for improving the energy performance of historic buildings (2017)*;
- VDI 3817 *Building services in listed and historical buildings (2010)*;
- CIBSE *Guide to building services for historic buildings, Sustainable services for traditional buildings (2002).*

Notes de bas de page:

[1] ICOMOS, *Charte internationale sur la conservation et la restauration des monuments et des sites (Charte de Venise 1964)*, Venise, 1964, p.1.
[2] AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED,*'Eerst onderzoeken, dan herbestemmen. Een herbestemmingsonderzoek, hoe doe je dat?'*, 2014.
[3]ROBIJNS, K., *Herbestemming en hergebruik van erfgoed: hoe de juiste beslissingen nemen?*, 2017, p.3.
[4] *Ibidem*, p.3.
[5] ENGLISH HERITAGE, *Conservation principles, policies and guidance.* London, 2008, p.22.
[6] *Ibidem*, p.23.
[7] Pour plus d'information, voir chapitre 8, article 4 du décret relatif au patrimoine culturel immobilier (12/05/2013) et l'arrêté relatif au patrimoine immobilier (16/05/2014)
[8] *Ibidem*, p.23.
[9] Orientations accompagnant le règlement délégué (UE) n° 244/2012 de la Commission du 16 janvier 2012 complétant la directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil sur la performance énergétique des bâtiments en établissant un cadre méthodologique comparatif de calcul des niveaux optimaux en fonction des coûts des exigences minimales en matière de performance énergétique des bâtiments et éléments de bâtiment (2012/C 115/01).

[10] AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED, *Financiële ondersteuning bij aankoop en beheer van onroerend erfgoed*, 2018.
[11] Pour obtenir une prime aux mesures d'économie d'énergie, l'Agentschap voor Onroerend Erfgoed exige un audit énergétique. Une prime d'étude (*onderzoekspremie*) peut être demandée pour l'élaboration de l'audit énergétique.
[12] http://erfgoed.brussels/doen/financiele-tegemoedkomingen, consulté le 26/04/2018.
[13] https://agencewallonnedupatrimoine.be/subsides/, consulté le 30/04/2018.
[14] https://www.belgium.be/fr/logement/construire_et_renover/primes, consulté le 02/05/2018.
[15]
La loi du 17 juin 2016 relative aux marchés publics; la loi du 17 juin 2016 relative aux contrats de concession; la loi du 13 juin 2013 relative à la motivation, à l'information et aux voies de recours en matière de marchés publics et de certains marchés de travaux, de fournitures et de services; l'arrêté royal du 18 avril 2017 relatif à la passation des marchés publics dans les secteurs classiques; l'arrêté royal du 14 janvier 2013 établissant les règles générales d'exécution des marchés publics.
Cette législation est nationale et donc applicable sur l'ensemble de la Belgique.
[16]3ENCULT, EURAC RESEARCH, PASSIVE HOUSE INSTITUATION, *Energy efficiency solutions for historic buildings.* 2015.
[17] Voir *Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening, artikel 4.2.1 en 4.2.15.*
[18] Liste de ces travaux : *Onroerenderfgoedbesluit van 16 mei 2014 artikel 6.3.2 tot en met 6.3.11.*
[19]
http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/patrimoine/views/Documents/legislation/CoPat_201704.pdf, consulté le xxx.

[20] https://inventaris.onroerenderfgoed.be, consulté le 26/04/2018.
[21] http://www.irismonument.be, consulté le 26/04/2018.
[22] http://spw.wallonie.be/dgo4/site_thema/index.php), consulté le 26/04/2018.
[23] https://geo.onroerenderfgoed.be, consulté le 26/04/2018.
[24] https://mybrugis.irisnet.be/brugis/#/, consulté le26/04/2018.
[25]http://geoportail.wallonie.be/walonmap#BBOX=12103.66120565572,309231.3387943443,7133.872068410768,176732.1279315892, consulté le 26/04/2018.
[26] www.ruimtelijkeordening.be, consulté le 26/04/2018.
[27]http://www.wallonie.be/fr/reglementations/code-de-developpement-territorial-codt, consulté le 07/05/2018.
[28]AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED, *Gebouwde Histories. Handleiding voor bouwhistorisch onderzoek*, publié par l'Agence flamande du patrimoine, institution scientifique du Gouvernement flamand, Domaine politique Aménagement du territoire, politique du logement et patrimoine immobilier.
[29] *Onroerend Erfgoeddecreet, Hoofdstuk 2. Definities, 27 erfgoedwaarde.*
[30] ENGLISH HERITAGE, *Conservation principles, Policies and Guidance*, p. 28.
[31] *Onroerend Erfgoeddecreet: artikel 4.1.5.*
[32] Plusieurs instituts scientifiques peuvent être consultés pour des recherches spécifiques (technico-matérielles) : KIK, WTCB/CSTC, Universités, etc.

[34] VDI.
[35] CIE 157:2004 *Control of damage to museum objects by optical radiation.*
[36] CIE 094-1993 *Guide for floodlighting* .

[37] CIE 150:2003 *Guide on the limitation of the effects of ostrusive light from outdoor lighting installations.*

[38] SD225 *BREEAM International RFO 2015 Technical manual v1.4.*
[39] https://www.ovam.be/materiaalprestatie-gebouwen-0, consulté le xxxx .
[40] VDI (Verein Deutscher Ingenieure - association des ingénieurs allemands).
[41] TETREAULT (Jean), « Fire risk assessment for collections in museums », in J.ACCR, vol. 33, 2008, pp. 3-21
[42]https://www.onroerenderfgoed.be/nl/beheer/afwegingskaders-voor-beheer-van-onroerend-erfgoed/, consulté le 30/04/2018.
[43]http://www.monumentenwacht.be/publicaties/alle-publicaties/onderhoudsbrochures, consulté le 30/04/2018.
[44]http://www.curbain.be/nl/stadswinkel/publicaties/publicaties-te-downloaden, consulté le 30/04/2018.
[45]https://agencewallonnedupatrimoine.be/publications-documentations/, consulté le 30/04/2018.
[46]http://erfgoed.brussels/ontdekken/publicaties/praktische-boekjes, consulté le 30/04/2018.
[47]Seulement applicable en Flandre.