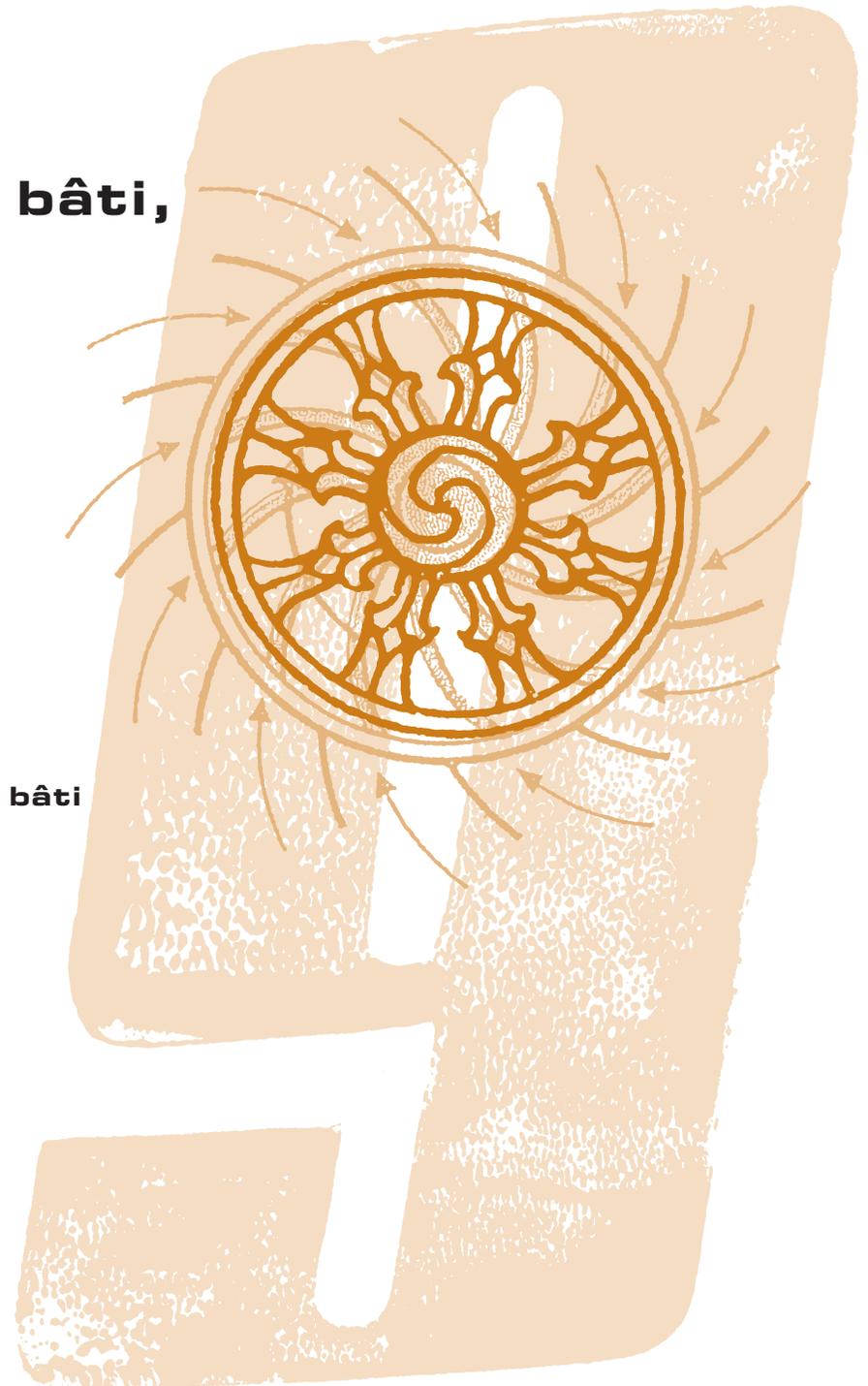


Conservation du patrimoine bâti, assainissement énergétique

L'énergie dans l'enseignement professionnel
Modules pour les professions de la construction: Module 9

- 1 Introduction: de quoi s'agit-il?**
- 2 Objectifs de la formation**
- 3 Eléments proposés pour le plan des leçons**
- 4 Connaissances de base**
 - **Cycles de vie d'un immeuble**
 - **Importance de la conservation du patrimoine bâti**
 - **Méthodes pour l'exploitation des bâtiments**
 - **Procédé de conservation de bâtiments**
- 5 Exercices et solutions proposées**
- 6 Bibliographie**
- 7 Sources**
- 8 Modèles**

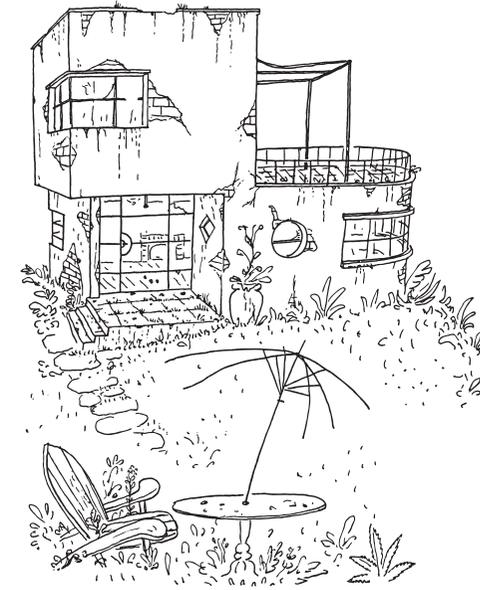




1 Introduction: de quoi s'agit-il ?

Un bâtiment traverse plusieurs cycles de vie en partant de sa planification/construction jusqu'à sa démolition respectivement son démontage:

- planification
- construction
- mise en service
- utilisation
- contrôle, nettoyage, entretien (maintien en bon état)
- remise en bon état (assainissement)
- remise à neuf (rénovation)
- changement d'affectation, transformation
- démolition, démontage

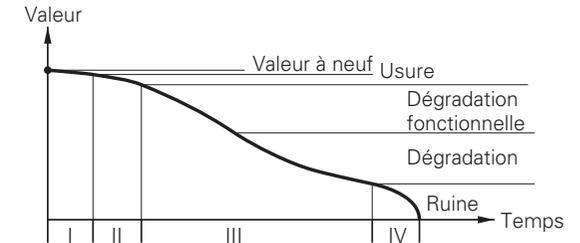


Source: Kontext 70 «Zahn der Zeit»
Architekturabteilung ETH Zürich



Le cycle de vie «maintien en bon état» comprend toute la durée d'utilisation d'un bâtiment, de la mise en service jusqu'à sa démolition. Un maintien en bon état adéquat a de l'importance à différents points de vue:

- du point de vue de l'économie publique: pour garantir la conservation, extrêmement précieuse, des bâtiments, l'entretien de la substance bâtie doit être planifié en temps utile. Cela permet une réalisation optimale, au moment voulu et aux meilleures conditions économiques.
- importance culturelle: les constructions caractéristiques d'une époque doivent être conservées mais adaptées toutefois aux standards actuels.
- critères écologiques: la nuisance environnementale causée par la construction, par le maintien en bon état et l'utilisation des bâtiments doit rester la plus petite possible. Cela est faisable, par exemple, avec un assainissement énergétique et thermique du bâtiment entraînant une diminution du besoin énergétique.



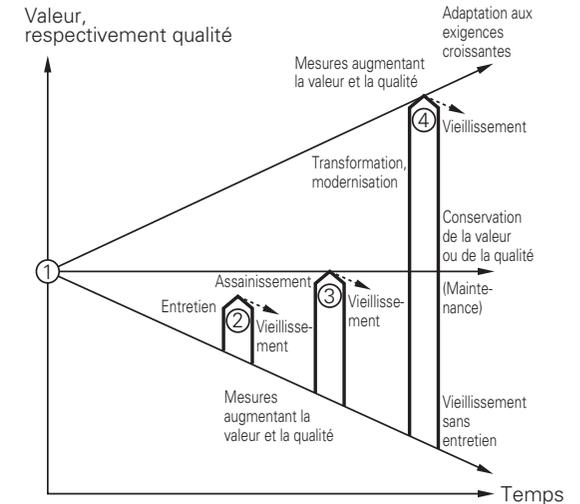
- I Valeur à neuf
- II Vieillessement (influencé par des erreurs d'emplois de matériaux, de mise en œuvre, de planification)
- III Usure, couches de protection endommagées (peintures, crépis, habillages, toiture, raccords, joints etc.)
- IV Délabrement rapide, en particulier lorsque l'enveloppe du bâtiment n'est plus étanche

Source: IP BAU 1992 724.480 D
Entwertung eines Gebäudes ohne Unterhalt



Les bâtiments peuvent s'administrer de diverses façons:

- sans méthodologie spéciale: les mesures ne sont prises que lorsque les défauts et les dommages se manifestent. Le danger est que les bâtiments se délabrent.
- stratégie concrète d'entretien: l'ensemble des bâtiments et des composants du bâtiment sont remis en bon état avant que d'importants dommages se manifestent.
- stratégie d'assainissement: des gestionnaires d'immeubles professionnels utilisent des stratégies d'assainissement (management de l'objet, Facility management) pour des immeubles d'une certaine grandeur resp. pour un parc immobilier important.



- ① Qualité originelle, resp. valeur à neuf d'un bâtiment
- ② Par l'entretien le processus de vieillissement est arrêté et ralenti; la valeur à neuf n'est toutefois plus atteinte
- ③ La remise en état amène un bâtiment ou un composant de bâtiment ancien à sa valeur à neuf; lors d'objets protégés, on parle de restauration
- ④ Les exigences croissantes demandent souvent une amélioration de la qualité de construction, cela amène l'objet au delà de sa valeur initiale; on parle de transformation ou rénovation

Source: PI-BAT 1991 724.426 f
Rénovation de bâtiment - que faire ?



2 Objectifs de la formation



Les apprentis expliquent les différentes notions concernant les cycles de vie d'un bâtiment.

- planification et construction par des architectes et des professionnels du bâtiment
- mise en service, utilisation: soin et entretien selon les indications des planificateurs
- surveillance, contrôle: l'état actuel est constamment contrôlé et d'éventuelles mesures sont mises en place en cas d'état insatisfaisant.
- maintien en bon état: mesures de nettoyage et d'entretien afin de conserver la qualité des bâtiments le plus longtemps possible.
- remise en état, assainissement: supprimer les défauts afin de préserver la capacité de fonctionnement.
- remise à neuf, rénovation: adapter des parties du bâtiment aux nouvelles exigences, généralement plus élevées.
- changement d'affectation, transformation: tenir compte des besoins d'utilisations modifiés ou créer un espace supplémentaire par construction d'une annexe ou reconstruction (densification).
- démontage: à la place de démolir des bâtiments comme jadis, ils devraient être démonté de manière contrôlée, afin que les différents matériaux de construction puissent être recyclés de la meilleure façon possible ou éliminés.
- recyclage: le matériau de construction sera préparé et repasse comme «matière première» dans le circuit de fabrication du matériau de construction.
- élimination: les matériaux de construction seront brûlés ou mis à la décharge en respectant l'environnement.

les apprentis montrent l'importance, au niveau de l'économie publique, de la conservation du patrimoine bâti.

- «La Suisse est bâtie»; les nombreux immeubles représentent une grande valeur, qui doit être conservée par les mesures correspondantes (maintien en bon état, transformation...).
- la conservation du patrimoine bâti est aussi une affaire culturelle ; les bâtiments de valeur architectonique documentent la culture architecturale de l'époque.

les apprentis expliquent l'importance de l'assainissement énergétique dans le cadre de la conservation des édifices

- le besoin énergétique pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire peut être grandement réduit par des mesures de technique thermique:
 - amélioration de la protection thermique dans des éléments de la construction (valeurs U)
 - réduction des pertes de chaleur dues à l'aération (par ex. aération avec récupération de chaleur)
 - chauffage le plus écologique possible (agent énergétique)
 - appareils avec le degré de rendement le plus élevé
 - collecteurs solaires pour la production de l'eau chaude sanitaire
- Avec les mesures énergétiques significatives, indiquées ci-dessus, les dépenses d'exploitation (frais accessoires de chauffage) peuvent être notamment réduites
- Une plus petite consommation d'énergie (par ex. mazout, gaz, électricité) se répercute positivement sur l'impact environnemental (par ex. effet de serre par émission de CO₂).

