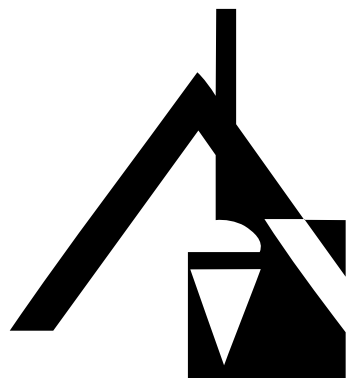


Vieillissement des éléments de construction et coût d'entretien

Données pour l'entretien
et la rénovation
des immeubles
d'habitation

Entretien et rénovation des constructions



PI BAT

Vieillissement des éléments de construction et coût d'entretien

Données pour l'entretien et la rénovation des immeubles d'habitation

Un ouvrage est composé d'éléments de construction et de matériaux différents, chacun d'eux possédant sa durabilité spécifique. Si l'on veut évaluer les interventions d'entretien et de rénovation nécessaires et le coût y relatif sur une période prolongée, le comportement au vieillissement des différentes parties constituant d'un ouvrage doit être connu. Cette étude répond à ces questions sur la base de l'analyse d'un large éventail d'immeubles situés dans différentes régions de la Suisse.

La première partie traite de la durée d'utilisation des éléments de construction. Leur durabilité restante peut être évaluée à l'aide de diagrammes, en partant des codes d'évaluation du diagnostic sommaire MERIP, de la valeur ou de l'âge de l'élément en question et de son type de construction.

La deuxième partie pose la question du coût de l'entretien et de la rénovation des immeubles d'habitation. Ces frais ne sont pas uniquement déterminés par le vieillissement des éléments de construction et par l'affectation du bâtiment; la stratégie d'entretien adoptée joue un rôle de premier plan, car c'est elle qui fixe l'intensité des mesures d'entretien et le degré de l'intervention à réaliser lors d'une rénovation.

L'annexe présente un tableau synoptique des éléments de construction, classés selon le CFC, avec leur durabilité admise selon différents auteurs.

La publication «Vieillissement des éléments de construction et coût d'entretien» s'adresse aux concepteurs, aux responsables de travaux d'entretien et de rénovation, aux propriétaires et aux gérants de parcs immobiliers.

ISBN 3-905234-73-4

Edition originale: ISBN 3-905234-67-X

1995, 118 pages

N° de commande 724.441 f

Vieillissement des éléments de construction et coût d'entretien

**Données pour l'entretien
et la rénovation
des immeubles d'habitation**

Associations et organisations de soutien

- SIA Société suisse des ingénieurs et des architectes
UTS Union technique suisse

Membres du groupe de travail

- Chaire « Architektur und Baurealisation » de l'EPF de Zurich
- Paul Meyer, professeur (directeur de projet)
 - Max Büchler, architecte ETS, 9000 Saint-Gall
 - Kurt Christen, architecte EPF/ETS/SIA, 8340 Hinwil
 - Andres Waibel, architecte EPF/ETS, 8032 Zurich

Consultants

- Jules Schröder, service des bâtiments du canton de Zurich
- Walter Moser, ing. civil EPF, Basler & Hofmann, Zurich

Rédaction de l'édition allemande

- Helena Zarkov, chaire « Architektur und Baurealisation », EPFZ

Réalisation et illustrations

Chaire « Architektur und Baurealisation » de l'EPF de Zurich

Crédit des illustrations

Les illustrations proviennent pour la plupart des auteurs eux-mêmes. Pour celles issues d'autres publications, la source en est donnée dans les différentes légendes correspondantes.

Remerciements

Les auteurs remercient pour leur mise à disposition de banques de données et d'informations

- l'Union de Banques Suisses, Fonds immobilier (Intrag)
- L'Etablissement d'assurance des bâtiments du canton de Zurich, commission d'estimation de la ville de Zurich
- Spaltenstein Immobilien Zurich
- Allgemeine Baugenossenschaft Zurich (ABZ)
- La Caisse de pension de Migros, section « Bâtiments »

Adaptation de l'édition française

Traduction

- Jean-Claude Scheder, 1038 Bercher

Révision et coordination

- Andreas Schmid, architecte EPF/SIA 1041 Dommartin

Mise en page et photocomposition, flashage

- DAC, 1006 Lausanne et City Comp SA, 1110 Morges (Consortium)

ISBN 3-905234-73-4

Edition originale: ISBN 3-905234-67-X

Copyright © Office fédéral des questions conjoncturelles, 3003 Berne.

Reproduction d'extraits autorisée avec indication de la source.

Diffusion: Coordination romande du programme d'action « Construction et Energies » EPFL-LESO, Case postale 12, 1015 Lausanne (N° de commande 724.441 f).

Avant-propos

D'une durée totale de 6 ans (1990-1995), le programme d'action « Construction et Energie » se compose des trois programmes d'impulsions suivants :

PI BAT – Entretien et rénovation des constructions
RAVEL – Utilisation rationnelle de l'électricité
PACER – Energies renouvelables

Ces trois programmes d'impulsions sont réalisés en étroite collaboration avec l'économie privée, les écoles et la Confédération. Leur but est de favoriser une croissance économique qualitative. Dans ce sens ils doivent conduire à une plus faible utilisation des matières premières et de l'énergie, avec pour corollaire un plus large recours au savoir-faire et à la matière grise.

Le programme PI BAT répond à la nécessité qu'il y a d'entretenir correctement les constructions de tous types. Aujourd'hui une partie toujours plus grande des bâtiments et des équipements de génie civil souffrent de défauts techniques et fonctionnels en raison de leur vieillissement ainsi que de l'évolution des besoins et des sollicitations. Si l'on veut conserver la valeur de ces ouvrages, il y a lieu de les rénover, et pour ce faire on ne peut s'appuyer sur l'empirisme. Le programme d'impulsions PI BAT ne se limite pas aux aspects techniques et d'organisation, il s'étend également au cadre juridique, qui jusqu'ici était essentiellement tourné vers les constructions neuves. Le programme couvre ainsi les trois domaines suivants : bâtiments, génie civil et problèmes apparentés à la rénovation.

Si l'on veut conserver les qualités techniques et architecturales de nos bâtiments et si l'on souhaite préserver des quartiers, voire des villages, des connaissances nouvelles doivent être apportées aux nombreuses personnes concernées : propriétaires, autorités, concepteurs, entrepreneurs et collaborateurs de tous niveaux.

Cours, manifestations, publications, vidéos, etc.

Le PI BAT cherche à atteindre ces objectifs par l'information, la formation et le perfectionnement des fournisseurs et des demandeurs de prestations dans le domaine de la rénovation. Le transfert de connaissances est axé sur la pratique quotidienne ; basé essentiellement sur des manuels et des cours, il comprend également d'autres types de manifestations. Le bulletin « Construction et Energie », qui

paraît trois fois l'an, fournit des détails sur toutes ces activités.

Chaque participant à un cours, ou autre manifestation du programme, reçoit une publication spécialement élaborée à cet effet. Toutes ces publications peuvent également être obtenues en s'adressant directement à la Coordination romande du programme d'action « Construction et Energie » EPFL-LESO, Case postale 12, 1015 Lausanne.

Compétences

Afin de maîtriser cet ambitieux programme de formation, il a été fait appel à des spécialistes des divers domaines concernés ; ceux-ci appartiennent au secteur privé, aux écoles, ou aux associations professionnelles. Ces spécialistes sont épaulés par une commission qui comprend des représentants des associations, des écoles et des branches professionnelles concernées.

Ce sont également les associations professionnelles qui prennent en charge l'organisation des cours et des autres activités proposées. Pour la préparation de ces activités une direction de projet a été mise en place ; elle se compose de MM. Reto Lang, Andreas Bouvard, Ernst Meier, Rolf Saegesser, Andreas Schmid, Dieter Schmid, Richard Schubiger, Hannes Wuest et Eric Mosimann de l'OFQC. Une très large part des activités est confiée à des groupes de travail, ceux-ci sont responsables du contenu de même que du maintien des délais et des budgets.

Publication

La présente publication fournit des informations et des données sur le vieillissement des éléments de construction au regard de leur état. Ces données – parallèlement à d'autres paramètres – serviront aux professionnels de base de décision, lorsqu'ils auront à évaluer un bâtiment et à se prononcer sur les coûts d'entretien et de rénovation portant sur une assez longue période. Ce travail se réfère de près au « Diagnostic sommaire MERIP » et d'une certaine manière le complète.

La publication PI BAT « Vieillissement des éléments de construction et coût d'entretien » s'adresse aux concepteurs, aux responsables de travaux d'entretien et de rénovation, aux propriétaires et aux gérants de parcs immobiliers. Elle doit contribuer à améliorer la compétence de ceux qui s'occupent de

ces tâches toujours plus importantes. Elle est complétée par d'autres publications qui traitent en détail certains aspects de conception, d'organisation ou de réalisation technique.

La présente publication a fait l'objet d'une procédure de consultation, ce qui a permis aux auteurs d'effectuer les modifications nécessaires. Ceux-ci ont toutefois gardé leur liberté d'appréciation pour les questions où les avis divergeaient. Ils assument donc la responsabilité de leurs textes. Des améliorations et des suggestions éventuelles peuvent être adressées soit aux membres du groupe de travail, soit directement à l'Office fédéral des questions conjoncturelles.

Pour terminer nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Office fédéral des questions conjoncturelles
Service de la technologie
Dr B. Hotz-Hart
Vice-directeur

Table des matières

	Pages
1. Introduction	7
1.1 Point de la situation	8
1.2 Problématique	8
1.3 Définition de la durabilité	9
1.4 Délimitation de la recherche	9
1.5 Travaux de référence	10
1.6 Place de ce travail dans le cadre de PI BAT	10
2. A l'usage du lecteur pressé	11
2.1 But de la recherche	12
2.2 Définition de quelques termes	12
2.3 Référence au «Diagnostic sommaire MERIP»	12
2.4 Eléments de construction examinés	12
2.5 Vieillesse et durabilité	12
2.6 Coût de maintenance et de remise en état	18
3. Résultats de la recherche sur les éléments de construction	19
3.1 Remarques concernant les recherches	20
3.2 Détail des éléments de construction examinés	24
3.3 Facteurs influençant la durabilité des éléments de construction	56
3.4 Raisons d'entreprendre une rénovation	57
4. Considérations sur le bâtiment dans son ensemble	59
4.1 Coût de maintenance et de remise en état	60
4.2 Stratégies de rénovation	69
5. Annexe	73
5.1 Manière de procéder pour établir ce document	74
5.2 Annexe au Diagnostic sommaire	81
5.3 Evaluation des éléments	83
5.4 Terminologie	93
5.5 Bibliographie	95
5.6 Durabilité des éléments dans la littérature	98
5.7 Liste des adresses des bâtiments observés	105
5.8 Index zurichois des maisons d'habitation	105
Publications du programme d'impulsions PI BAT	111

1. Introduction

1.1	Point de la situation	8
1.2	Problématique	8
1.3	Définition de la durabilité	9
1.4	Délimitation de la recherche	9
1.5	Travaux de référence	10
1.6	Place de ce travail dans le cadre de PI BAT	10

1. Introduction

1.1 Point de la situation

Dans le cadre du programme d'impulsion PI BAT, la méthode intitulée « **Diagnostic sommaire MERIP** » a été créée sur le thème de l'entretien et de la rénovation d'immeubles d'habitation. Grâce à elle, et moyennant une dépense relativement modeste, il est possible de déterminer l'état d'un bâtiment par l'examen de ses différentes parties.

Sur le sujet plus précis du **comportement au vieillissement** et de l'usure des éléments particuliers ou de l'ensemble d'un bâtiment on ne dispose à l'heure actuelle que de peu de références.

Afin de se donner les moyens **d'évaluer les coûts d'entretien et de rénovation d'un bâtiment sur une période d'utilisation suffisamment longue**, le projet de recherche des données significatives pour l'entretien et la rénovation des immeubles d'habitation fut confié au département d'architecture de l'EPFZ, avec pour mission :

- de réunir les données de base du vieillissement des éléments de construction des immeubles d'habitation ;
- de prêter attention au fait que le processus de vieillissement des éléments de construction considéré peut être différent selon l'époque de leur mise en œuvre, notamment en raison de différences de qualité dans les matériaux et les techniques de construction ;
- que ces données sur les éléments de construction doivent servir de complément aux travaux du « Diagnostic sommaire MERIP »¹ et de « MERIP prévisionnelle »² dans l'optique de préciser le moment le plus opportun d'une intervention de réfection ;
- que cette recherche livre à l'utilisateur du « Diagnostic sommaire MERIP » un complément d'informations et de renseignements ;
- que le « Diagnostic sommaire MERIP » et sa systématique serve de référence à ce travail. En outre, les travaux de J. Schröder « Zustandsbewertung grösserer Gebäudebestände »³ seront également pris en compte.

1.2 Problématique

Les éléments présentent selon le type de construction, le choix des matériaux et leur utilisation plus ou moins intensive des différences portant sur leur vieillissement et leur durabilité. C'est une des raisons pour laquelle les rénovations sont souvent conduites de manière empirique. Pour l'évaluation du **moment le plus opportun d'une rénovation**, en accord avec le « Diagnostic sommaire MERIP », il faut préciser certaines données telles que :

- les critères d'évaluation de l'état des éléments (voir chap. 5.3, évaluation des éléments) ;
- le vieillissement et la durabilité des éléments (chap. 3.1.1, 3.1.2 et 3.2) ;
- la détermination de la durabilité restante des éléments d'origine à partir du moment de l'évaluation ;
- l'influence de la construction, de la structure et de l'exposition des éléments sur le vieillissement ;
- les raisons d'entreprendre une rénovation (chap. 4.3) ;
- les stratégies de rénovation (chap. 4.3) ;
- le coût de remise en état (chap. 4.2).

D'autres problèmes **ne seront pas abordés** dans ce travail, notamment :

- la durabilité restante des éléments **renovés** ;
- l'influence de la qualité de l'entretien sur le vieillissement (garantie de conditions de vieillissement optimales).

Afin de pouvoir répondre de manière opportune à ces deux questions, d'autres recherches seraient à entreprendre, qui débordent cependant le cadre de ce travail.

¹ « Diagnostic sommaire MERIP », Evaluation des dégradations et estimation du coût de remise en état des immeubles.

² MERIP prévisionnelle, document interne PI BAT.

³ J. Schröder, « Zustandsbewertung grösserer Gebäudebestände », juin 1992 et Professeur P. Meyer, chaire « Architektur und Baurealisation » de l'EPFZ, « Gebäudebewertung ; Untersuchungen zum Bauteilverhalten », mars 1991.

1.3 Définition de la durabilité

La durabilité des éléments de construction d'un bâtiment est influencée par différents facteurs. Cette étude se limite au **vieillessement technique**.

Quand un élément est fortement endommagé et qu'il ne peut plus être remis en état – ce qui signifie qu'il n'est plus réparable et qu'en conséquence il ne remplit plus ses fonctions – c'est qu'il a atteint la limite de sa durabilité. Comme nous le verrons au chapitre 2, la valeur restante estimée de l'élément est de l'ordre de 0.2.

Le perfectionnisme suisse fixe un seuil d'utilisation plutôt élevé, c'est pourquoi la durabilité d'un élément a tendance à raccourcir.

1.4 Délimitation de la recherche

Cette recherche examine les éléments du « Diagnostic sommaire MERIP » exposés aux intempéries. Les auteurs ont limité leur terrain d'investigation aux aspects suivants :

- **Affectation des bâtiments**
Seuls les immeubles d'habitation (immeubles à appartements de deux à quatre étages), en location ou en propriété par étages ont été retenus.
- **Type, mode de construction**
Cette étude se limite aux seules constructions usuelles.
- **Bâtiments protégés**
Les monuments protégés sont exclus de cette enquête.
- **Maintenance technique**
La maintenance obligatoire, par exemple le contrôle des émissions des gaz de combustion, la révision des citernes, etc., ne fait pas l'objet de cette étude, son exécution est admise comme condition préalable.
- **Obsolescence**
Dans les critères d'évaluation, les questions relevant de la mode et du niveau de confort, de même que les dispositions légales relatives à la rénovation ne sont pas prises en considération, car elles font appel à des critères arbitraires.

En complément aux éléments de construction analysés, on trouvera des indications sur les moments de remplacement des **cuisines**, des **installations sanitaires** et de l'installation de **production de chaleur**, basées sur des enquêtes effectuées par des tiers.

1.5 Travaux de référence

Les travaux suivants de PI BAT, publiés ou à l'étude, ont servi de base à cette recherche :

- Diagnostic sommaire MERIP
Evaluation des dégradations et estimation du coût de remise en état des immeubles
Manuel d'utilisation, 1992, OFCIM N° 724.431 f
- Carnet des éléments pour immeubles d'habitation et immeubles mixtes, 1993, OFCIM N° 724.431.1 f
- Classification des éléments d'entretien et de rénovation, PI BAT – CRB, 1992, OFCIM 724.438 f
- MERIP prévisionnelle; scénarios de vieillissement des bâtiments à partir du « Diagnostic sommaire MERIP », PI BAT, document interne, mars 1993

1.6 Place de ce travail dans le cadre de PI BAT

Le domaine couvert par cette publication complète le « Diagnostic sommaire MERIP » dans le sens d'une aide à la prise de décision lors de l'étude d'une rénovation.

La stratégie d'entretien, et plus particulièrement l'étude de la rénovation d'un bâtiment, ne devrait pas seulement se laisser conduire par les diagrammes de durabilité restante des éléments de construction; elle doit être confrontée à d'autres conditions telles que les prescriptions des règlements de construction et la stratégie de rénovation adoptée par le propriétaire.

Grâce à cette publication assortie de données qui complètent le « Diagnostic sommaire MERIP », les utilisateurs professionnels géreront l'entretien et la rénovation de leurs bâtiments de bien meilleure façon pour atteindre un résultat optimal.

Mentionnons que les résultats de cette étude ont trouvé leur utilité pour différents autres travaux du PI BAT.

2. A l'usage du lecteur pressé

2.1	But de la recherche	12
------------	----------------------------	----

2.2	Définition de quelques termes	12
------------	--------------------------------------	----

2.3	Référence au «Diagnostic sommaire MERIP»	12
------------	---	----

2.4	Éléments de construction examinés	12
------------	--	----

2.5	Vieillissement et durabilité	12
2.5.1	Vieillissement et durabilité restante	13
2.5.2	Moment de remplacement	17

2.6	Coût de maintenance et de remise en état	18
------------	---	----

2. A l'usage du lecteur pressé

2.1 But de la recherche

La construction de bâtiments neufs érigés sur des terrains inoccupés sera limitée dans l'avenir au profit du maintien des constructions existantes, par leur rénovation ou leur remplacement.

La manière dont le parc immobilier sera maintenu et entretenu aura ainsi une importance économique considérable.

Le but de cette recherche est de mettre à disposition des données et des informations sur l'entretien et la rénovation d'immeubles d'habitation. Ces données constitueront des bases de décision pour évaluer l'état des bâtiments et estimer les coûts d'entretien et de rénovation sur une période d'utilisation prolongée.

2.2 Définition de quelques termes

Durée d'utilisation

Temps de fonctionnement utile jusqu'au stade de délabrement suffisamment prononcé pour que des mesures de remise en état exigeant des engagements technique – et financiers – s'avèrent impossibles à entreprendre.

Entretien

Action continue destinée au maintien ou à la remise en bon état d'une construction, sans modifications majeures de l'utilisation et de la valeur. Font partie de l'entretien la maintenance et la remise en état.

Maintenance

Ensemble d'interventions simples et régulières, permettant de maintenir une construction en bon état de fonctionnement.

Remise en état, réfection

Opération tendant à rétablir le fonctionnement de tout ou partie d'un ouvrage, son utilisation, et à lui conférer une durabilité déterminée.

Remplacement

Action de remplacer certains éléments d'ouvrage – par démolition ou démontage – présentant des dysfonctionnements ou qui sont devenus inutilisables.

Rénovation

Opération tendant à améliorer une construction par des interventions profondes, pour en modifier l'utilisation et en accroître la valeur.

On trouvera d'autres définitions au chapitre 5.4.

2.3 Référence au « Diagnostic sommaire MERIP »

Cette recherche se réfère à la structure des éléments du « Diagnostic sommaire MERIP ».

Les éléments sont appréciés de manière analogue au « Diagnostic sommaire MERIP » sur la base d'un examen visuel.

Les résultats sont présentés séparément pour chaque élément et associés avec le code d'évaluation du « Diagnostic sommaire MERIP ».

2.4 Éléments de construction examinés

Font l'objet d'une évaluation sur le plan du vieillissement, de la durabilité et du moment de leur remplacement les éléments de construction les plus exposés suivants :

N° de l'élément du diagnostic sommaire MERIP	
– crépis (façades, surfaces extérieures)	03
– décorations de façades*)	04
– balcons et loggias*)	05
– portes extérieures*)	15/19
– toits en pente	26.1
– toits plats	26.2
– ferblanterie	31
– fenêtres	39
– volets, stores, protections solaires	40/41

*) sans moment de remplacement

En outre, le moment de remplacement est donné pour :

– les cuisines	46
– les installations sanitaires	13/14 + 35 à 38
– la production de chaleur	11

2.5 Vieillissement et durabilité

Le vieillissement et la durabilité des éléments de construction seront évalués sur la base de deux méthodes :

- **l'état des éléments** sera dressé in situ à l'aide d'une échelle de valeur et leur état de vétusté déterminé au moyen du diagramme valeur/âge ;
- **le moment de remplacement** des éléments sera estimé en fonction de l'âge (durabilité des

éléments d'origine). La publication repose sur l'analyse des données de l'UBS (avec 120 immeubles d'habitation de Suisse allemande et française réalisés entre 1945 et 1975) et sur les données résultant d'une enquête sur le terrain.

2.5.1 Vieillesse et durabilité restante (DR)

L'élément « crépi » nous servira tout d'abord à expliciter le « diagramme valeur/âge », un outil simple de lecture utilisé pour la présentation dans le cha-

pitre 3 des éléments de construction les plus exposés. La durabilité totale ainsi que la durabilité restante peuvent être évaluées par l'âge de l'élément, par sa position sur la courbe de vétusté de l'élément (L) et sur l'échelle de la valeur relative (cf. chap. 5.2, resp. « Diagnostic sommaire MERIP »). La précision de lecture du graphique est de ± 5 ans.

Les diagrammes principaux des éléments examinés sont représentés ci-après.

Des informations complémentaires par élément sont développées au chapitre 3.

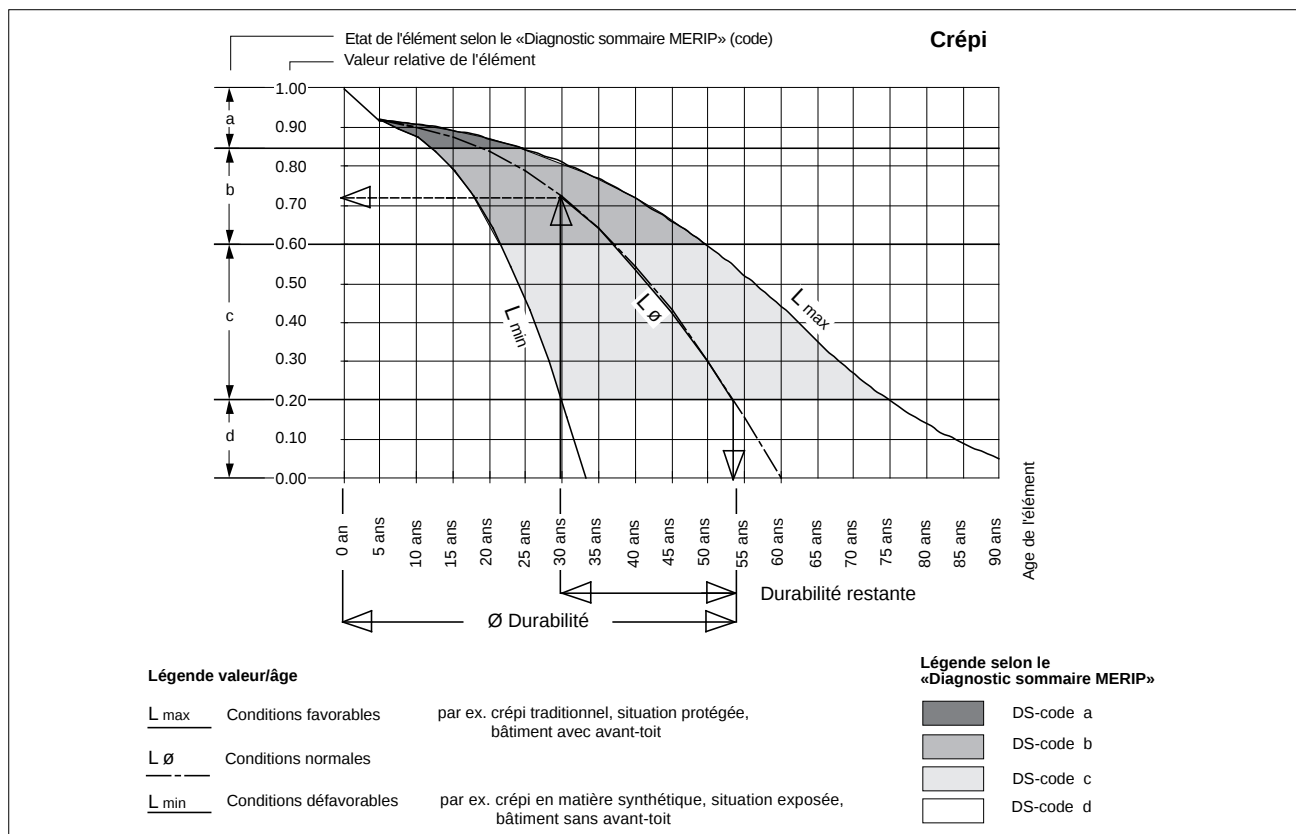


Figure 2.1
Diagramme valeur/âge: vieillissement et durabilité restante

Exemple

Question : quelle est la durabilité restante du crépi existant ?