3 Éléments proposés pour le plan des leçons

Les apprentis trouvent dans un immeuble d'un certain âge la capacité d'isolation thermique des principaux éléments de construction et la compare avec les exigences actuelles. Ils déterminent le besoin en énergie pour le chauffage et l'eau chaude (valeur moyenne de plusieurs périodes de chauffage) et calculent l'indice énergétique. Ensuite, différentes possibilités sont offertes :

Les apprentis démontrent l'utilité d'un assainissement thermique des différentes parties du bâtiment:

- capacité d'isolation thermique avant/après l'assainissement
- économie d'énergie /écologie
- confort

Les apprentis ont des entretiens avec les gérances d'immeubles:

- s'informent sur les stratégies de conservation du patrimoine bâti
- montrent les connaissances acquises

Excursion avec un architecte municipal, des représentants de la protection du patrimoine ou autres:

- limites et possibilités lors de la maintenance des bâtiments architecturalement précieux.
- contraintes spéciales pour des édifices dont la conservation est importante

Exemple:
Analysez un vieux immeuble selon son type de construction, les installations techniques et la consommation d'énergie



Renseignements sur le bâtiment:

Objet: _____
 Année de construction: _____
 Utilisation: _____
 Rue: _____
 NPA/Lieu: _____

Surface de référence énergétique SRE (surface brute): _____ m²

Photo du bâtiment 

Parties du bâtiment/capacité d'isolation thermique:

Système constructif des parties principales et estimation ou calcul de la valeur d'isolation thermique	U état existant [W/m ² K]	U exigence [W/m ² K]
Mur extérieur:		
Toit:		
Fenêtres:		
Autres:		

Installations techniques /consommation d'énergie:

Chauffage/agent énergétique: _____
 Eau chaude sanitaire/agent énergétique: _____

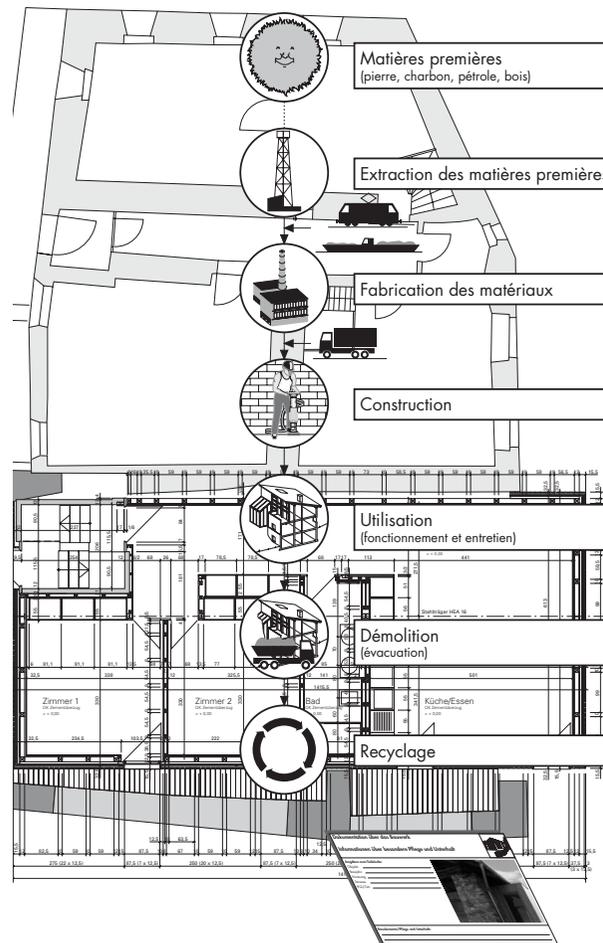
Consommation d'énergie pour le chauffage: _____ MJ/a
 Consommation d'énergie pour l'eau chaude: _____ MJ/a
 Consommation d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude: _____ MJ/a
 Consommation d'énergie par m² de surface de référence SRE: _____ MJ/m²a



4 Connaissances de base

4.1 Cycles de vie d'un immeuble

Un bâtiment traverse différents cycles de vie de la planification/construction jusqu'à la démolition/démontage. Pour ces cycles et interventions pendant le temps d'utilisation, on utilise différentes désignations, on peut tranquillement parler d'une jungle de désignations. Nous allons résumer les désignations utiles ci-dessous.



Planification et construction

Il existe différentes méthodes pour la planification et la réalisation d'un édifice, comme par exemple celle développée par la SIA (Société suisse des ingénieurs et architectes) et la SSE, (Société suisse des entrepreneurs), «construire selon le modèle Smart», dont l'origine fut une définition commune des objectifs entre l'architecte et maître de l'ouvrage.

Mise en service, utilisation

L'édifice construit sera remis au propriétaire pour utilisation. Durant cette phase déjà, on peut préparer le terrain pour une maintenance professionnelle. L'architecte doit, au moyen d'une documentation sur l'édifice, être informé des soins particuliers et de l'entretien de l'immeuble. Cela fait partie des tâches de l'entrepreneur de tenir à disposition ces informations du planificateur, resp. du maître de l'ouvrage.

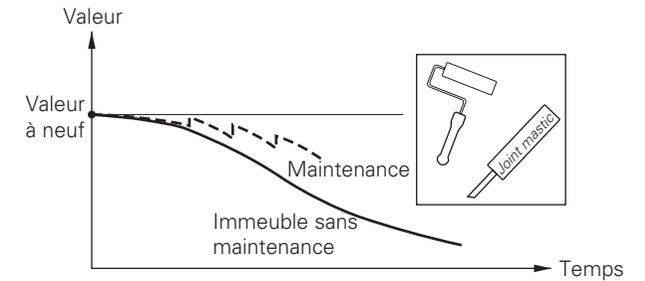
Surveillance, contrôle

Le contrôle permanent de l'état réel du bâtiment détermine les décisions pour tous les éventuels travaux d'entretien. Il est possible de conclure des contrats de contrôle et de maintenance avec des entreprises.

Nettoyage, entretien, conservation, maintien en bon état, maintenance

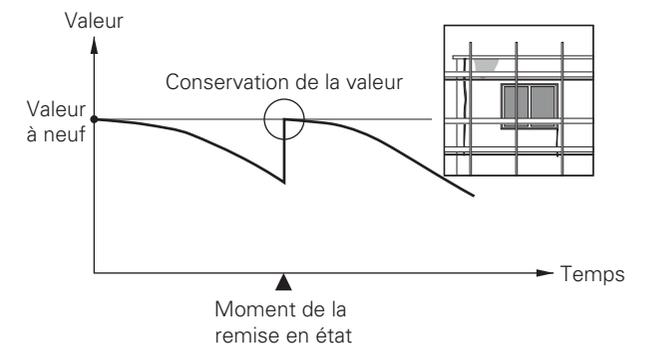
L'immeuble doit être bien maintenu le plus longtemps possible par des mesures régulières de nettoyage et d'entretien.

Un entretien adéquat est garant d'une plus longue conservation de l'immeuble ou des parties de la construction et pour une plus grande valeur d'exploitation à long terme.



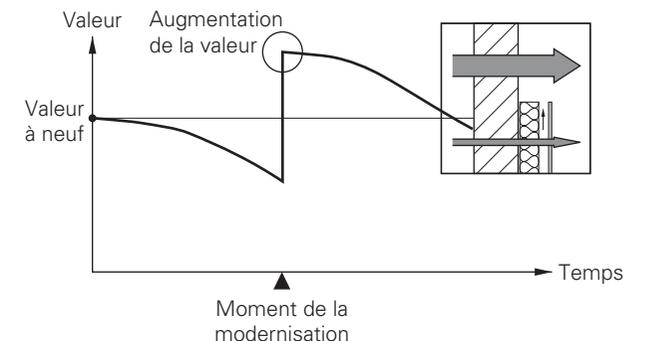
Remise en état, assainissement

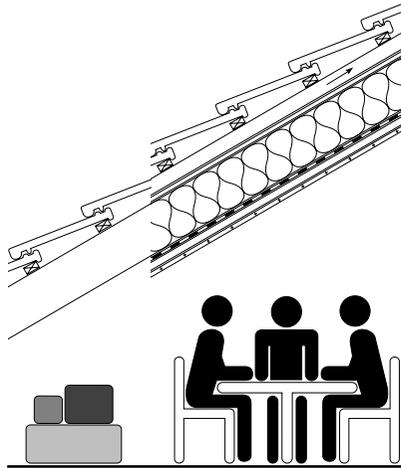
Par remise en état, on entend la réparation de dommages et la suppression de défauts. Par un assainissement, une partie de la construction peut être améliorée de telle manière qu'elle réponde au standard en vigueur à l'époque de la construction ou même éventuellement à des exigences plus élevées. Le mot assainissement de dommages de construction trompe. Il s'agit en premier lieu de supprimer les défauts qui ont conduits à des dommages indirects.



Remise à neuf, rénovation

Contrairement aux notions de remise en état et assainissement, il n'existe dans les remises à neuf et dans les rénovations pratiquement pas de différence entre l'état réel et l'état prévu, ou même avec un dommage qui devrait être réparé. Les mesures de remise à neuf et de rénovation servent beaucoup plus à adapter les bâtiments aux exigences modifiées. Par rapport à l'état réel, une plus value est créée, par ex. par de meilleures isolations thermiques et acoustiques.





Changement d'affectation, transformation

Un immeuble entier ou certaines parties d'un bâtiment peuvent être concernés par un changement d'affectation :

- une construction industrielle existante doit à l'avenir être transformée en immeuble d'habitation ou en bureaux
- le grenier ou la cave existants doivent être transformés en habitation à l'avenir.

De telles transformations nécessitent une modification des exigences posées aux bâtiments, par ex. en ce qui concerne l'isolation thermique. L'immeuble sera adapté à l'exploitation modifiée par des transformations adéquates.

Démontage (démolition)

On ne parle aujourd'hui presque plus de démolition mais de démontage. Par cela on entend le démontage ordonné de constructions avec tri adapté au traitement des déchets de composants de construction et de matériaux sur le chantier. Déjà lors de la planification de la construction, on accordera une attention particulière à la question du traitement des déchets. Le choix du matériau de construction et du procédé de construction ont une influence importante sur les déchets produits lors de travaux d'entretien ou de démolition en ce qui concerne :

- la quantité
- la revalorisation et
- l'élimination

Élimination, recyclage

L'élimination est définie comme la totalité du processus qui est nécessaire pour un traitement correct des déchets (récolte, transport, stockage provisoire, traitement et dépôt à la décharge). Les déchets de construction comprennent tous les matériaux qui sont à éliminer sur un chantier, que ce soit pour des travaux de construction, transformation ou démolition. Beaucoup de matériaux ont un concept de recyclage qui permet de les réintroduire dans le cycle de production. Certains matériaux peuvent même être directement réutilisés.



Démontage d'un toit plat (Sarnafil SA)



Exemple de tri de déchets sur un chantier (Sarnafil SA)



4.2 Importance de la conservation du patrimoine bâti

Au point de vue de l'économie publique

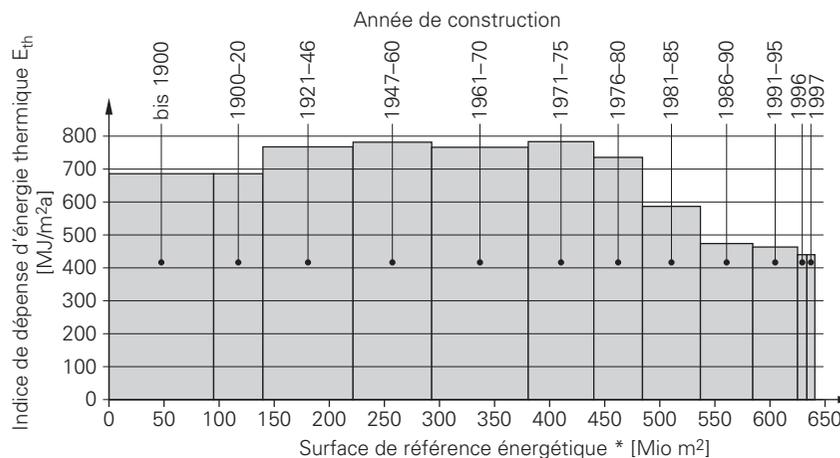
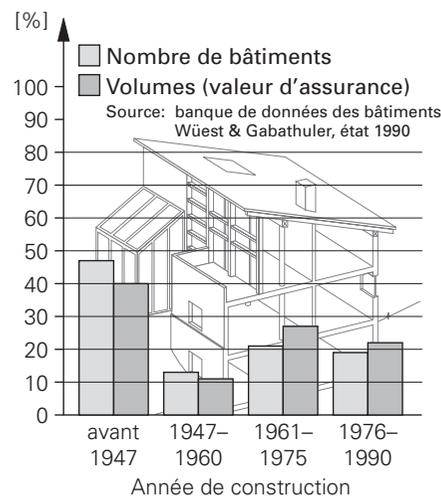
En Suisse, nous disposons d'un parc de bâtiments de 2,2 millions de maisons. Cela correspond à une valeur (d'assurance) de 1'200 milliards de francs. Un nombre croissant d'immeubles a besoin de remises à neuf.

Nous investissons en Suisse annuellement plus de 40 milliards de francs dans le bâtiment, la moitié est dépensé en rénovation et en nouvelles construction de remplacement. Cette part augmentera encore.

immeubles construits annuellement ne constituent qu'environ 1% des bâtiments et occasionnent en comparaison un petit besoin d'énergie. C'est pourquoi, il est très important que les immeubles existants soient améliorés du point de vue des techniques thermique et énergétique.

Contraintes énergétiques

En Suisse, le besoin nécessaire pour le chauffage et l'eau chaude provient principalement des bâtiments les plus anciens. Ils ont besoin de bien plus d'énergie que des constructions correspondant aux normes énergétiques actuelles. Les nouveaux



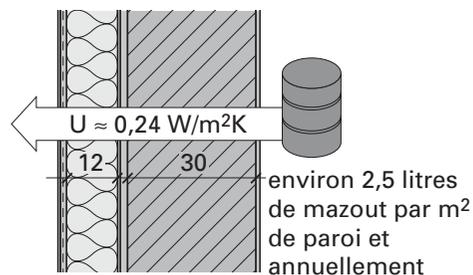
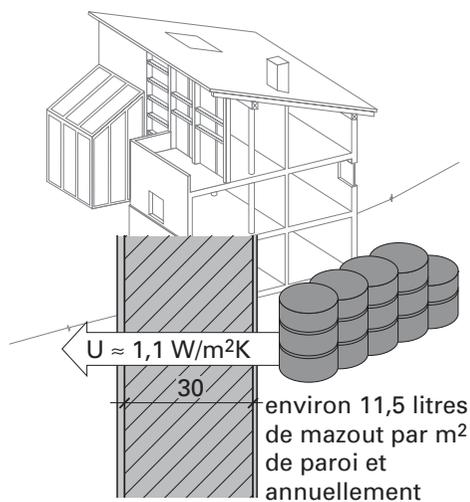
* Estimation basée sur le nombre de bâtiments selon les périodes de construction (Source: assurances immobilières, élaboré/calculé par Wüest&Partner)



Critères culturels

Lors de la rénovation de bâtiments, il ne s'agit pas seulement d'un processus technique de construction, mais aussi d'aspects culturels, architectoniques et urbains. Aujourd'hui, on a besoin d'autres logements, bureaux et ateliers qu'il y a cinquante ou quatre-vingts ans. Lors de transformation et de rénovation de nos villes et agglomérations, nous devons être soucieux d'utiliser le moins de terrain possible. La densification devrait entraîner en même temps une amélioration de l'espace des lotissements existants et le type de construction doit être adapté aux critères actuels de qualité.

formule l'importance attribuée à l'écologie dans le projet et quels aspects de l'écologie de la construction lui sont essentiels/prioritaires. Selon la position et la marge de manœuvre du maître d'ouvrage, l'évaluation des aspects écologiques sera différente. Lors de mesures thermiques, l'environnement sera pollué par de nouveaux matériaux de construction comme par ex. des couches isolantes; en général, cette pollution est toutefois «amortie» en quelques années par la réduction de l'énergie d'exploitation.



Gestion écologique des rénovation d'immeubles

Ecologiquement, lors de la rénovation d'immeubles, il faut juger d'un côté l'impact sur l'environnement de la construction existante, par exemple l'énergie d'exploitation nécessaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, les appareils par ex.. Selon les circonstances, les matériaux existants provoquent des émissions qui ont un impact négatif sur l'air ambiant, les habitants et l'environnement, comme par ex, dans le cas de formaldéhyde, d'amiante entre autres. D'un autre côté, il faut tenir compte de l'effet sur l'environnement causé par la rénovation: élimination des matériaux de constructions existants, utilisation de nouveaux matériaux et éléments de construction. La publication de PI BAT «rénovation écologiques de construction» approfondit ce thème de manière détaillée et place la «déclaration d'intention écologique» au début de chaque travail de construction: le maître d'ouvrage



4.3 Méthodes pour l'exploitation des bâtiments

Les méthodes d'exploitation des immeubles livrent quelques données de base importantes pour le développement d'une stratégie d'entretien et de rénovation. En plus, la connaissance de la période optimale pour la rénovation de certains éléments de construction ou d'immeubles entiers doit être connue.

En pratique, trois «méthodes» différentes sont reconnues:

Pas de méthode

Pour des petits immeubles (par ex. maison individuelle), une planification prévoyante de l'entretien et de la rénovation n'est pas nécessaire. On réagit en cas de besoin, par exemple, lors de défauts de construction ou de changements d'affectation. Pour les immeubles particuliers, c'est une solution tout à fait défendable, après une évaluation compétente, mais qui peut aussi mener au délabrement d'un immeuble.

Méthode d'évaluation pour des immeubles particuliers

L'évaluation de l'état doit être systématisée et l'élaboration d'un concept d'assainissement doit être simplifié grâce à des check-lists et des auxiliaires de travail. Différentes méthodes sont proposées sur le marché, tirées de l'activité conseil des planificateurs. Le PI BAT a livré différents travaux de base dans ce domaine et essaie de systématiser l'évaluation de l'état et les conséquences à tirer (livre d'entretien, méthode de diagnostic).

Stratégie d'assainissement de grands parcs de bâtiments

Ce n'est pas l'apparence d'un bâtiment particulier qui est en première ligne, mais une vue d'ensemble valable de la totalité du parc de bâtiments. La réalisation pratique du premier sondage et de l'actualisation périodique des données sont très importantes. L'emploi de l'informatique est indispensable pour le traitement de grandes quantités de données.

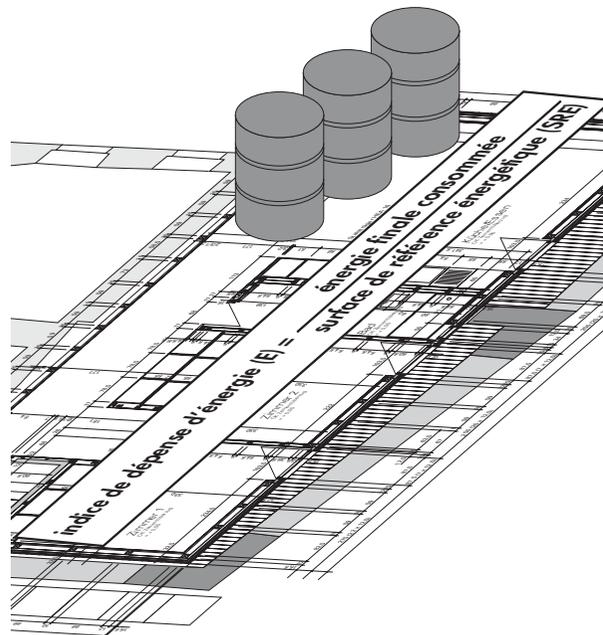


4.4 Procédé de conservation de bâtiments

Même sans méthode particulière d'exploitation d'immeubles, la documentation sur une construction livre, spécialement en ce qui concerne le soin et l'entretien, des connaissances importantes sur les contrôles à effectuer périodiquement, les nettoyages et les travaux d'entretien.

Lors de rénovation, changements d'affectations et transformations d'une certaine importance, les étapes suivantes sont nécessaires:

- diagnostic sommaire
- éventuellement diagnostic détaillé
- planification des mesures
- réalisation
- remaniement resp. adaptation de la documentation sur les soins et l'entretien du bâtiment.



Diagnostic sommaire

Le diagnostic sommaire permet, grâce à un procédé standardisé et une dépense limitée, une classification de l'état des immeubles et le calcul des frais pour la remise en état. Le PI BAT «Diagnostic sommaire, relevé de l'état et estimation des coûts de remise en état de bâtiments» approfondit en détails ce sujet.

Sous la notion de diagnostic sommaire ou analyse sommaire, on entend aussi **l'évaluation thermique** d'un immeuble, dans le cadre d'un assainissement thermique :

Saisie des données et relevé de l'état

- consommation annuelle d'énergie
- surface de référence énergétique
- puissance de chauffage installée
- état (construction et installations techniques)

indice énergétique

- calcul de l'état réel
- comparaison avec des valeurs moyennes relevées statistiquement pour un bâtiment existant comparable
- comparaison avec les valeurs voulues pour un immeuble avec assainissement énergétique
- évaluation du potentiel énergétique à économiser

vue d'ensemble des possibilités d'assainissement

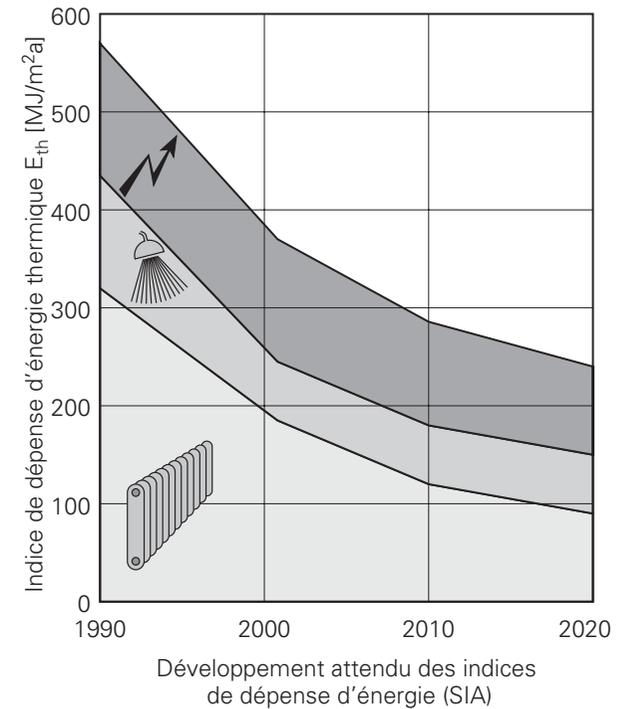
- enveloppe du bâtiment
- installations techniques

Dans le manuel «Planification et projet d'assainissement thermique» (Office fédéral des questions conjoncturelles), l'analyse sommaire est expliquée en détails.

La recommandation SIA montre, dans l'esprit d'un diagnostic sommaire pour les parties principales du bâtiment (valeur U) et pour les immeubles (indices de dépense d'énergie), comment le rendement énergétique des immeubles peut être amélioré à moyen et long terme.

Diagnostic détaillé

Au moyen du diagnostic détaillé, l'édifice (construction et installations techniques) est examiné de manière détaillée. Le PI BAT «diagnostic détaillé dans les bâtiments» traite ce sujet de manière approfondie.





5. Exercices et solutions proposées

Exercice 1: analyse d'un bâtiment

Analysez pour un vieil immeuble: le mode de construction, les installations techniques et la consommation d'énergie

Exemple:		
Renseignements sur le bâtiment:		Photo du bâtiment
Objet: _____		
Année de construction: _____		
Utilisation: _____		
Rue: _____		
NPA/Lieu: _____		
Surface de référence énergétique SRE (surface brute): _____ m ²		
Parties du bâtiments/capacité d'isolation thermique:		
Système constructif des parties principales et estimation ou calcul de la valeur d'isolation thermique	U état existant [W/m ² K]	U exigence [W/m ² K]
Mur extérieur: _____		
Toit: _____		
Fenêtres: _____		
Autres: _____		
Installations techniques /consommation d'énergie:		
Chauffage/agent énergétique: _____		
Eau chaude sanitaire/agent énergétique: _____		
Consommation d'énergie pour le chauffage: _____ MJ/a		
Consommation d'énergie pour l'eau chaude: _____ MJ/a		
Consommation d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude: _____ MJ/a		
Consommation d'énergie par m ² de surface de référence SRE: _____ MJ/m ² a		

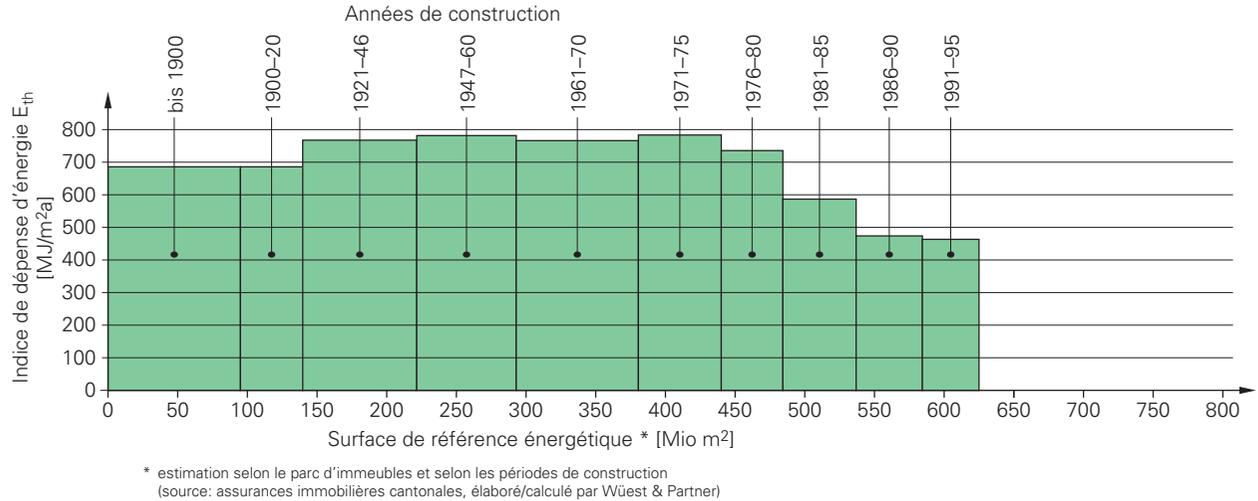


Exercice 2: énergie/indice de dépense d'énergie

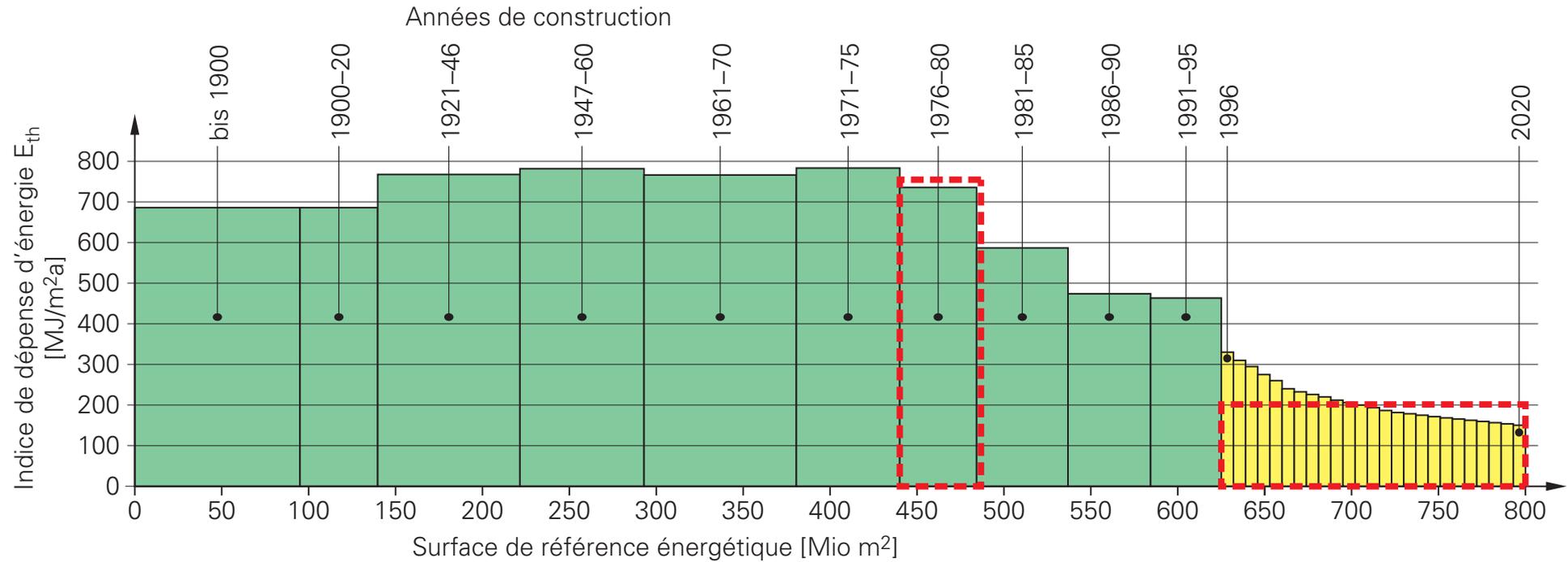
Les surfaces de références énergétiques et les indices de dépense d'énergie thermique E_{th} (chauffage et eau chaude) des bâtiments en Suisse sont représentées dans le graphique suivant. Complétez ce graphique jusqu'en 2020 et interprétez les résultats.