Données : 30 ans d'âge, crépi traditionnel, bâtiment exposé sans avant-toit. Valeur estimée actuelle: 0,7 (ou, selon le « Diagnostic sommaire MERIP » : code b)

Détermination de la courbe de vétusté

La courbe L_0 est recevable

Détermination de la durabilité (L_0) et de la durabilité restante (DR):

L_0 50-55 ans
DR 20-25 ans

Légende selon le «Diagnostic sommaire MERIP»

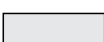
	DS-code a
	DS-code b
	DS-code c
	DS-code d

Figure 2.2
Crépi
(façade, surfaces
extérieures)
Durabilité 30-75 ans

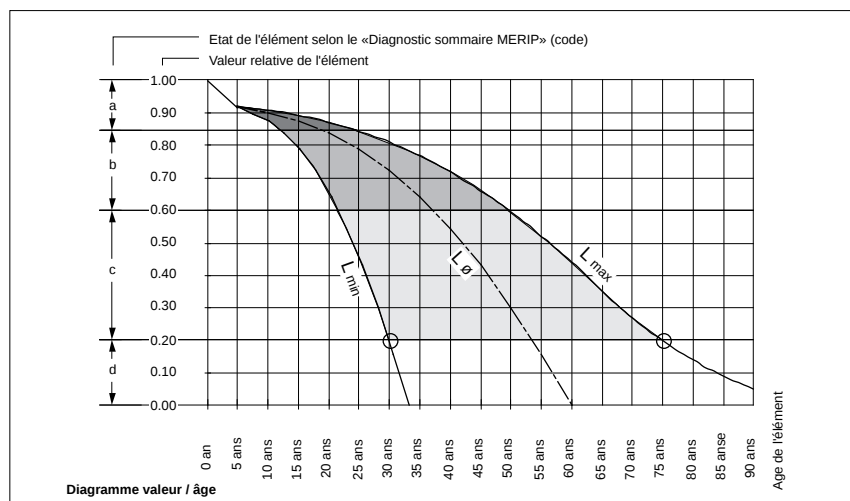


Figure 2.3
Décorations de façades
(encadrements, corniches)
Durabilité 35-85 ans

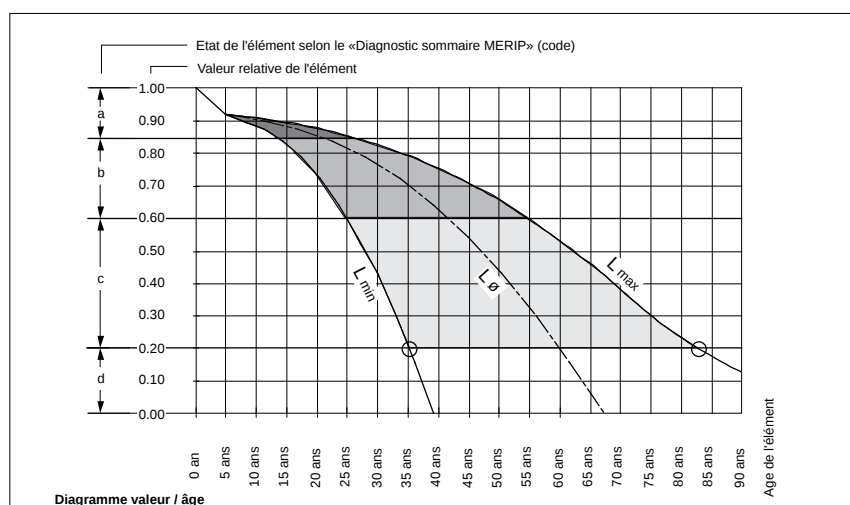
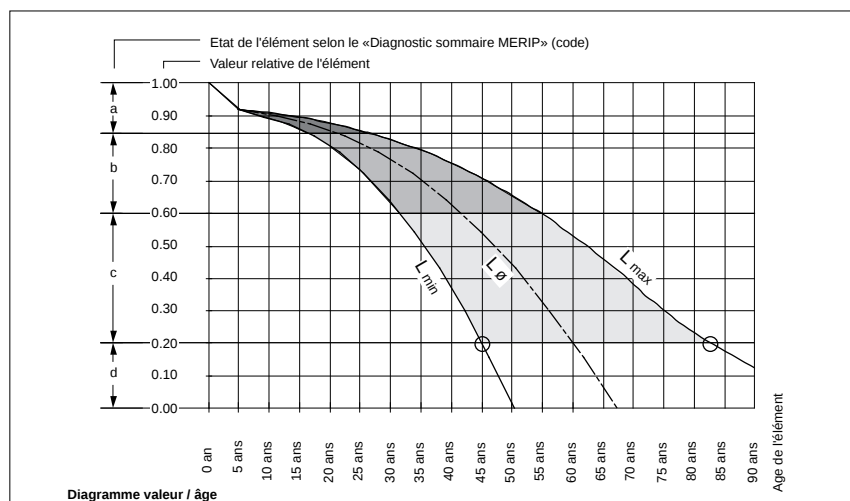
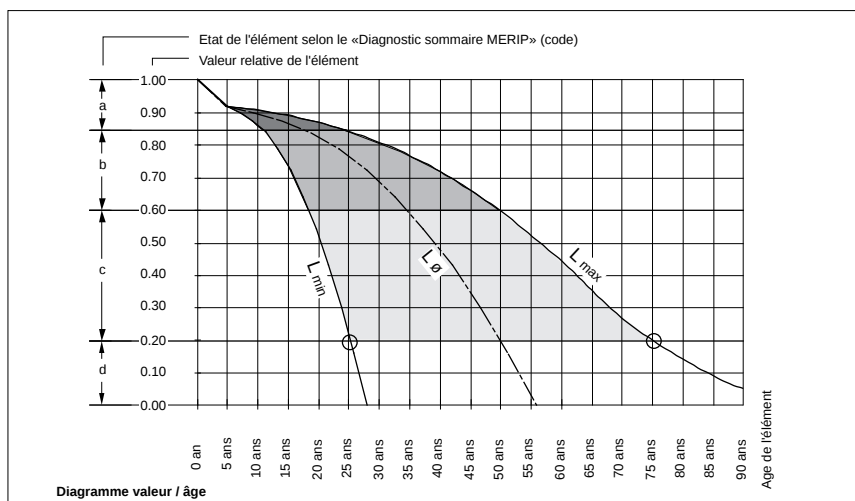


Figure 2.4
Balcons et loggias
Durabilité 45-85 ans





Légende selon le «Diagnostic sommaire MERIP»

	DS-code a
	DS-code b
	DS-code c
	DS-code d

Figure 2.5
Portes extérieures
Durabilité 25-75 ans

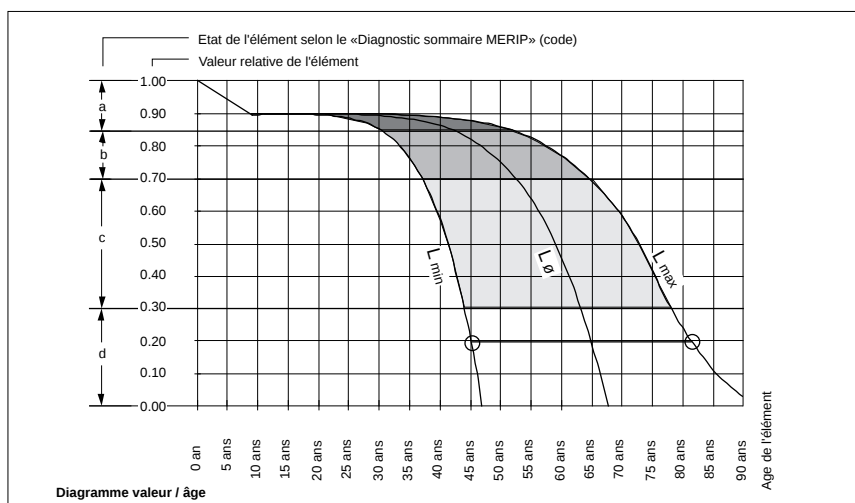


Figure 2.6
Toit en pente
Durabilité 45-80 ans
(Remplacement selon le
«Diagnostic sommaire MERIP»
(code d), à la valeur de 0.30)

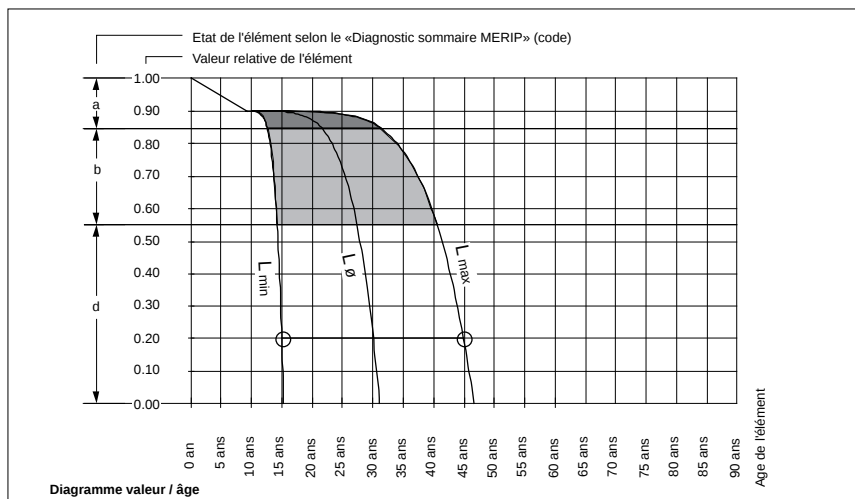


Figure 2.7
Toits plats
Durabilité 15-45 ans
(Remplacement selon le
«Diagnostic sommaire MERIP»
(code d), à la valeur de 0.55; sans
code c)

Légende selon le «Diagnostic sommaire MERIP»

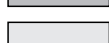
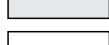
	DS-code a
	DS-code b
	DS-code c
	DS-code d

Figure 2.8
Ferblanterie
Durabilité 25-75 ans
(Remplacement selon le
«Diagnostic sommaire MERIP», à
la valeur de 0.35; sans code c)

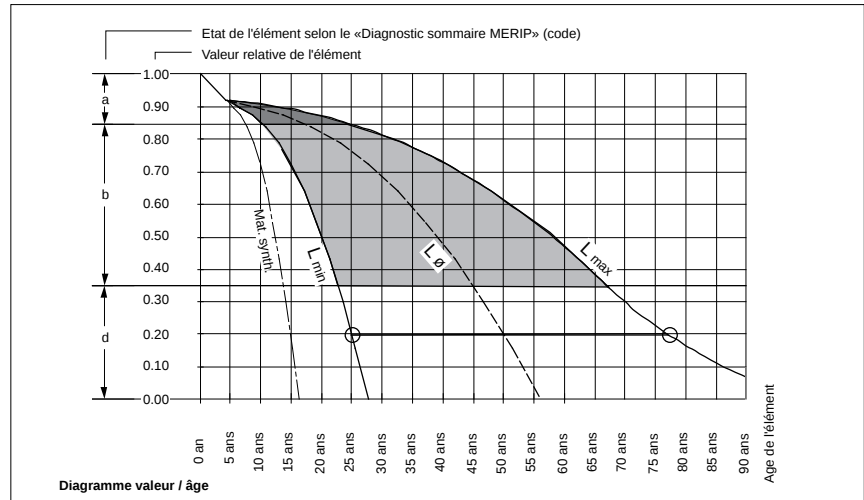


Figure 2.9
Fenêtres
Durabilité 30-70 ans

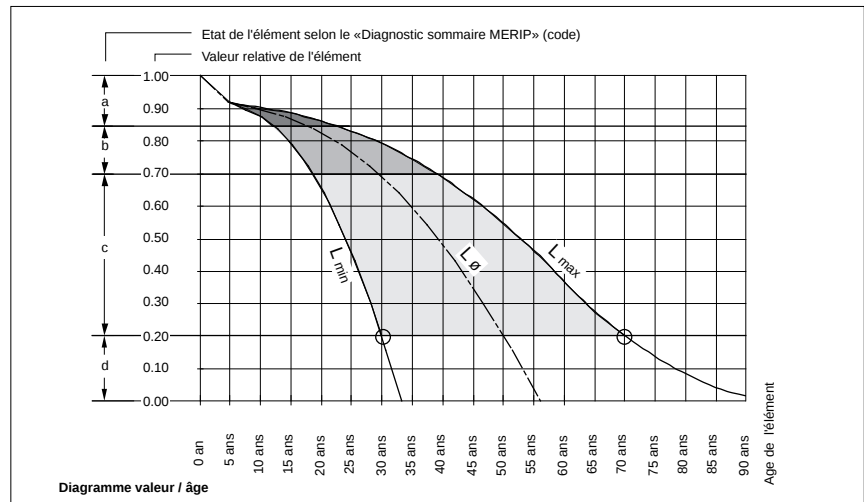
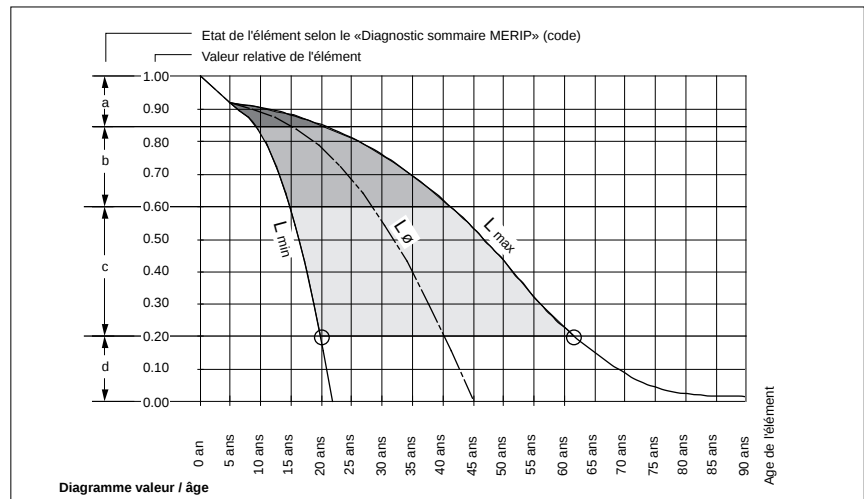


Figure 2.10
Volets, stores, protections solaires
Durabilité 20-60 ans



2.5.2 Moment de remplacement

La détermination du moment de remplacement nous renseigne sur la durée pendant laquelle un élément d'origine subsiste sur le bâtiment.

Le moment moyen de remplacement des éléments de construction a été évalué sur la base de 120 immeubles gérés par le service immobilier de l'UBS et de 80 autres bâtiments évalués par le groupe de recherche (le moment moyen de remplacement signifie que l'élément considéré est remplacé dans le 50 % des bâtiments examinés).