Conditions marginales:

- 35'000 unités d'habitation sont créées annuellement avec une surface de référence moyenne de 200m²
- la consommation en énergie se développe selon la recommandation de réduction de la SIA



Solutions exercice 2: énergie/indice de dépense d'énergie



Années de construction	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E_{th} (*)	330	312	294	276	258	240	233	227	220	213	207	200	193	187	180	177	174	171	168	165	162	159	156	153	150

(*) selon la recommandation de réduction de la SIA

La consommation annuelle d'énergie des bâtiments construits entre 1996 et 2020 pour une période de 25 ans correspond à la consommation d'énergie pendant 5 ans des bâtiments construits entre 1976 et 1980. Le besoin en énergie pour le chauffage et l'eau chaude peut être réduit effectivement par des améliorations thermiques et énergétiques dans des immeubles existants.



Cas d'étude: rénovation immeuble locatif

L'exemple suivant d'un immeuble locatif montre concrètement quelles mesures ont été prises, pour conserver le patrimoine bâti, resp. pour l'adapter aux nouvelles exigences d'utilisation.

Etat existant:

- Beaucoup d'appartement de 1^{1/2} et de 2^{1/2} pièces, difficiles à louer (besoin réduit)
- Disposition de l'appartement peu attractive, petite cuisine (sans armoire supérieure et sortie de vapeur), seulement une salle d'eau et un petit balcon
- Installations électriques insuffisantes, installations complémentaires non conformes aux règles, faites par les locataires
- Rendement thermique trop bas, (dans la cuisine et la salle de bain, seulement des conduites de flux et de reflux), entraîne des températures ambiantes inconfortables et basses pour les appartements sur le sous-sol et sous le grenier.
- Protection thermique insuffisante, entraîne des conditions d'habitation inconfortables (courants d'air, surfaces supérieures froides, formation de champignons de moisissure), et une haute consommation d'énergie ($E_{ch} = 750 \text{ MJ/m}^2 \text{ a}$)
- Diverses fissures et dommages au crépi, étanchéité insuffisante de la toiture, pas de sous-toit
- Grandes dépenses pour l'entretien de l'immeuble
- Réserve de l'assurance immobilière concernant la couverture des dommages élémentaires
- Locataires insatisfaits et structure de location insatisfaisante avec grande fluctuation correspondante



Immeuble locatif avec sous-sol, 4 étages et grenier sous toit à 2 pans, avec couverture de tuiles. Les balcons sont formés d'une dalle de béton armé en porte-à-faux; particulièrement lors d'une isolation périphérique complémentaire, ceux-ci représentent des graves points faibles (ponts thermiques).



Mesures pour conservation du patrimoine bâti

Avec les mesures suivantes, l'immeuble a été rénové pour pouvoir répondre au nouveau standard d'habitation ainsi qu'aux conditions actuelles d'isolation thermique et énergétique :

- Suppression des appartements de 1^{1/2} et de 2^{1/2} pièces, un nombre plus élevé d'appartements de 4^{1/2} et de 5^{1/2} pièces avec grand salon/salle à manger sont offerts
- Grandes cuisines avec installations modernes et en partie, deux salles d'eau par appartement.
- Nouvelles installations électriques avec préparation pour lignes numériques
- Nouveaux balcons avec système statique porteur séparé
 - Balcons spacieux (très appréciés des habitants)
 - Suppression des ponts thermiques des dalles en porte-à-faux des balcons
- Assainissement thermique de l'enveloppe du bâtiment
 - mur extérieur
($U_{\text{avant}} 1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - dalle contre le grenier
($U_{\text{avant}} 3,1 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - sol/plancher sur le sous-sol
($U_{\text{avant}} 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - Fenêtre ($U_{\text{avant}} 2,6 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ et étanche à l'air → élimination des courants et déperdition par aération)
- Nouvelle couverture du toit en pente avec sous-toiture
- Changement du chauffage (chauffage central, conduites chauffantes, échangeur de chaleur par

maison, radiateur avec vannes thermostatiques, en partie nouveaux radiateurs)

- Parking en halle avec 40 places et 80 places extérieures pour les 110 appartements du lotissement.

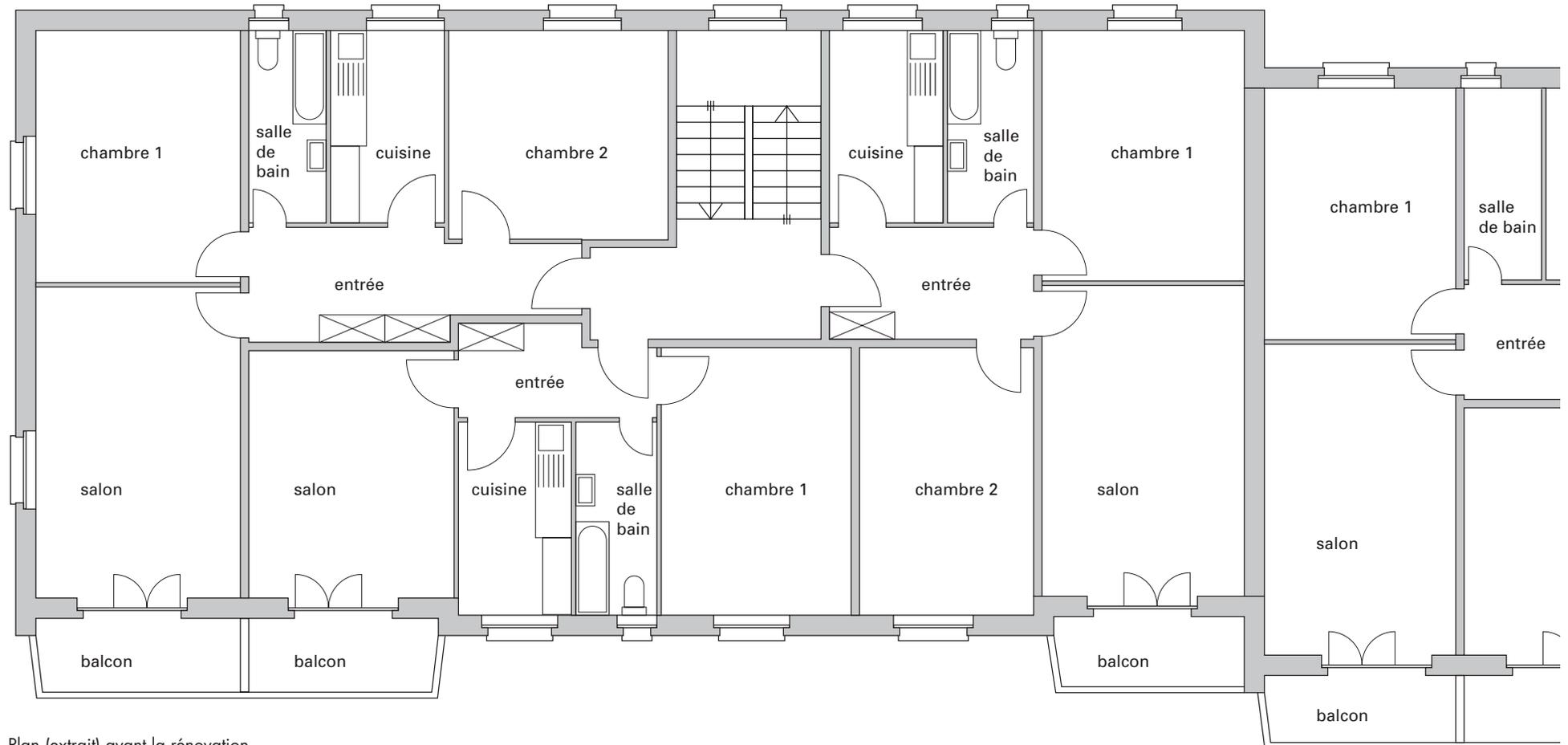


A part les nouveaux balcons, l'aspect extérieur des maisons rénovées n'a pas beaucoup changé. Les nouveaux balcons spacieux disposent d'une structure porteuse indépendante, grâce à laquelle ils n'ont plus d'interaction thermique avec les bâtiments existants. Cette transformation d'un élément du bâtiment a pu être résolu de façon optimale du point de vue thermique et énergétique.

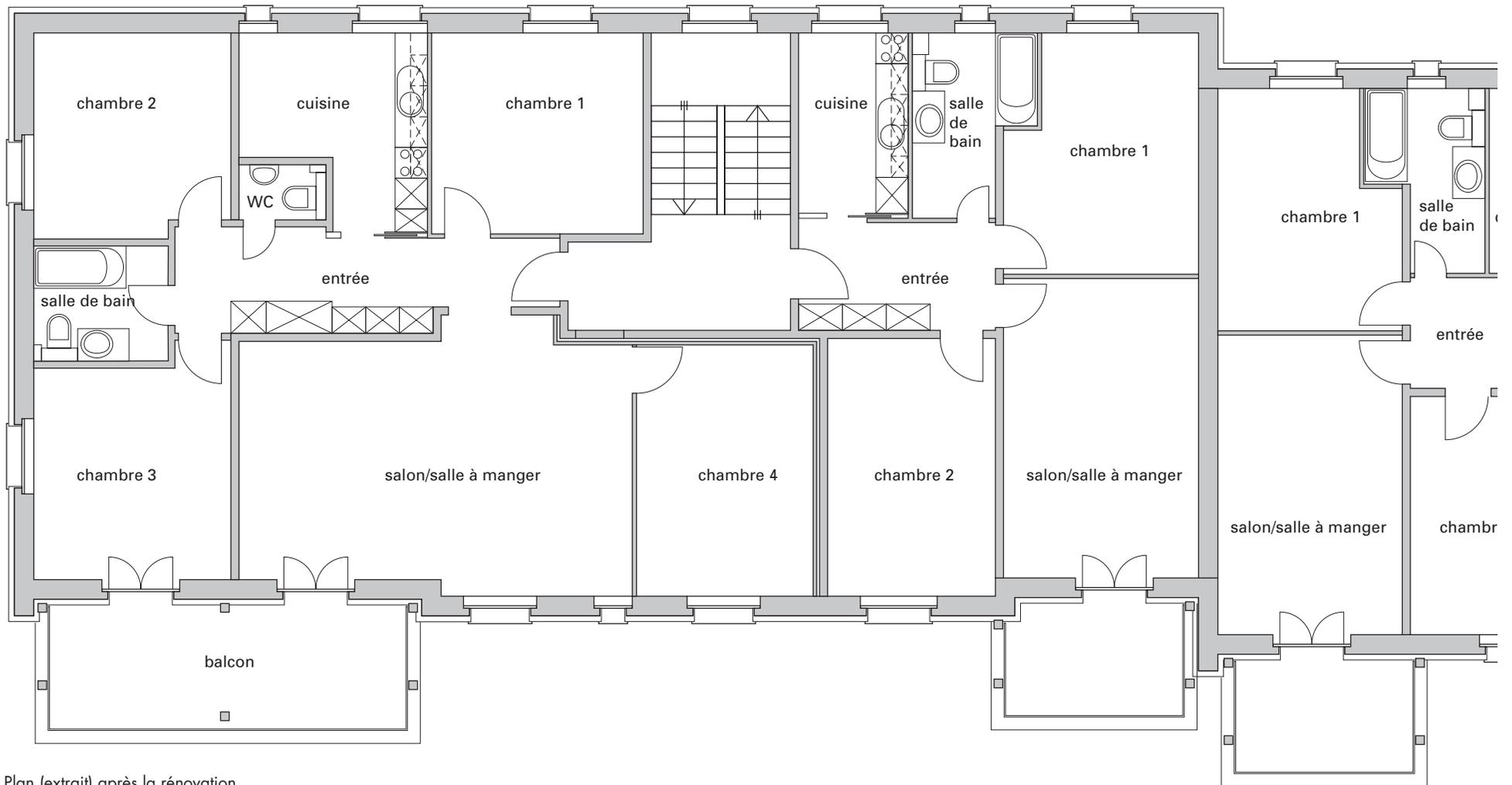
Avec l'isolation périphérique crépie, les nouvelles fenêtres et la nouvelle couverture du toit, l'enveloppe du bâtiment répond à nouveau, pour quelques années, aux exigences d'utilisation et aux critères techniques de construction.