Exemple: parmi des bâtiments construits entre 1938 et 1948 (année d'observation 1943), en 1968, soit après en moyenne 25 ans, le 10 % environ des crépis sont renouvelés, proportion augmentée d'un autre 20 % en 1978. Vers 1993 – soit 50 ans après leur réalisation – ce sont les 50 % des crépis qui sont renouvelés.

Etonnamment, pour tous les bâtiments plus récents et environ au même moment (1990), une proportion égale de crépis a été renouvelée. Cela provient, spécialement pour cet élément, du matériau utilisé et du type de construction, comme aussi de la stratégie de rénovation adoptée par le propriétaire.

Le moment de remplacement, pour les autres éléments de construction, diffère selon l'année de construction. En règle générale, la durabilité de l'élément est d'autant plus basse qu'il est récent. La raison en est diverse: durabilité limitée des matériaux, mode de construction plus fragile, usure élevée par une utilisation intensive et des conditions environnantes particulièrement agressives, etc.

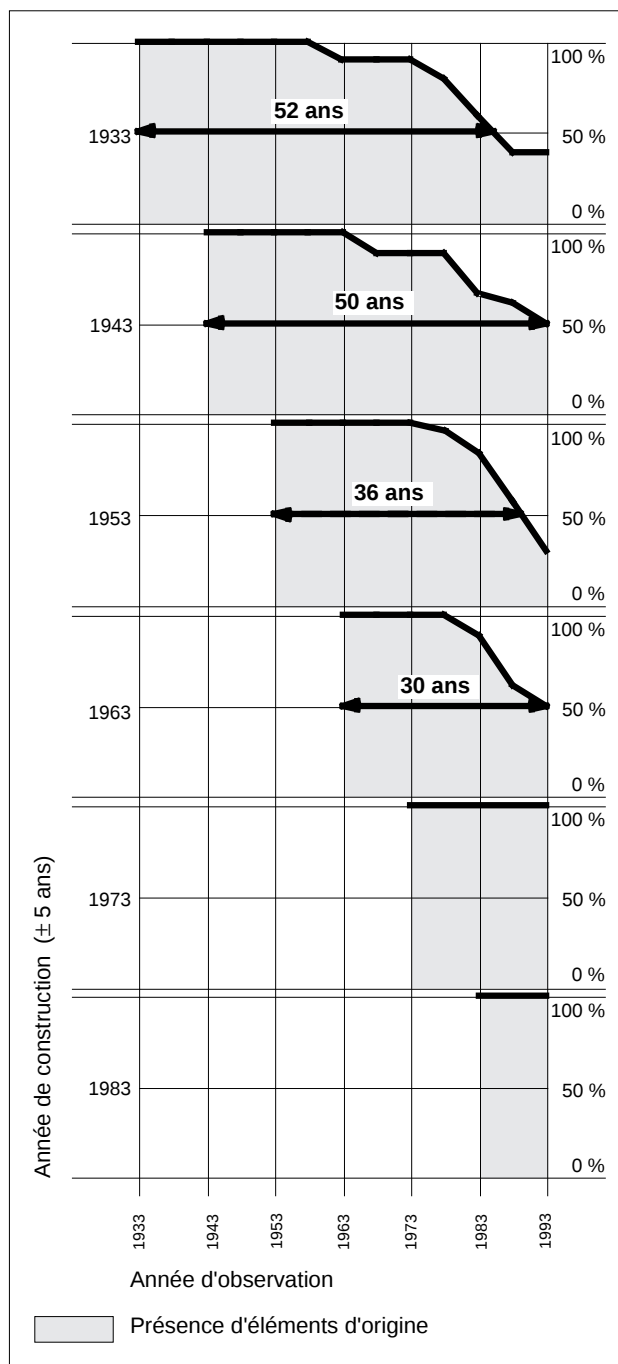


Figure 2.11

Durée d'utilisation moyenne jusqu'au remplacement des éléments de construction, selon l'année de fabrication							
Crépi	1928-38		52 ans	Fenêtres	1928-38	55 ans	
	1938-48		50 ans		1938-48	47 ans	
	1948-58		36 ans		1948-58	40 ans	
	1958-68		30 ans		1958-68	35 ans	
Décorations de façades*			35-85 ans	Volets, stores, protection solaire			
Balcons et loggias*			45-85 ans		1928-38	57 ans	
					1938-48	42 ans	
Portes extérieures*			25-75 ans		1948-58	32 ans	
					1948-58	27 ans	
Toits en pente	1928-38	extrapolation	55-80 ans	Cuisines	1948-58	36 ans	
	1938-48	extrapolation	55-75 ans		1958-68	36 ans	
Toits plats	1948-58		38 ans	Installations sanitaires			
	1958-68		24 ans		1938-48	37 ans	
	1968-78	extrapolation	25-30 ans		1948-58	37 ans	
Ferblanterie	1948-52		35 ans	Production de chaleur	1958-68	extrapolation 30-35 ans	
	1953-57		35 ans				
	1958-62		30 ans			1938-48	35 ans
	1963-67		25 ans			1948-58	30 ans
						1958-68	22 ans

Figure 2.12

*) Résultats tirés des diagrammes valeur/âge.
Pour de plus amples informations, cf. chap. 3.1/3.2

2.6 Coût de maintenance et de remise en état

Maintenance

Ensemble d'interventions simples et régulières, permettant de maintenir une construction en bon état de fonctionnement.

Le coût moyen de maintenance évalué dans cette étude est d'environ 0.8% à 1.1% de la valeur d'assurance du bâtiment.

Remise en état, réfection

Opération tendant à rétablir le fonctionnement de tout ou partie d'un ouvrage, son utilisation, et à lui conférer une durabilité déterminée.

En plus du coût de maintenance, il faut compter, selon le type de construction, avec un coût de remise en état annuel moyen de 1.6 à 2.6% de la valeur d'assurance du bâtiment.

Frais courants sur une longue période

Sans tenir compte du renchérissement et calculés sur une **durée d'utilisation de cent ans**, on peut estimer les frais pour un bâtiment bien entretenu au triple environ du montant investi lors de la construction de l'immeuble.

Coût de maintenance	env. 100% du coût de construction
Coût de remise en état	env. 200% du coût de construction

Les mesures d'amélioration telles que l'isolation thermique complémentaire et l'amélioration du niveau de confort dans l'aménagement intérieur, etc., sont à compter séparément.

Pour de plus amples informations, cf. chap. 4.

Les stratégies d'entretien font l'objet de la publication PI BAT «La revalorisation de l'habitat par la rénovation des bâtiments et des quartiers», N° de commande 724.437 f.

3. Résultats de la recherche sur les éléments de construction

3.1	Remarques concernant les recherches	20
3.1.1	Durabilité des éléments de construction	20
3.1.2	Vieillessement et durabilité restante des éléments de construction d'origine	22
3.1.3	Moment de remplacement	23
3.2	Détail des éléments de construction examinés	24
3.2.1	Crépi (DS-03/façades, surfaces extérieures)	24
3.2.2	Décorations de façades (DS-04)	28
3.2.3	Balcons et loggias (DS-05)	30
3.2.4	Portes extérieures (DS-15/19)	32
3.2.5	Couverture de toiture (DS-26)	34
3.2.6	Ferblanterie (DS-31)	42
3.2.7	Fenêtres (DS-39)	46
3.2.8	Volets, stores, protections solaires (DS-40/41)	50
3.2.9	Cuisines (DS-46)	53
3.2.10	Installations sanitaires (DS-13/14 – 35 à 38)	54
3.2.11	Production de chaleur (DS-11)	55
3.3	Facteurs influençant la durabilité des éléments de construction	56
3.3.1	Matériaux et construction	56
3.3.2	Exposition	56
3.3.3	Usure	56
3.4	Raisons d'entreprendre une rénovation	57
3.4.1	Généralités	57
3.4.2	Ensembles d'éléments à rénover	57
3.4.3	Dégradation d'éléments particuliers	57

3. Résultats de la recherche sur les éléments de construction

3.1 Remarques concernant les recherches

3.1.1 Durabilité des éléments de construction

Les éléments de construction sont fabriqués à partir de matériaux différents. Chaque matériau a un vieillissement spécifique qui influence la durabilité de l'élément qu'il compose.

Il est tenu compte de cette imbrication dans les diagrammes représentant la durabilité des éléments examinés, permettant ainsi à l'expert d'apporter une marge d'interprétation.

Les **courbes de vétusté** représentent la dégradation moyenne, minimale et maximale; elles évoluent en fonction de l'âge de l'élément.

L'élément nécessite un entretien continu. Néanmoins, il va vieillir et sa valeur en sera réduite.

Un élément de construction durable correspond à la plage supérieure du diagramme valeur/âge, tandis qu'un élément composé de matériaux peu résistants, exposé aux intempéries et dont l'entretien est mauvais, s'inscrit dans la plage inférieure.

Les courbes de vétusté ont été calculées de la manière suivante:

- la valeur de l'élément a été reportée en fonction de son âge et – pour autant que c'est déterminant – en fonction de l'exposition et de la présence d'une protection (par ex. avant-toit);
- la valeur au **moment moyen de remplacement** en fonction de l'âge de l'élément et représentant la limite de sa durabilité, a été fixée à 0.2.

Pour cette représentation des éléments de construction les auteurs se sont limités aux **constructions des années 1930 à 1993**.

Les raisons en sont le manque de données disponibles et l'énorme disparité des informations sur les

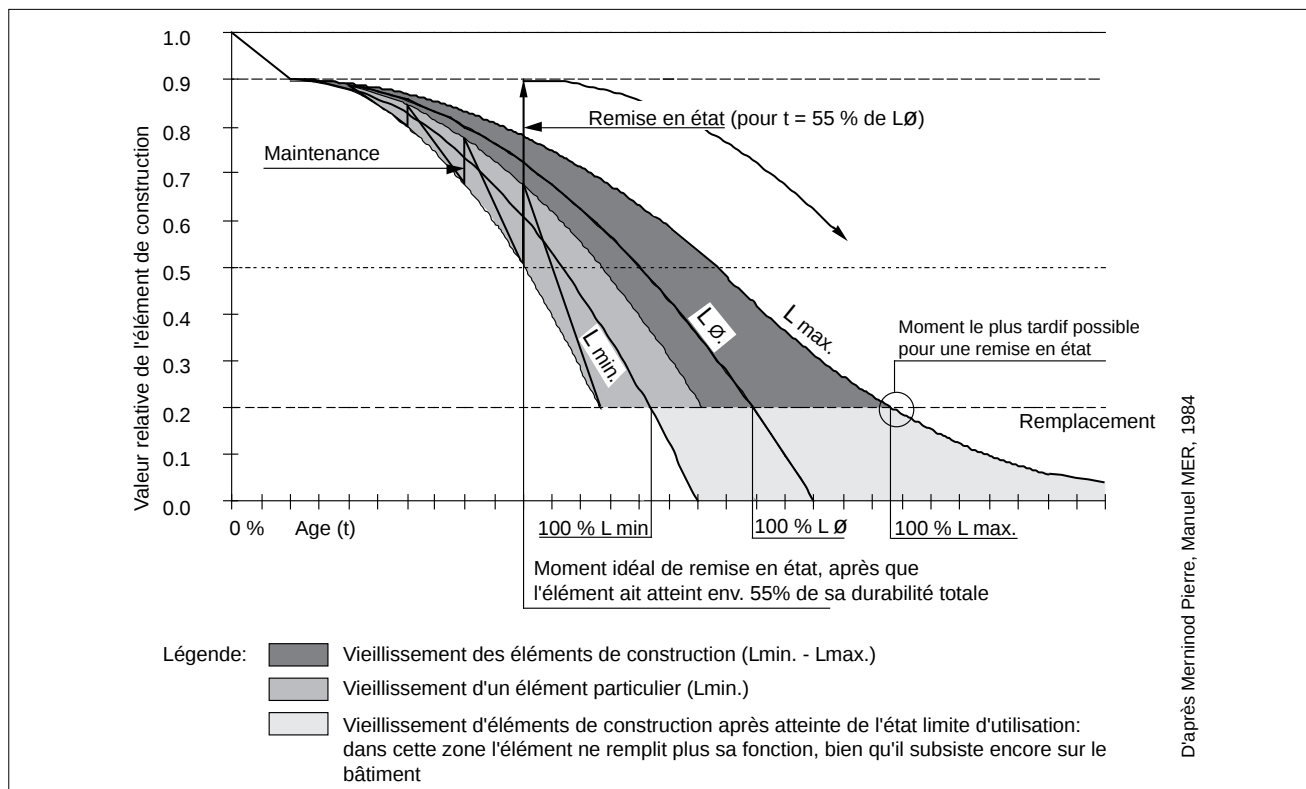


Figure 3.1
Courbe générale de vétusté et influence de la maintenance et de la remise en état sur l'évolution de la dégradation

bâtiments plus anciens (les informations sur les rénovations effectuées par les anciens propriétaires ne sont souvent plus disponibles).

La **maintenance** permet de garantir la capacité de fonctionnement d'un élément par des interventions simples et régulières et d'éviter ainsi un vieillissement prématuré.

La **remise en état** rétablit les capacités de fonctionnement et d'utilisation, la valeur de l'élément s'approche ainsi de nouveau de sa valeur à neuf.

Quand un élément de construction atteint la valeur de 0.2, il doit être remplacé pour éviter des dommages consécutifs bien plus importants. L'élément examiné, en tant que partie d'un ensemble d'éléments composant la structure d'un bâtiment, est à considérer comme ayant atteint la fin de sa durabilité.

Comme nous l'avons souligné déjà, les interventions de maintenance et de remise en état influencent la durabilité d'un élément.

Si la remise en état intervient tôt, à un moment où la perte de valeur de l'élément est encore minimale, les moyens engagés sont élevés comparés à l'âge de l'élément. Si l'on attend jusqu'à un moment avancé de dégradation, les coûts, en raison des dommages consécutifs, seront élevés, mais faibles comparés à l'âge de l'élément. Cette interdépendance a été saisie mathématiquement sous la forme suivante (cf. le graphique ci-contre « Courbe générale de vétusté »).

L'âge augmentant, le potentiel de remise en état (is) augmente, et les frais relatifs à la remise en état par unité de temps (isq) diminuent.

Ces deux grandeurs qu'on peut saisir par l'analyse vont en sens contraire et convergent au point minimum des coûts par unité de temps: ce minimum, défini mathématiquement, peut être considéré comme le moment idéal de remise en état.

Selon l'élément, le moment idéal de remise en état se situe entre le 50 et le 70 % de sa durabilité totale.

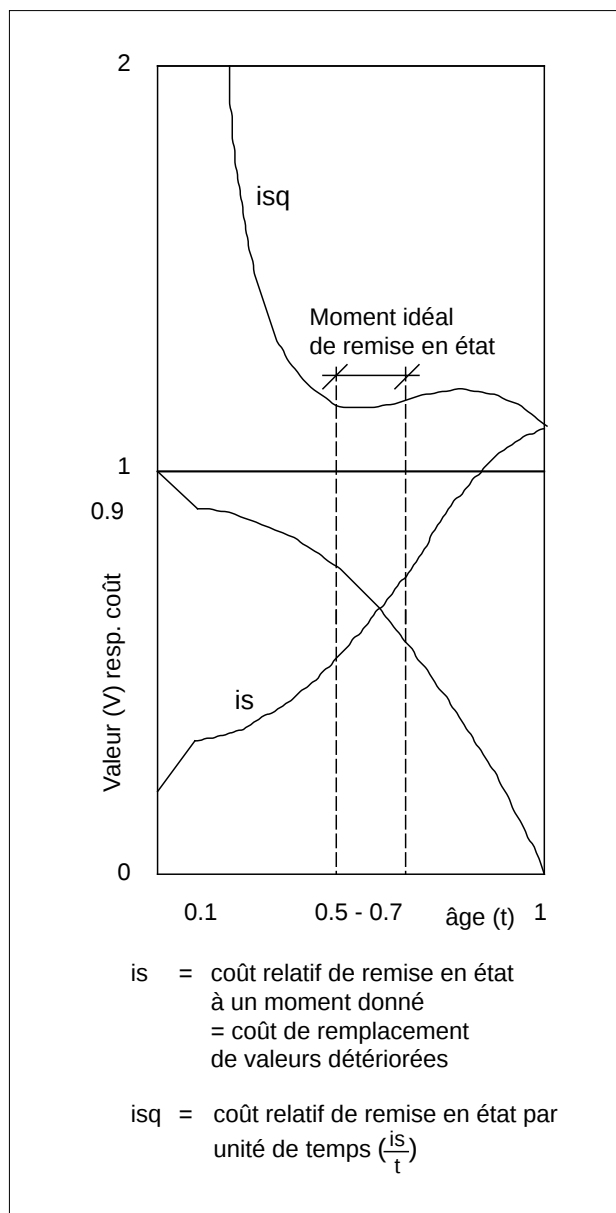


Figure 3.2
Courbe générale de vétusté

(Source: J. Schröder, «Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände», 1992)

3.1.2 Vieillessement et durabilité restante des éléments de construction d'origine

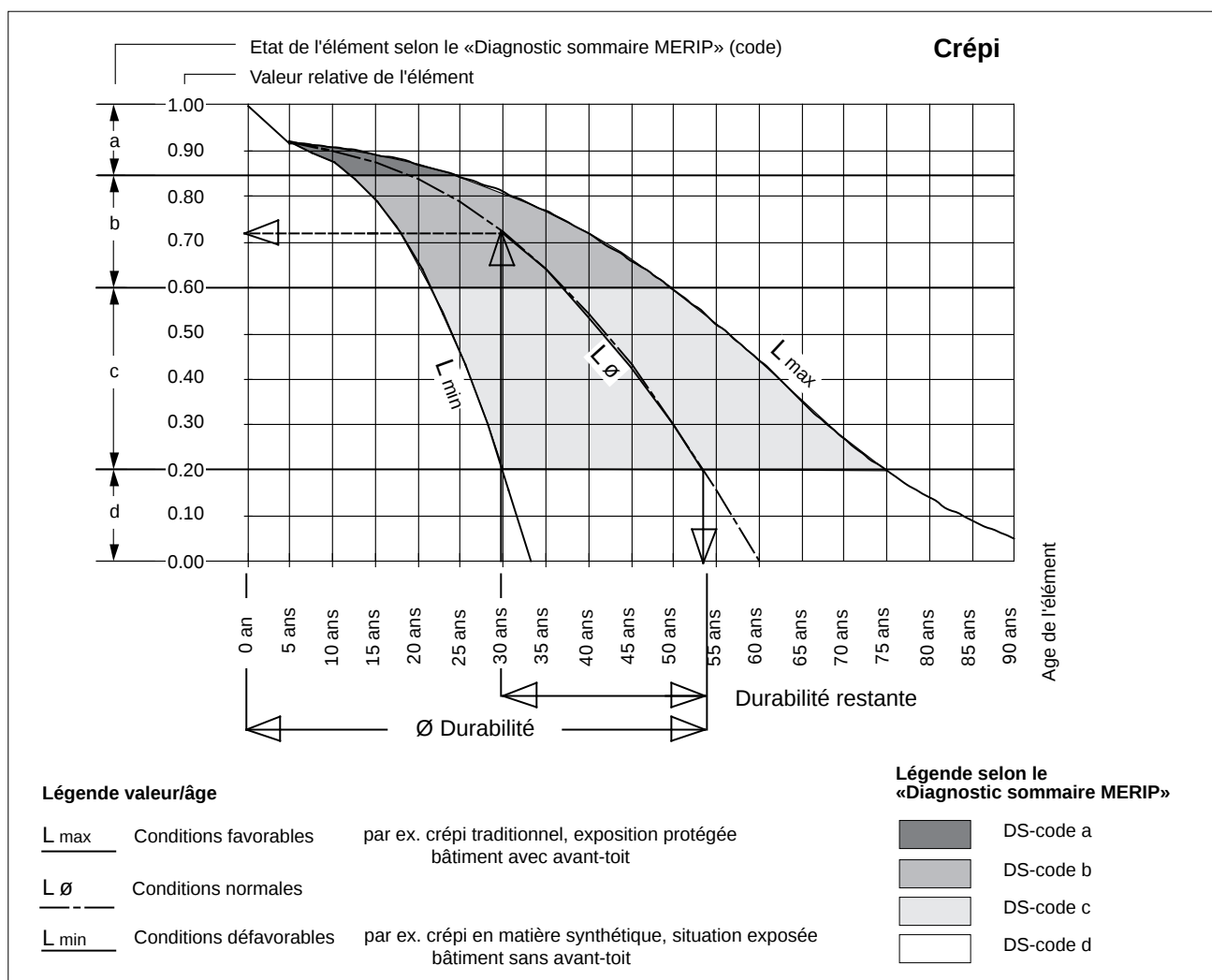


Figure 3.3
Exemple

La durabilité totale tout comme la durabilité restante d'un élément ressort à la lecture du graphique :

Exemple

Question

Quelle est la durabilité, respectivement la durabilité restante du crépi encore existant ?

Données

Age 30 ans, crépi traditionnel, bâtiment exposé,

sans avant-toit, estimation de la valeur actuelle : 0,7 (DS-code b).

Choix de la courbe de vétusté

On peut retenir la courbe L_{ϕ} .

Détermination de la durabilité (L_{ϕ}), respectivement de la durabilité restante (DR)

L_{ϕ} 50-55 ans

DR 20-25 ans

3.1.3 Moment de remplacement

Combien de temps un élément d'origine subsiste-t-il sur le bâtiment ? La réponse à cette question nous est fournie par l'enquête menée sur 120 ouvrages gérés par le service immobilier de l'UBS (INTRAG), complétée par les données de 80 bâtiments évalués par le groupe de recherche dans le cadre de ce mandat (années de construction 1933-1973).

Le moment de remplacement moyen correspond au moment du remplacement du 50 % pour cent de l'élément considéré.

Le moment de remplacement diffère selon l'année de construction. Il est significatif de constater que le rythme de remplacement s'accélère sans cesse.

Si l'on analyse la durabilité sur la base des éléments d'origine encore existants sur les bâtiments d'habitation, un nouveau constat s'impose qui trouve son explication dans les stratégies de rénovation adoptées par les propriétaires : indépendamment de l'âge du bâtiment, l'enveloppe d'une grande partie des constructions a été remise en état dans les années 80. Ainsi, plus les bâtiments sont récents, plus leurs cycles de rénovation se raccourcissent. Ce n'est que pour les bâtiments construits après 1970 que les éléments d'origine sont, dans leur grande majorité, toujours conservés.

Le graphique ci-contre illustre l'état des éléments d'origine en fonction de la décennie qui a vu leur mise en œuvre.

Exemple de lecture

En 1983, 66 % des éléments de construction réalisés en 1943 sont conservés dans leur état d'origine. Ces éléments ont donc 40 ans d'âge.

En 1993, seulement le 50 % des éléments d'origine réalisés en 1943 subsistent (le moment de remplacement moyen est de 50 ans).