Améliorations de la qualité d'habitation par restructuration des appartements

- assemblage d'appartements (changement de la grandeur des appartements)
- agrandissement du salon/salle à manger et cuisine, salles d'eau supplémentaires
- remplacement des balcons étroits existants par une construction séparée de balcons



Plan (extrait) avant la rénovation



Plan (extrait) après la rénovation



Effet des mesures thermiques: état existant et assainissement variante 1, 2 et 3

Variante/mesures	Etat existant	Assainissement variante 1	Assainissement variante 2	Assainissement variante 3 (variante exécutée)
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> - isolation thermique insuffisante - enveloppe de bâtiment plutôt non étanche à l'air resp. fenêtre 	<ul style="list-style-type: none"> - fenêtres - plancher vers le grenier - sol/plancher sur le sous-sol <p>Verbesserung des Wärmeschutzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - fenêtres - murs extérieurs - plancher vers le grenier - sol/plancher sur le sous-sol <p>Verbesserung des Wärmeschutzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - fenêtres - murs extérieurs - plancher vers le grenier - sol/plancher sur le sous-sol - balcons <p>Verbesserung des Wärmeschutzes</p>
Diagramme du flux énergétique				
Elément de construction valeur U [W/m²K]	<ul style="list-style-type: none"> - Murs extérieur nord, ouest, sud 1,18 - Mur extérieur ouest balcons 1,18 - Fenêtres nord, est, sud 2,60 - Fenêtres ouest 2,60 - Plancher grenier 3,13 - Plancher sur sous-sol 2,00 	<ul style="list-style-type: none"> 1,18 1,18 1,30 1,30 0,30 0,40 	<ul style="list-style-type: none"> 0,30 0,30 1,30 1,30 0,30 0,40 	<ul style="list-style-type: none"> 0,30 0,30 1,30 1,30 0,30 0,40
Transmission thermique Q_t [MJ/m²a]	637	300	152	146
Circulation d'air Q_{ai} [MJ/m²a]	105	105	105	105
Gains de chaleur utilisable Q_g [MJ/m²a]	96	88	83	83
Demande d'énergie de chauffage Q_{ch} [MJ/m²a]	646	317	174	168
Valeur limite CH_{li} [MJ/m²a]	306	306	306	306



6 Bibliographie

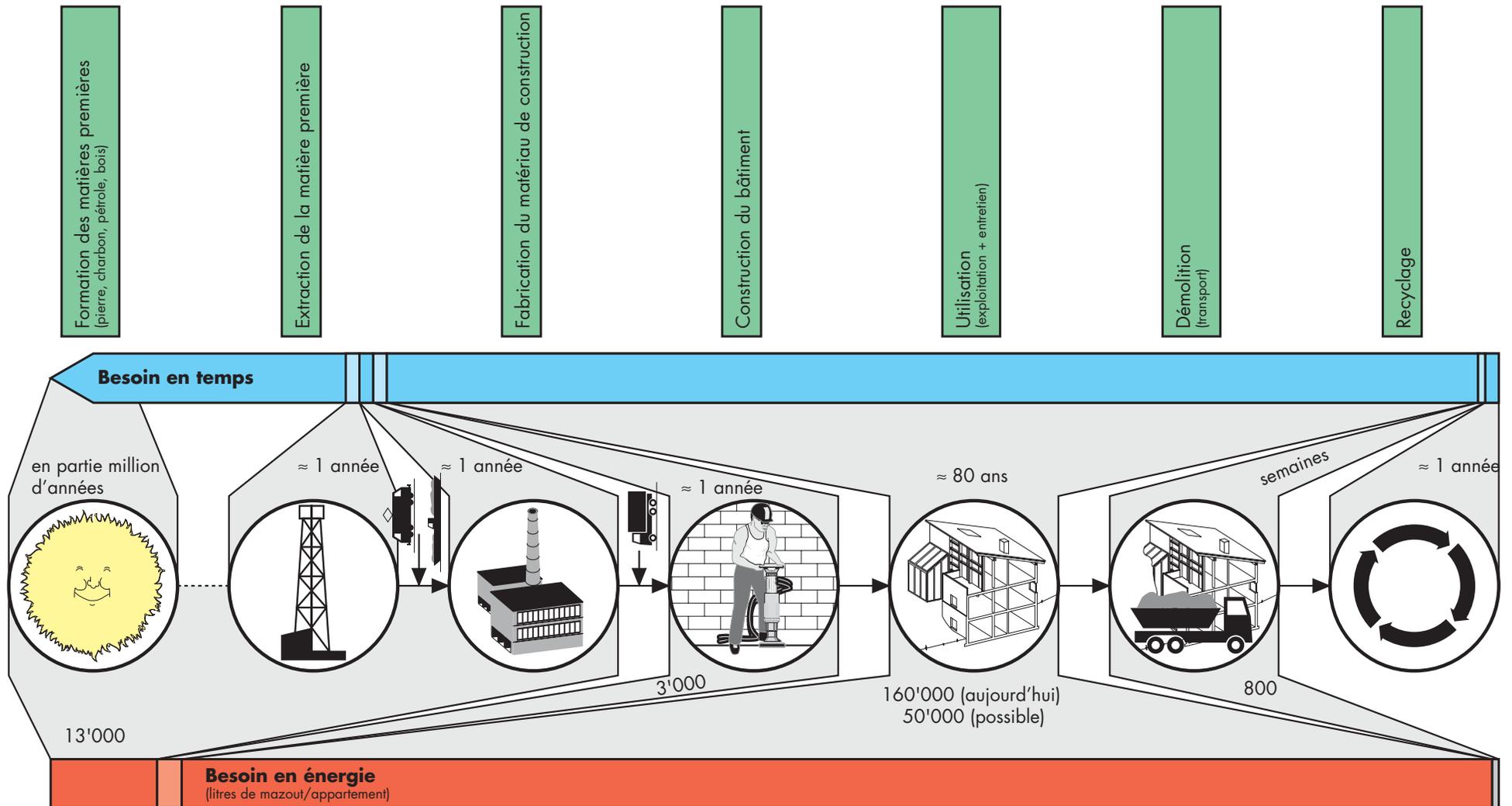
- La rénovation - que faire ? Une approche pour propriétaires, locataires et planificateurs, PI BAT, Office fédéral des questions conjoncturelles, 724.426 f (1991)
- Gestion des parcs immobiliers, PI BAT, 724.480 f (1992)
- Le guide de maintenance, avec le carnet d'entretien, PI BAT, 724.427 f, 724.427.1 f (1992)
- Diagnostic sommaire MERIP. Evaluation des dégradations et estimation du coût de remise en état des immeubles, PI BAT, 724.431 f (1993)
- Diagnostic détaillé dans le bâtiment, PI BAT, 724.432 f (1993)
- La rénovation, une chance. Architecture et rénovation - recueil d'exemples, PI BAT, 724.439 f (1991)
- Ökologische Bauerneuerung, Methodischer Weg zur Umsetzung ökologischer Anliegen, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.481 d (1995)
- Handbuch Planung und Projektierung wärmetechnischer Gebäudesanierungen, Bundesamt für Konjunkturfragen (1983)
- Kontext 70, Zahn der Zeit, Material zu Formen baulicher Veränderung, Ronner H., Prof. ETH, Zürich (1990)

7 Sources

Voir indications dans le texte.
Toutes les illustrations sans mentions particulières
sont de l'auteur, Marco Ragonesi.

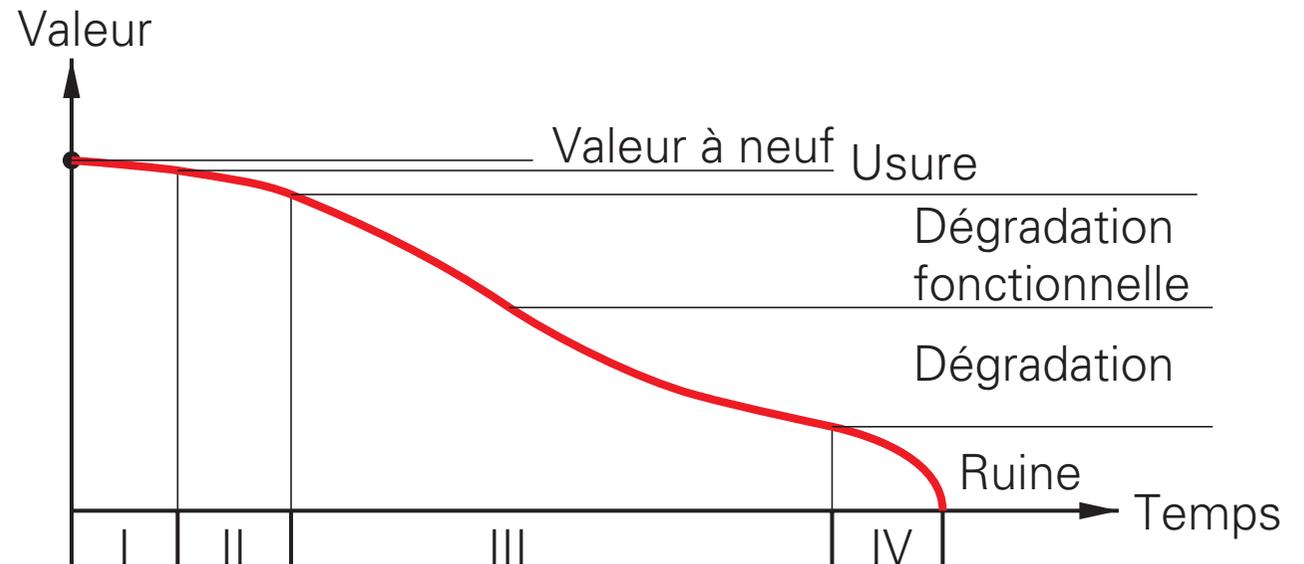
8 Modèles

«Cycles de vie des constructions»





Dépréciation d'un immeuble sans entretien



- I Valeur à neuf
- II Vieillissement (influencé par des erreurs d'emplois de matériaux, de mise en œuvre, de planification)
- III Usure, couches de protection endommagées (peintures, crépis, habillages, toiture, raccords, joints etc.)
- IV Délabrement rapide, en particulier lorsque l'enveloppe du bâtiment n'est plus étanche