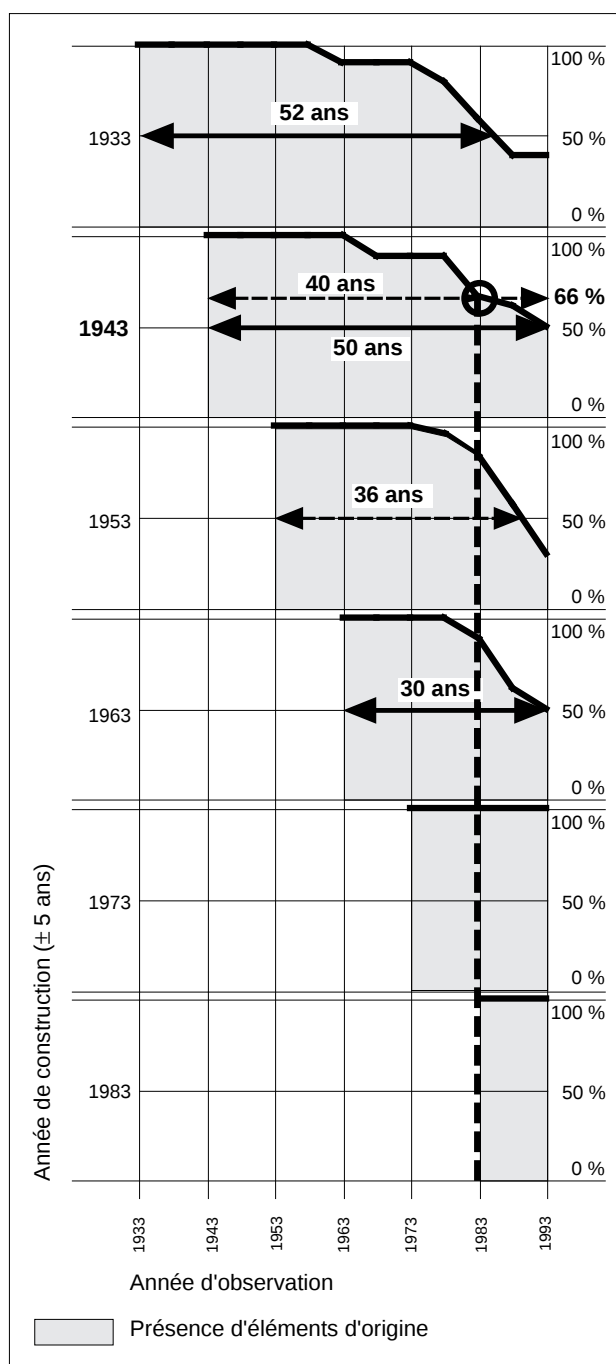


Figure 3.4
Exemple de lecture

3.2 Détail des éléments de construction examinés

3.2.1 Crépi (DS-03 / façades, surfaces extérieures)

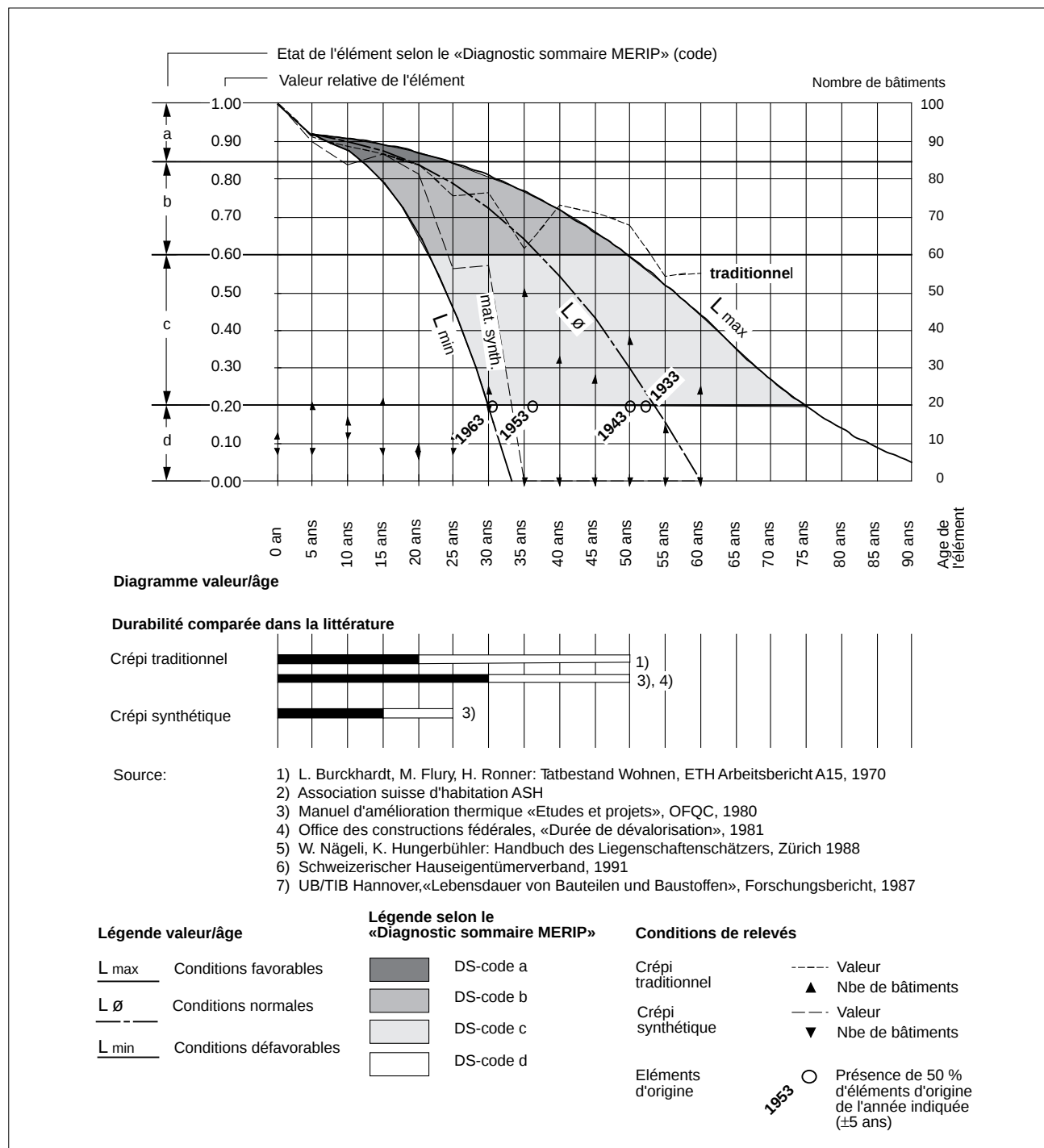


Figure 3.5

Crépi

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Nettoyage des salissures
- Réparations des petites détériorations du crépi
- Nouvelle peinture partielle

Remise en état

- Piquage local du crépi
- Pontage des fissures
- Peinture nouvelle
- Nettoyage sous pression et peinture de la façade tout entière

Remplacement/état limite d'utilisation

Les surfaces importantes de crépi tombant par plaques ne protègent plus la structure portante. La fonction de protection diminue proportionnellement aux surfaces décrépiées.

La valeur 0.2 est attribuée si de grandes surfaces de crépi sont détériorées

Valeur et vieillissement

D'une manière générale le vieillissement du crépi est influencé par le mode de construction et par la présence protectrice d'un avant-toit.

S'ajoutent à cela divers facteurs de vieillissement:

- Structure porteuse de la construction

Les fissures peuvent trouver leur origine aussi bien dans le crépi lui-même que dans le support. Il faut déterminer s'il s'agit de fissures de retrait, de fissures primaires dans la construction elle-même ou du support, ou de fissures secondaires.

Les atteintes au crépi surviennent d'ordinaire sous l'influence de l'humidité (bord de toit, sous-bassement, fissures primaires dans la structure porteuse)⁴.

Par le recours grandissant aux dalles en béton armé, en lieu et place des anciens planchers à solives et des dalles à hourdis, les mouvements de fluage et de retrait exercent des forces importantes sur les parois extérieures, de construction plus légère qu'autrefois.

Des ponts thermiques créent des mouvements de dilatation dans les constructions, qui peuvent être la cause de la détérioration des crépis.

- Des temps de construction accélérés, un travail moins soigneux propre à la période de haute conjoncture influencent négativement la durabilité.
- L'application de crépi en 2 couches seulement.

Orientation

On ne peut guère dresser de rapport pertinent, sur la base des bâtiments examinés, entre l'état des éléments de l'enveloppe et l'orientation du bâtiment. Cela s'explique par la situation des immeubles: ils se trouvent tous dans les ceintures urbaines du Plateau suisse, à des endroits pas trop exposés, et font partie de quartiers de maisons d'habitation de 3 ou 4 étages.

⁴ Dr. J. Blaich EMPA, Vorlesung ETH Nr. 10-528, Bauschäden-Analysen und Verhütung, 1992.

Types de crépi

La durabilité de tous les types de crépi varie entre 30 et 75 ans, selon l'intensité des travaux d'entretien (nouvelle peinture, par ex.)

• Crépis traditionnels

Sur la base de notre enquête les crépis traditionnels se situent dans une plage comprise entre L_0 et L_{max} , selon les éléments de protection existants et l'exposition du bâtiment.

Par comparaison, la littérature donne une durabilité inférieure, comprise entre 20 et 50 ans.

• Crépis en matière synthétique

Ces matériaux utilisés depuis les années 60 ans ont généralement une durabilité nettement inférieure et se situent dans notre diagramme entre L_{min} et L_0 .

La durabilité oscille entre 30 et 40 ans. L'évaluation dans la littérature est bien plus pessimiste : entre 15 et 25 ans.

Protection par un avant-toit

Un avant-toit d'au moins 15 cm exerce une influence positive sur la durabilité du crépi.

Une dégradation moyenne (valeur = 0.5) est atteinte après 50 ans (pour un crépi traditionnel sur un immeuble d'habitation de 2 à 4 étages).

Pour un crépi sans protection particulière, ce niveau de dégradation est atteint 10 à 20 ans plus tôt.

Autres aspects

• Peintures minérales sur le crépi

La peinture se lie au fond qui lui tient lieu de support. Le vieillissement se présente sous forme d'effacements continus de la couche de peinture, un processus plus ou moins rapide en fonction de l'exposition. Différents stades de « délavage » apparaissent, accompagnés de salissures, et forment l'image de la façade. Quoiqu'elle puisse être fortement délavée, elle n'apparaît pas comme défectueuse, même avec des peintures vieilles de 35 à 45 ans.

• Peinture formant une pellicule

Ce groupe de peinture présente un tout autre aspect de vieillissement.

La couche ne se dégrade pas de manière continue, mais se détache du fond par plaques. La façade apparaît rapidement comme détériorée.

Les peintures organiques peuvent se charger de courants statiques plus fortement que les peintures anorganiques. La charge statique accélère le processus de salissement de la façade.

• Crépis isolants

Influence du crépi isolant sur la formation d'algues sur la façade et sur son salissement : les bâtiments isolés thermiquement par l'extérieur et par les crépis sont, par rapport à des bâtiments comparables non isolés, beaucoup plus exposés à la formation d'algues, le soubassement en premier lieu.

L'aspect extérieur du bâtiment appelle de ce fait beaucoup plus rapidement des mesures d'entretien. Les cycles de rénovation s'accroissent, ou alors il faut s'accommoder de son apparence esthétique peu satisfaisante.

Sous le rapport de la consommation d'énergie, les vieilles constructions présentent, comparées aux bâtiments des années 60 et 70 ou même aux nouveaux bâtiments des années 1987-91, des valeurs acceptables. Aussi peut-on souvent renoncer pour ces vieilles bâtisses à une isolation supplémentaire.

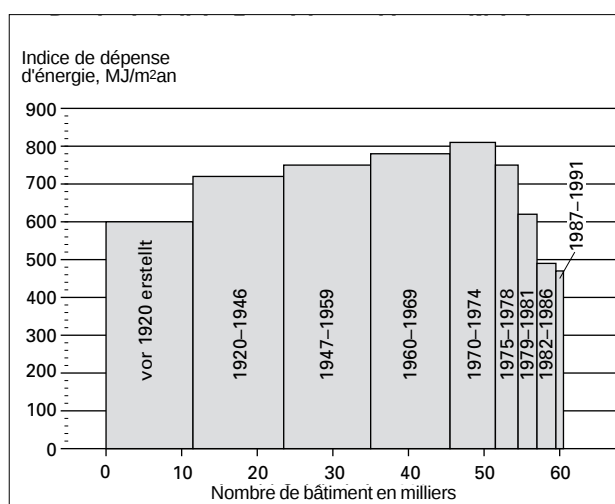


Figure 3.6

Indice de dépense d'énergie moyen d'immeubles d'habitation dans le canton de Zurich selon l'année de construction. Annuaire statistique du canton de Zurich, 1992

Source: Amt für technische Anlagen und Lufthygiene (ATAL), Gebäudekataster

Crépi

Moment de remplacement

Après 50 ans les bâtiments anciens ont conservé encore le 50 % de leur crépi d'origine. Dans la décennie 1983-1993, pour environ 50 % des bâtiments érigés entre 1948 et 1968, le crépi a été renouvelé.

Les nouvelles prescriptions relatives à l'isolation thermique des bâtiments déclenchent en grande partie ces rénovations, au cours desquels on applique sur l'ancien crépi une isolation périphérique crépie ou une façade ventilée.