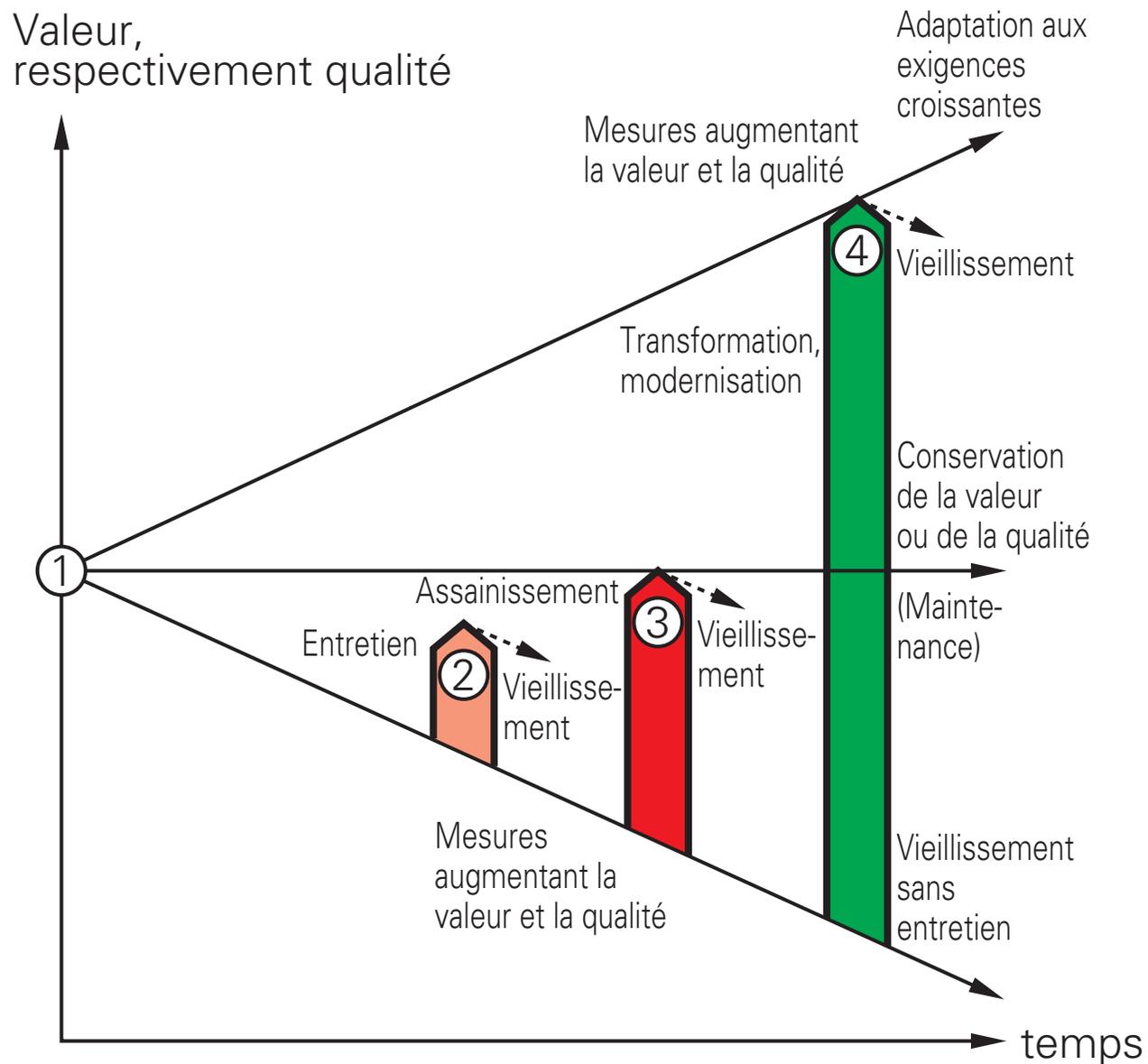
Source: IP BAU 1992 724.480 D

Entwertung eines Gebäudes ohne Unterhalt

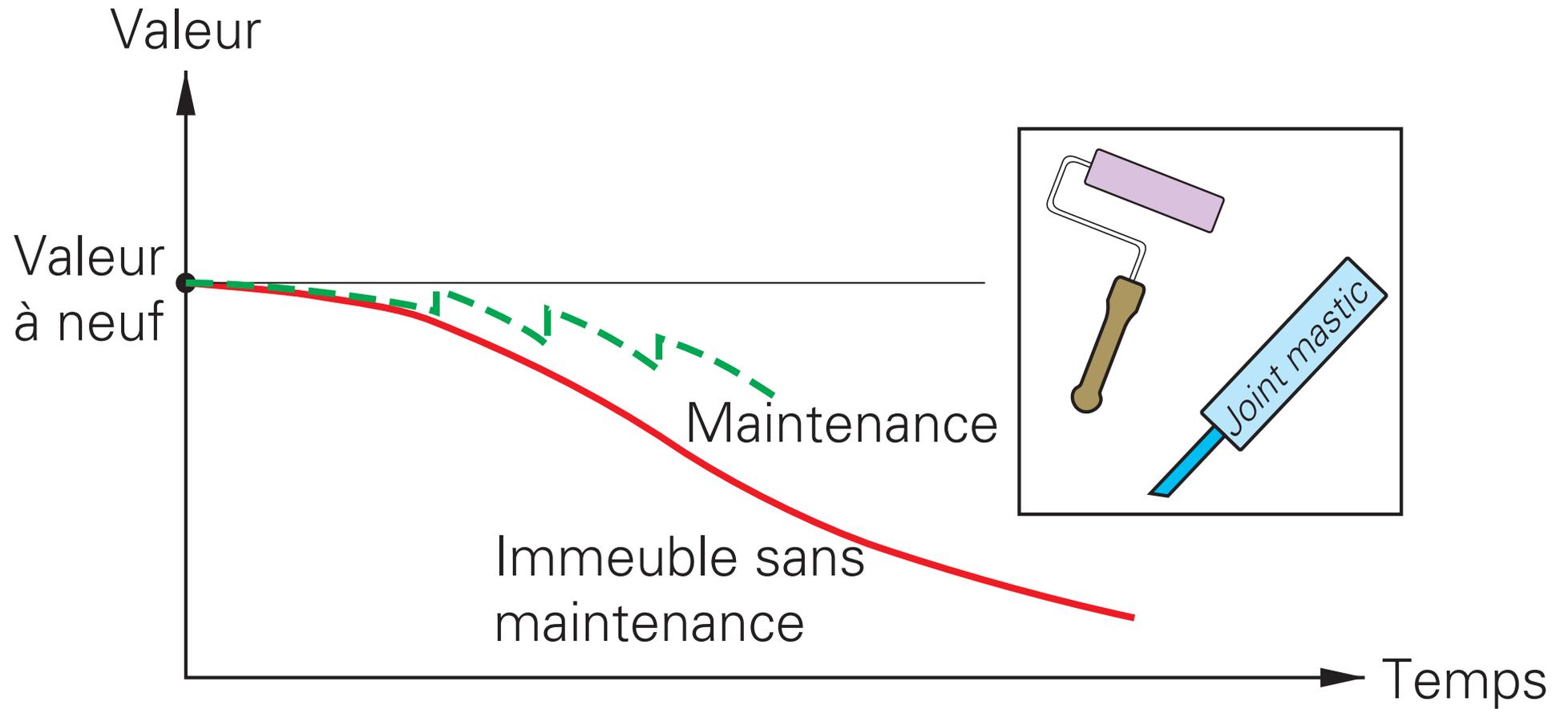
Développement de la qualité d'immeubles sous l'influence des mesures pendant leur utilisation

- ① Qualité originelle, resp. valeur à neuf d'un bâtiment
- ② Par l'entretien le processus de vieillissement est arrêté et ralenti; la valeur à neuf n'est toutefois plus atteinte
- ③ La remise en état amène un bâtiment ou un composant de bâtiment ancien à sa valeur à neuf; lors d'objets protégés, on parle de restauration
- ④ Les exigences croissantes demandent souvent une amélioration de la qualité de construction, cela amène l'objet au delà de sa valeur initiale; on parle de transformation ou rénovation

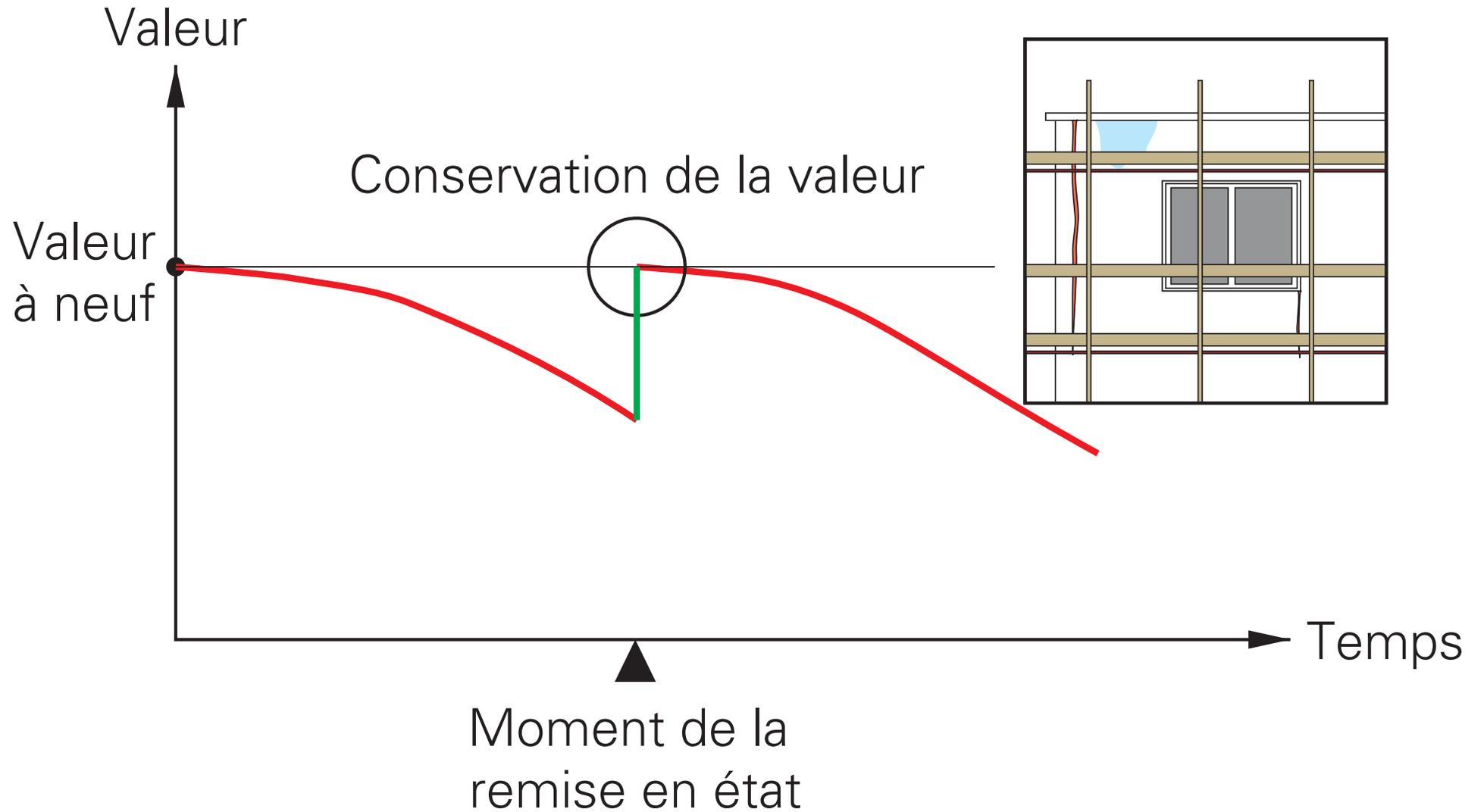
Source: PI-BAT 1991 724.426 f
Rénovation de bâtiment - que faire ?



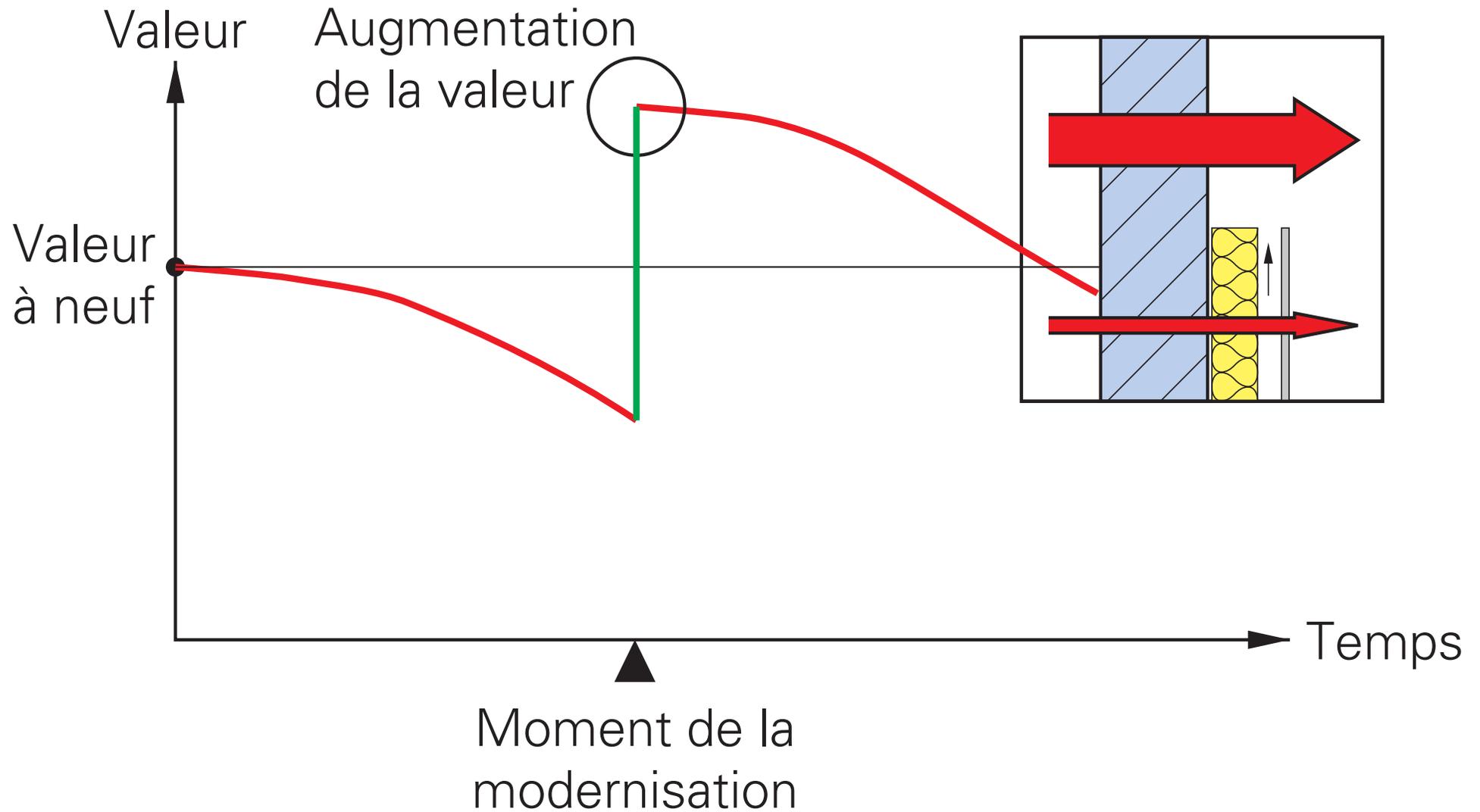
Conservation de l'état par un nettoyage/entretien régulier (maintenance)