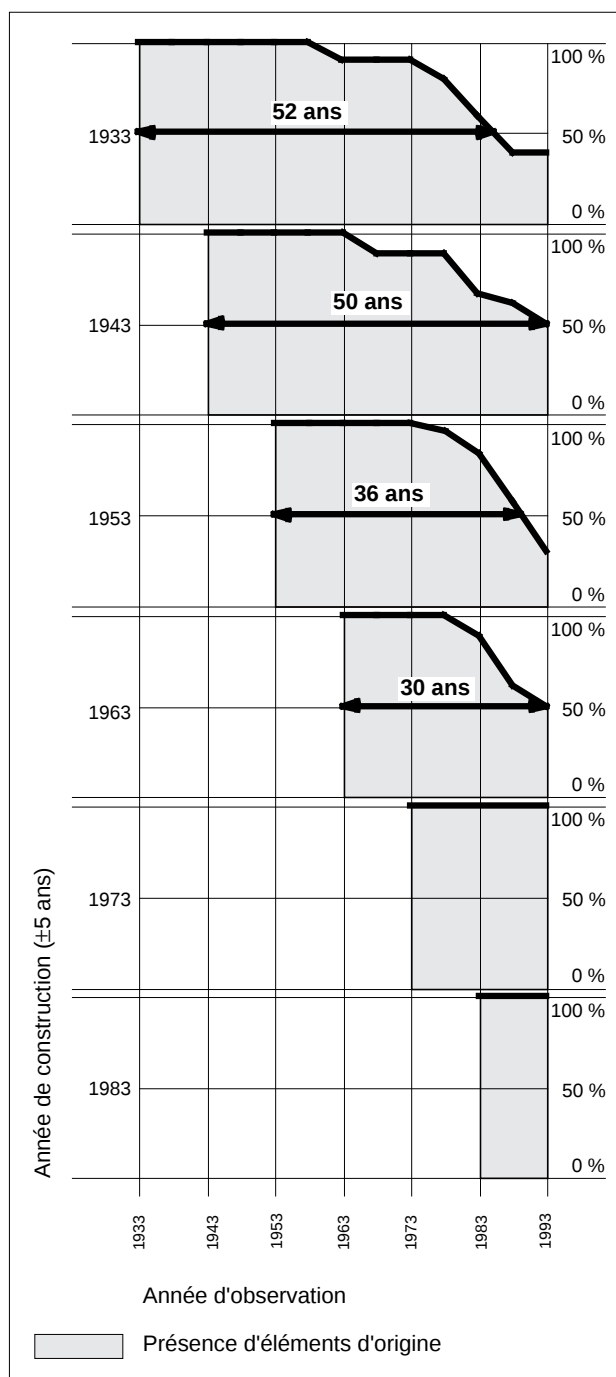


Figure 3.7
Moment de remplacement du crépi

3.2.2 Décorations de façade – Encadrements et corniches (DS-04)

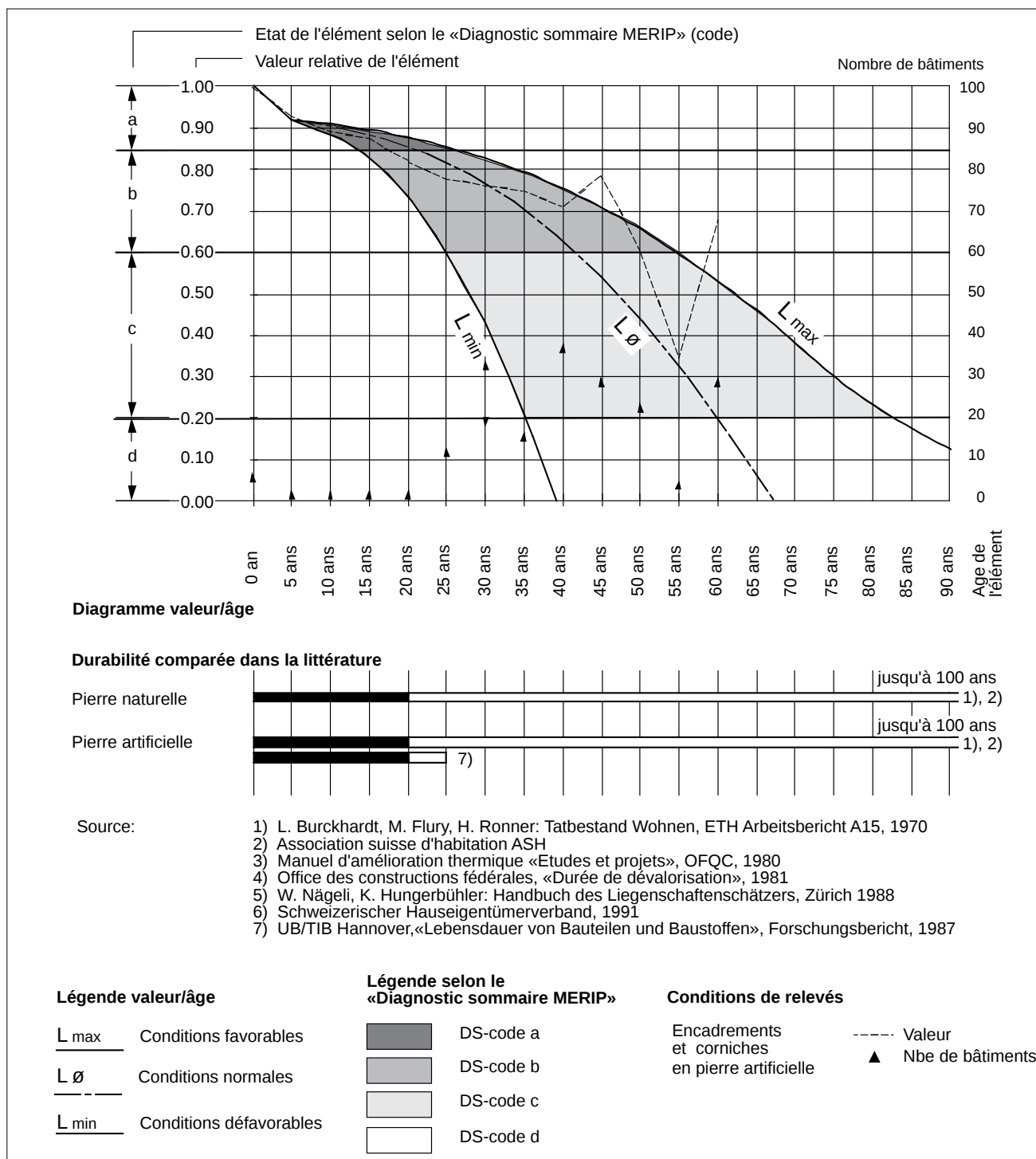


Figure 3.8

Décorations de façade

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Nettoyage
- Jointoyage au mastic
- Nouvelle peinture, imprégnation

Remise en état

- Remplacement partiel de parties détériorées
- Eventuellement nouvelle peinture, imprégnation

Remplacement, limite d'utilisation

Les matériaux présentant des signes de dégradation avancés et les éléments cassés ne remplissent plus leur fonction. Les éléments avoisinants en souffriront directement. Les ancrages déficients constituent une menace pour la sécurité. L'élément sera remplacé.

Un remplacement tardif entraîne des dommages bien plus importants.

Valeur et vieillissement

La courbe de vétusté des décorations de façade examinées correspond à la courbe L_0 ; des parties bien entretenues s'approchent de la courbe L_{max} . Les corniches, une fois défectueuses, se détériorent de manière accélérée.

Matériaux, surfaces

Les décorations de façade examinées (encadrements, corniches) ont été exécutées exclusivement en pierre artificielle (et partiellement peintes lors de l'exécution). En règle générale, lors d'une réfection de façade, ces parties ont également été peintes.

Orientation, avant-toit

Les décorations de façades exposées (côté intempéries ou bâtiments sans avant-toit) présentent des valeurs moins bonnes que la valeur moyenne (–5 à –10%). Les éléments côté sud présentent une valeur légèrement supérieure.

Moment de remplacement

La remise en état des encadrements et des corniches va de pair avec la réfection du crépi.

Autres aspects

Les corniches et moulures, dans une construction correcte, n'ont pas seulement un rôle architectural décoratif, mais elles assurent une fonction protectrice sur les éléments de construction dont elles constituent l'encadrement, tels que fenêtres et portes, et sur les autres parties de façade adjacentes (crépis, etc.).

3.2.3 Balcons et loggias (DS-05)

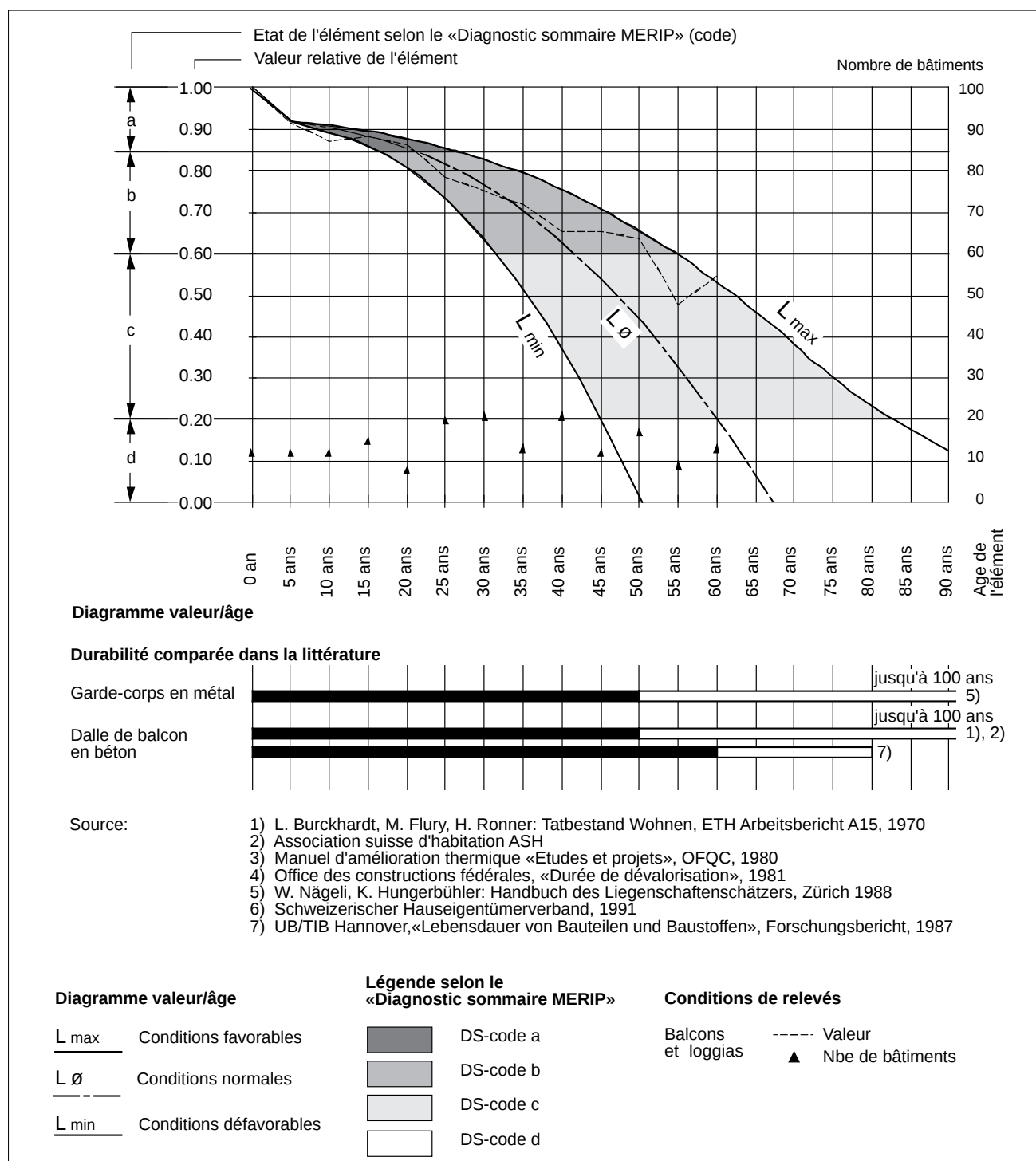


Figure 3.9

Balcons et loggias

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Nettoyage des écoulements
- Peintures des sols et des garde-corps
- Réparations des écailllements dans les parties frontales

Remise en état

- Elimination des surfaces de crépi détériorées, partiellement ou sur toute la surface
- Déroutillage des parties métalliques telles que armatures, poutres, garde-corps
- Application de couches anti-rouille
- Crépissage des parties frontales et des sous-faces
- Réparation du béton

Remplacement/état limite d'utilisation

L'état limite d'utilisation est atteint quand la charge de sécurité définie n'est plus garantie. La valeur 0.2 détermine la perte de fonctionnalité et la fermeture à toute utilisation. Le balcon sera démolé et refait à neuf.

Le remplacement tardif entraîne un déficit qualitatif pour l'ensemble de la construction. Le remplacement avant terme est assez fréquent si l'on peut obtenir une amélioration sensible, par exemple par l'agrandissement de la surface du balcon.

Valeur et vieillissement

Le balcon est examiné dans sa totalité, indépendamment des matériaux particuliers ou de son type de construction. Dans le graphique sont représentées (à l'exception de deux cas) pour moitié des constructions en béton avec parapets, et pour l'autre des constructions en béton/maçonnerie et des éléments métalliques.

L'analyse de la valeur moyenne du vieillissement présente une courbe presque linéaire pour toute la période relevée. En revanche, les valeurs minimales et maximales oscillent fortement.

Matériau, construction

Le mode de fixation des balustrades métalliques dans les balcons à dalles en béton détermine les risques de dégradation.

Orientation, avant-toit

Les balcons sont très exposés aux intempéries. Ils sont pour la plupart orientés du sud à l'ouest.

La présence d'un avant-toit n'a aucune incidence significative sur le vieillissement. La différence de qualité d'exécution, pour cet élément de construction exposé, pèse plus lourdement dans la balance.

Moment de remplacement

Dans les bâtiments examinés, le remplacement des balcons n'intervient dans la règle que pour agrandir leur surface. Concernant le moment de remplacement dû au vieillissement, on ne peut donc émettre aucune considération précise sur les causes de vieillissement.

Autres aspects

Dans le cadre des mesures d'amélioration thermique, les balcons très endommagés peuvent être complètement démolis et remplacés par des nouveaux, de construction indépendante.

3.2.4 Portes extérieures (DS-15/19)

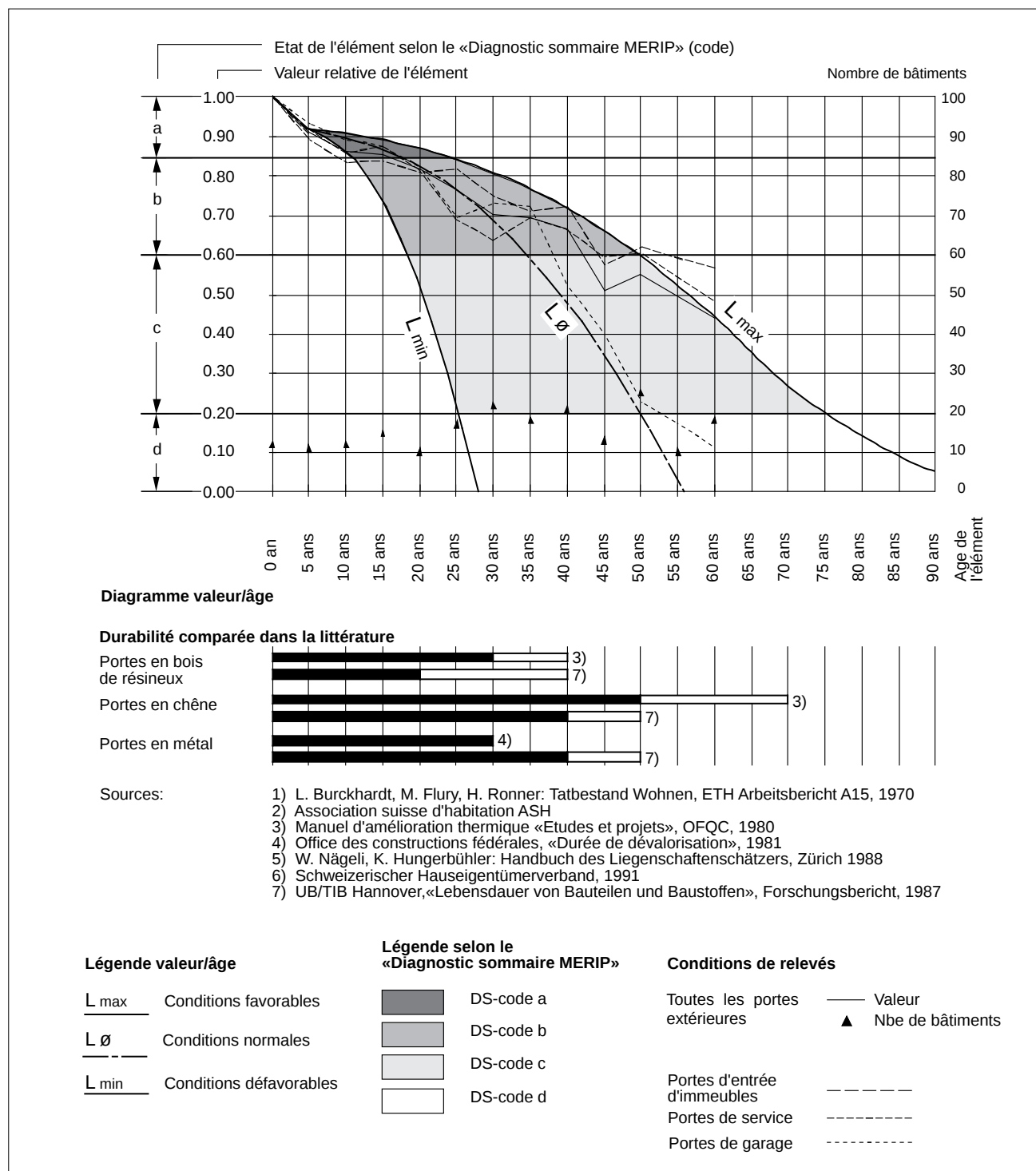


Figure 3.10

Portes extérieures

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Réglage, graissage des ferrements
- Renouvellement des joints d'étanchéité
- Peinture
- Remplacement ponctuel de vitres
- Réglage des ferme-portes

Remise en état

- Echange partiel des cylindres et ferrements
- Changement des plaques de protection
- Application d'une nouvelle peinture

Remplacement/état limite d'utilisation

Le remplacement intervient en cas de dommages importants des vantaux ou des cadres. Etant donné que la sécurité contre les infractions n'est plus garantie, les portes extérieures sont généralement rapidement remplacées.