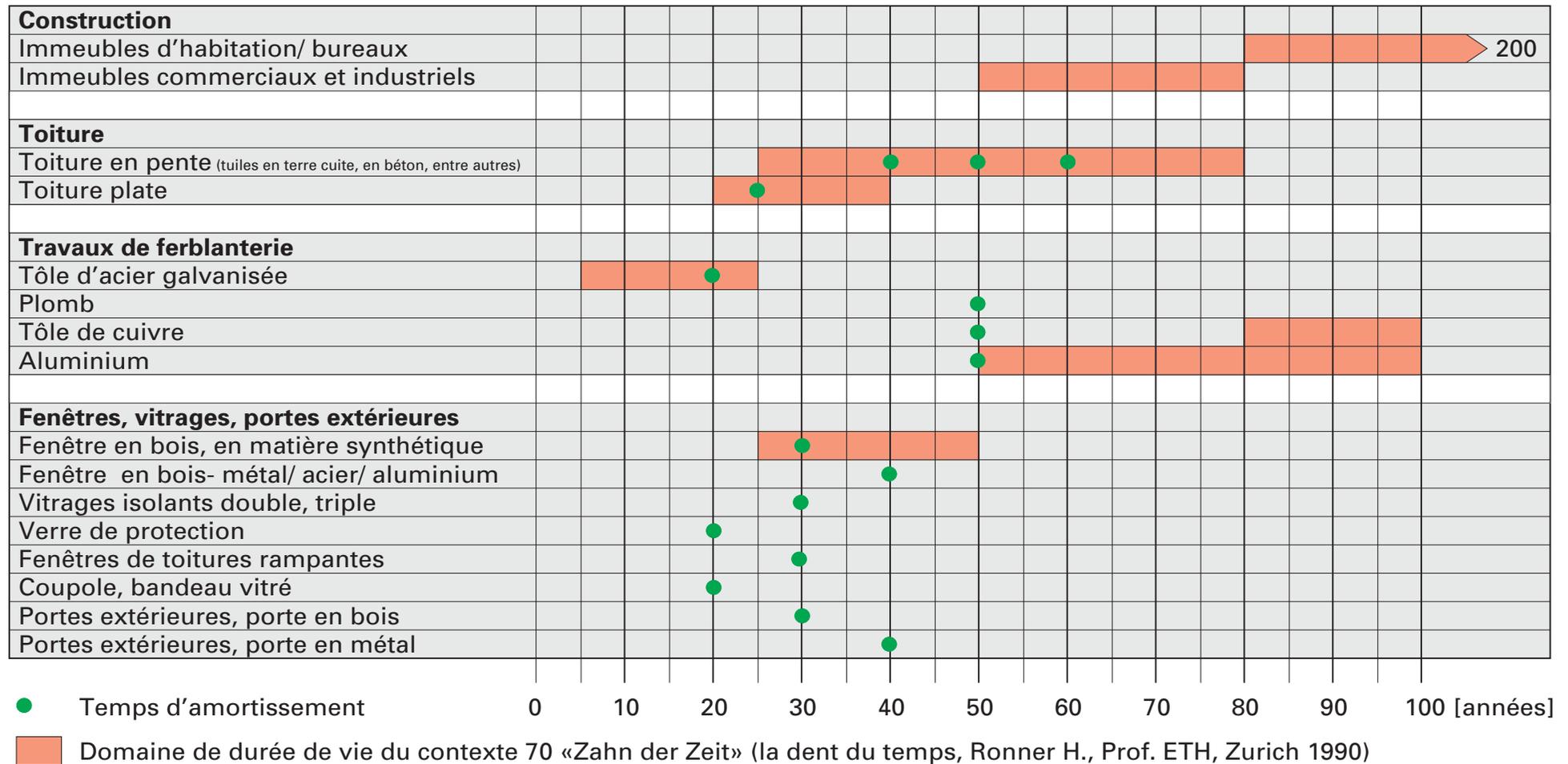
Rétablissement de l'état par assainissement



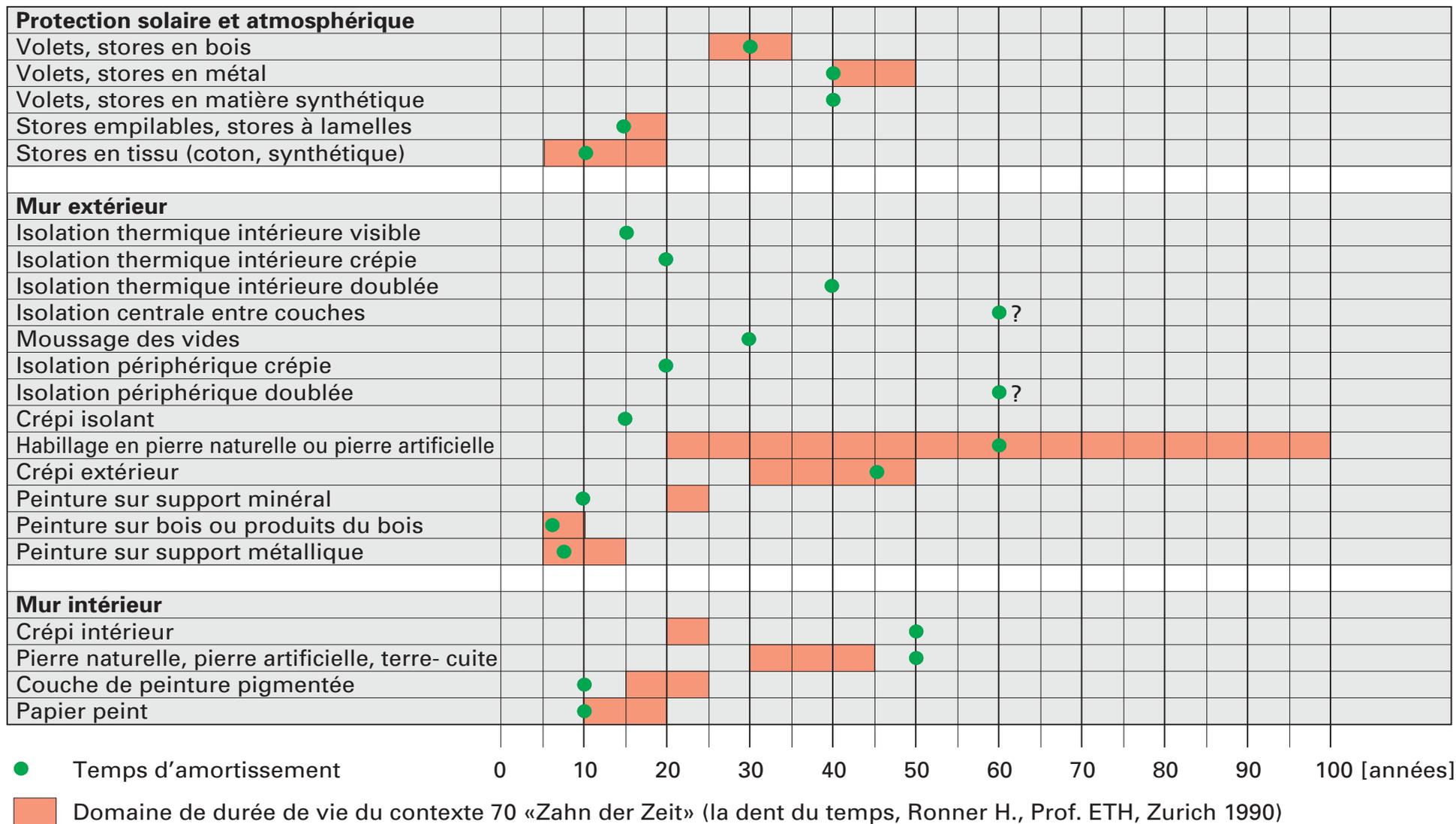
Adaptation à de nouveaux standards par modernisation de l'immeuble



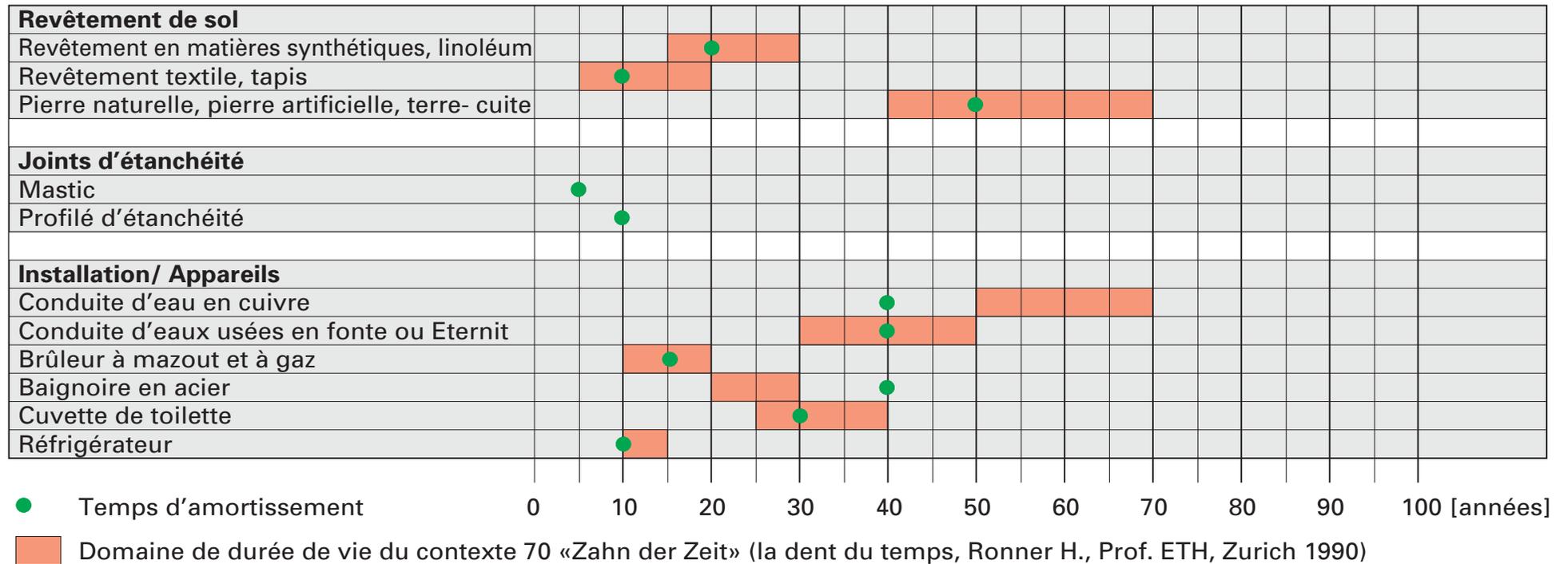
Temps d'amortissement et durée de vie pour les constructions/parties de construction



Temps d'amortissement et durée de vie pour les constructions/parties de construction



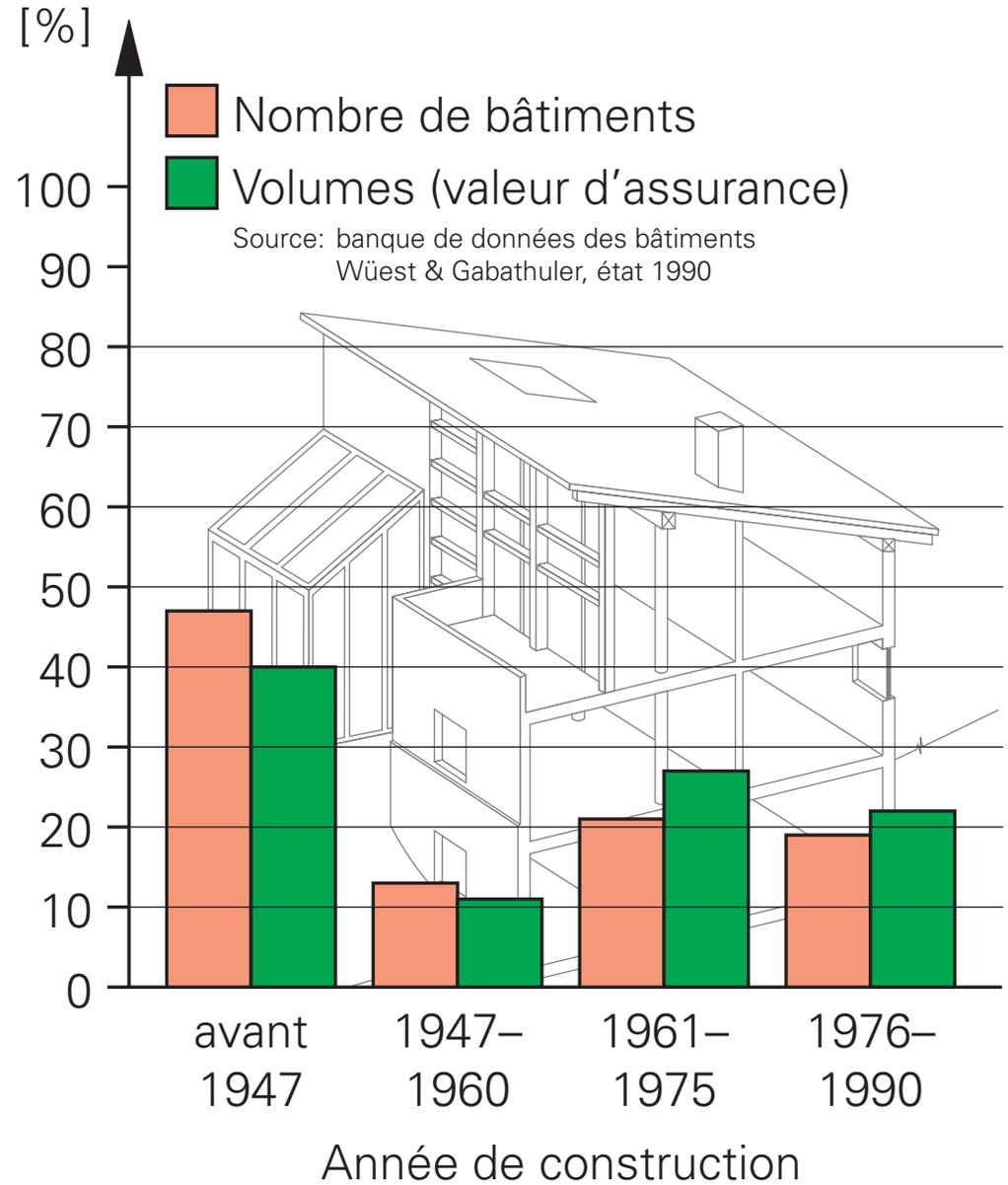
Temps d'amortissement et durée de vie pour les constructions/parties de construction



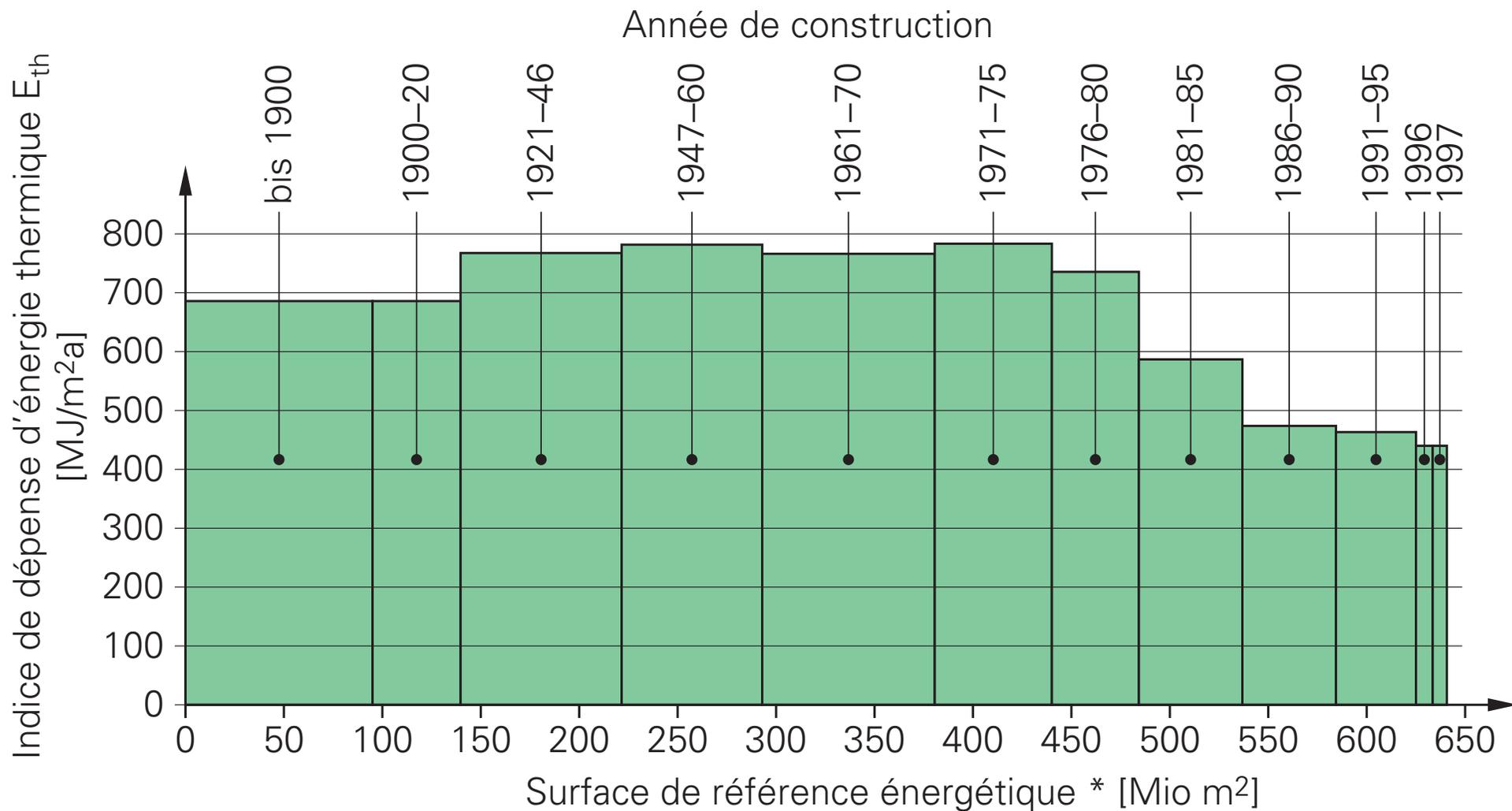
Démontage et recyclage contrôlé
Élimination à la fin de la durée d'utilisation
(Fotos: Sarnafil SA)



Le patrimoine bâti disponible comme capital économique important

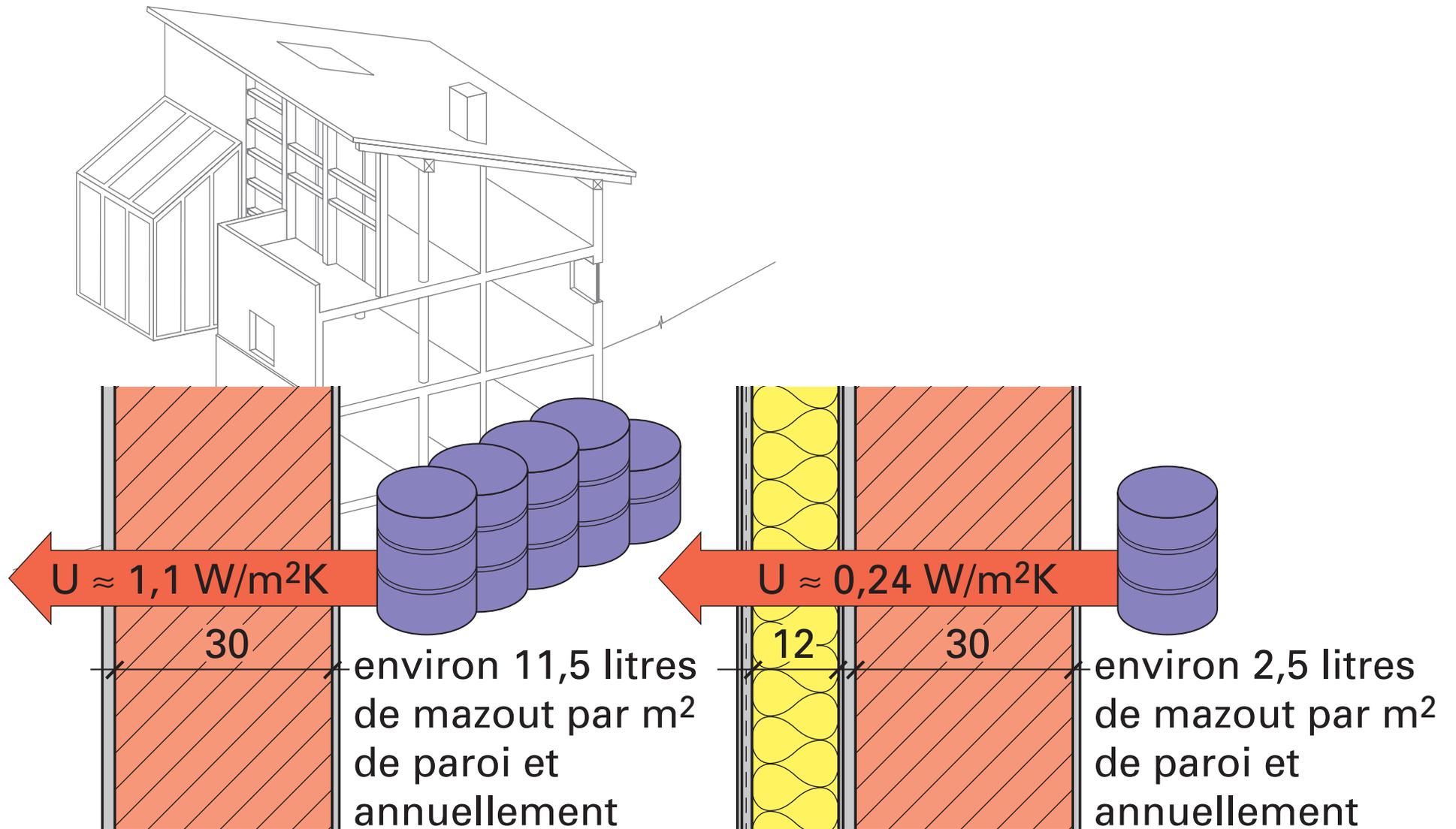


Le patrimoine bâti comme volume intéressant pour la politique énergétique

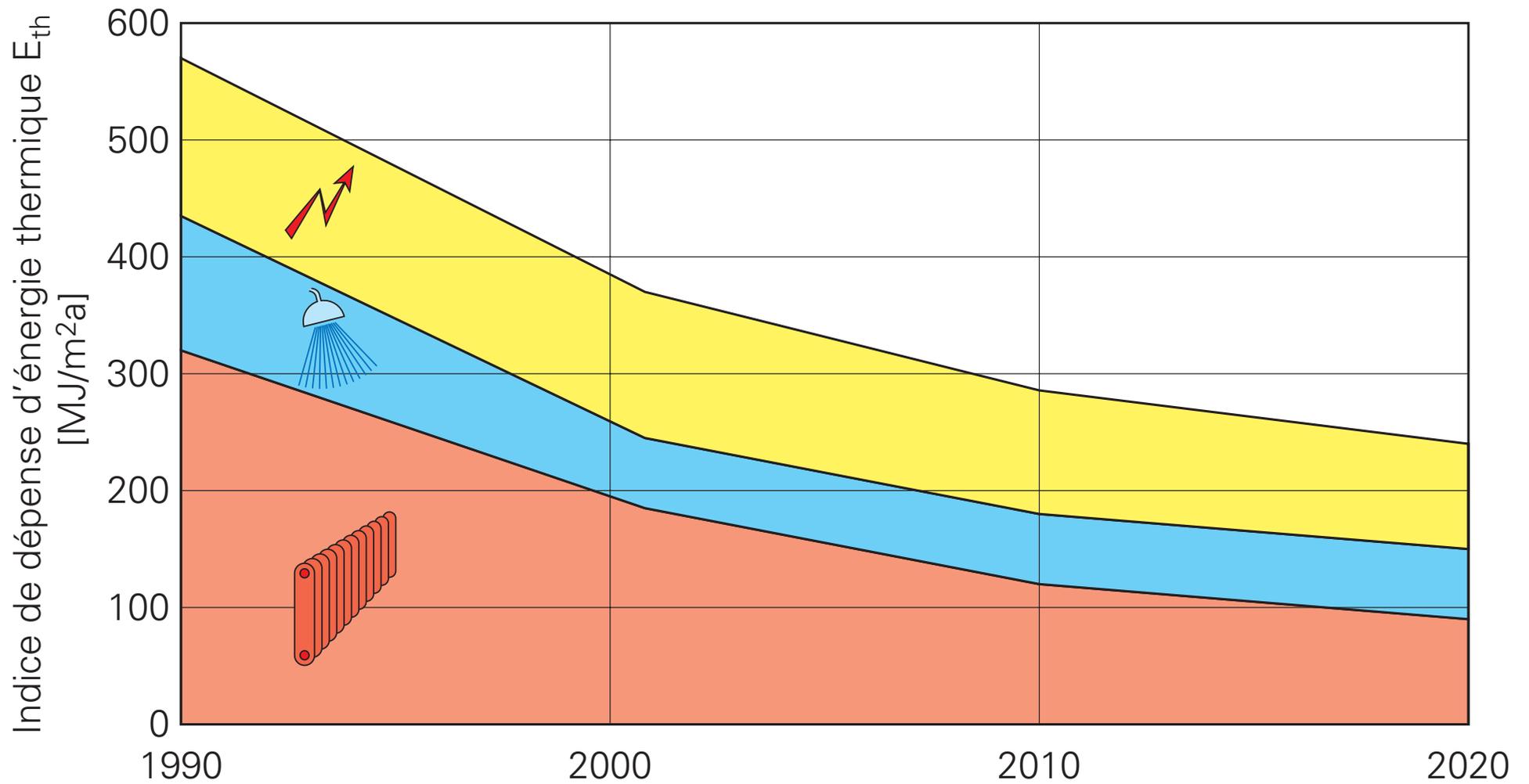


* Estimation basée sur le nombre de bâtiments selon les périodes de construction (Source: assurances immobilières, élaboré/calculé par Wüest&Partner)

Par des améliorations thermiques de l'enveloppe des bâtiments, la consommation d'énergie diminue sensiblement



La recommandation de réduction de la SIA met en évidence l'évolution de l'indice énergétique jusqu'en 2020



Développement attendu des indices de dépense d'énergie (SIA)



Développement attendu dans certains composants principaux de bâtiment/répercussion sur les indices énergétiques (recommandation de réduction de la SIA)

Composants principaux du bâtiment			1990	2000	2010	2020
Verre	U_{Ve}	[W/m ² K]	2,0	1,4	0,7	0,7
Cadre	U_{Ca}	[W/m ² K]	1,9	1,6	1,0	1,0
Fenêtre	U_{Fe}	[W/m ² K]	1,9	1,5	0,8	0,8
Parois extérieure	U_{ME}	[W/m ² K]	0,5	0,3	0,25	0,2
Toit	U_{PL}	[W/m ² K]	0,4	0,3	0,2	0,2
Sol	U_{So}	[W/m ² K]	0,5	0,3	0,3	0,3
Aération *	n	[h ⁻¹]	0,6	0,5	0,4**	0,3**
Rendement annuel du chauffage	η	[-]	0,85	0,85	0,9	0,9
E chauffage des locaux	E_{ch}	[MJ/m ² a]	330	220	130	90
Mazout pour chauffage des locaux	mazout	[litres/m ² a]	9,0	5,7	3,5	2,5
E Eau chaude	E_{ec}	[MJ/m ² a]	120	60	60	50
E Electricité	$E_{él}$	[MJ/m ² a]	120	100	90	80
E Total	E	[MJ/m ² a]	570	380	280	220

* récupération thermique partielle de l'air vicié

** récupération thermique partielle