Valeur et vieillissement

Les portes en métal ou en bois dur se maintiennent selon la courbe L_{max} , les portes extérieures en résineux selon L_0 et les portes à panneaux en matière synthétique (portes de garage) selon L_{min} .

L'exposition aux intempéries des portes extérieures entraîne un déplacement vers la courbe inférieure la plus proche.

Pour les portes principales, la courbe minimum n'a qu'un caractère théorique. En vue du maintien de son fonctionnement et de sa sécurité, l'entretien courant de cet élément est assuré de telle façon que la valeur moyenne de 0.3 à 0.4 n'est généralement pas dépassée.

Matériaux, surfaces

Les portes recensées sont principalement des portes en bois peintes ou vernies, en général partiellement vitrées.

Orientation, avant-toit

Les portes principales des bâtiments examinés sont pour la plupart situées en façades nord ou ouest et protégées d'un avant-toit. Les portes de service également sont dans leur majorité situées dans des endroits abrités.

Moment de remplacement

Les portes extérieures sont remises en état ou remplacées dans la plupart des cas lors d'une rénovation d'ensemble ou pour des raisons esthétiques tout à fait indépendantes de leur état.

3.2.5 Couverture de toiture (DS-26)

a) Couverture de toit en pente (DS-26.1)

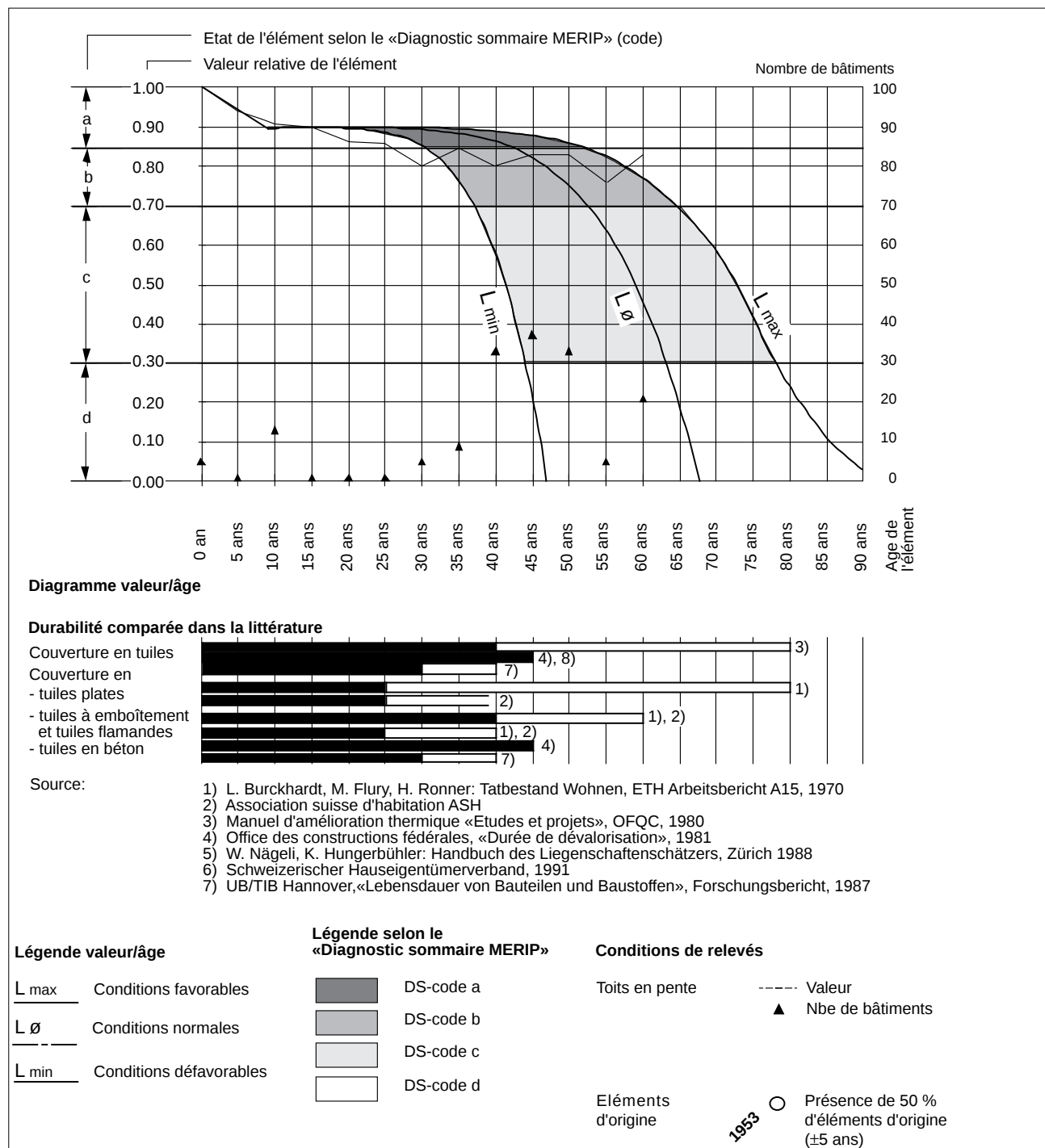


Figure 3.11

Couverture de toit en pente

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

Toiture en tuiles

- Changement des tuiles les plus endommagées
- Nettoyage des saletés et des mousses

Toits métalliques

- Renouvellement des couches de peinture sur tôles d'acier zinguées

Remise en état

- Brassage et remplacement partiel des tuiles
- Changement des lattes, des parties métalliques

Remplacement/état limite d'utilisation

La limite d'utilisation est atteinte quand la couverture de tuiles est gravement endommagée et qu'elle laisse l'eau s'infiltrer. La couverture et éventuellement le lattage et la sous-couverture sont à changer. Si des dégâts d'eau sont découverts après un certain laps de temps seulement, l'isolation thermique des combles pourrait elle aussi être changée.

Valeur et vieillissement

L'élément « Couverture de toiture en pente » au regard de sa valeur occupe une place privilégiée. La courbe de vétusté se maintient proche de l'horizontale jusqu'à la valeur 0.8.

La couverture remplit une fonction capitale dans le bâtiment, elle le protège de la pluie et de la neige, et les dégâts qui l'affectent se répercutent de suite sur d'autres parties du bâtiment. C'est pourquoi il importe de relever et de réparer immédiatement les infiltrations d'eau même peu importantes dans la toiture.

Un toit en pente est facile à contrôler de l'extérieur, et il est possible de procéder à des contrôles de l'intérieur pour les toitures non isolées.

Selon le matériau de couverture le « toit froid » est à placer entre les courbes L_0 et $L_{\max}$, tandis que le « toit chaud » tend vers $L_{\min}$.

Matériaux, surfaces

Pour toute la période considérée dans cette recherche, soit pour des immeubles réalisés depuis 1933, ce sont presque exclusivement des tuiles en terre cuite qui sont utilisées. La couverture en tuile forme une sorte de carapace en écailles, un procédé

garanti qui a perduré à travers les siècles, souple et ne prêtant le flanc à aucune critique concernant la pose et la résistance aux intempéries.

En complément à l'élément couverture objet de l'enquête, il faut mentionner les couches sous-jacentes: sous-couverture, couche ventilée, pare-vapeur, coupe-vent et isolation thermique. Ils forment, selon leur disposition, ce que l'on appelle des systèmes de couverture froide ou chaude.

Les couvertures froides disposent entre la sous-couverture et l'isolation thermique d'un espace où l'air circule librement; dans les vieilles maisons, ce sont les combles. De telles toitures réagissent bien en cas de défauts d'étanchéité, car l'assèchement est garanti par la ventilation naturelle et le contrôle de l'intérieur est possible.

Des toitures chaudes de conception incorrecte ou construites sans soins présentent des risques élevés de dégradation. L'humidité qui s'installe suite à des infiltrations ou à la diffusion de vapeur agit sur la construction, sans que cela soit immédiatement perceptible.

Les toitures froides se maintiennent mieux que les toitures chaudes. Lorsque ces dernières présentent des défauts de construction, les risques de dommages sont aussi importants que pour des toits plats.

Autres aspects

Isolation thermique des toits en pente posée après coup :

L'isolation thermique des toits en pente doit être complétée par une couche étanche à l'air et un pare-vapeur, ou par un pare-vapeur étanche à l'air. Dans le cas de couches d'isolation qui sont suffisamment étanches et imperméables à la vapeur, comme par exemple les isolations avec pare-vapeur incorporé, on peut se dispenser d'une étanchéité à l'air séparée à condition que l'étanchéité des joints et des raccords peut être garantie.

Dans les locaux présentant des exigences élevées du point de vue de la physique des constructions et dans ceux qui sont mis en surpression, les points de fixation du système porteur seront étanchéifiés de manière appropriée. La mise en place des couches suivantes et l'installation de conduites ne doivent pas provoquer d'interruption de la couche étanche d'air.

Pour les toitures froides il suffit d'un pare-vapeur d'une résistance à la diffusion d'au moins $R_D = 2 \text{ m}^2 \text{ hPa/mg}$, tandis que pour les toitures chaudes on adaptera la résistance à la diffusion du pare-vapeur à celle des couches suivantes placées du côté extérieur de l'élément.

Pour les bâtiments situés jusqu'à 800 m d'altitude, la hauteur minimale de la couche d'air circulant entre la sous-couverture et la couche d'isolation est fonction de la longueur des chevrons et de l'inclinaison du toit⁵.

⁵ Blaich : Bauschäden. EMPA. Dübendorf. 1992.

Couverture de toit en pente

Moment de remplacement

La couverture se maintient en bon état sur l'ensemble de la période considérée. Cela n'est pas étonnant. L'élément «couverture de toiture» entraînant des dommages consécutifs aux éléments adjacents déjà après des détériorations peu importantes, son maintien en bon état est essentiel.

Cet élément sera donc soumis à un contrôle continu. Les endroits défectueux seront aisément identifiés. De cette manière la toiture sera conservée en excellent état pendant longtemps. Une proportion importante de tuiles abîmées – l'éclatement des surfaces p. ex. consécutivement à l'action du gel – indique l'état limite d'utilisation et incite à la rénovation. Mais de telles dégradations ne peuvent être observées en général que dans les bâtiments inutilisés ou anciens.

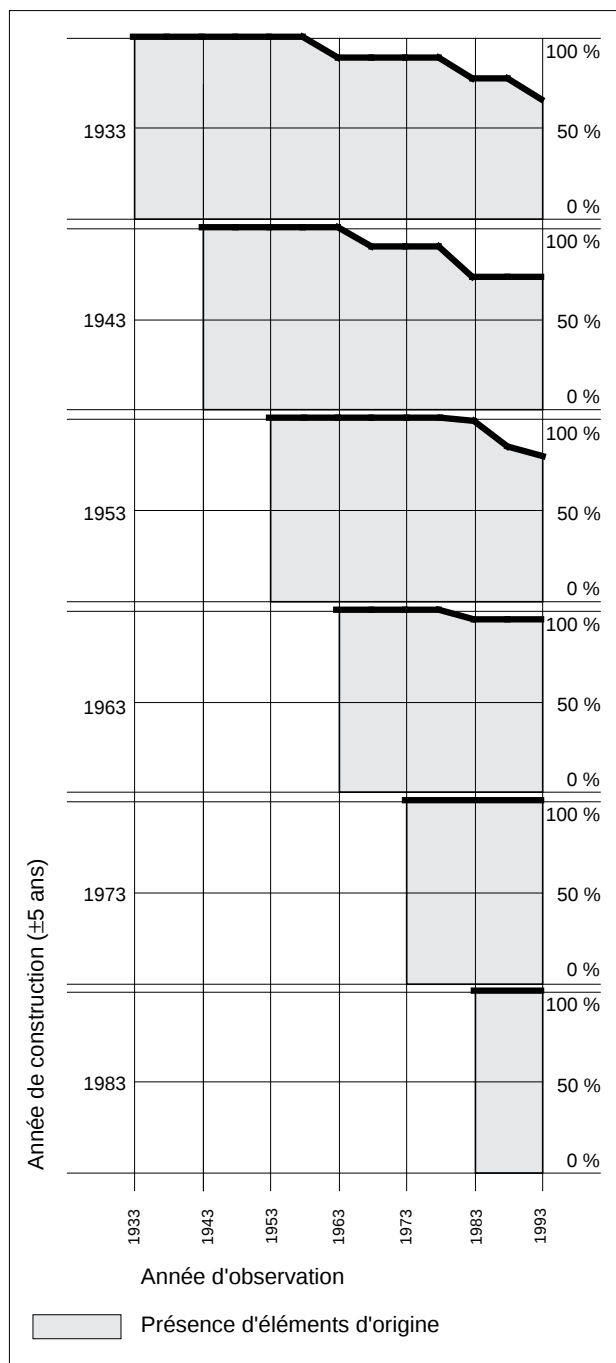


Figure 3.12
Moment de remplacement de la couverture de toiture

b) Couverture de toit plat (DS-26.2/3)

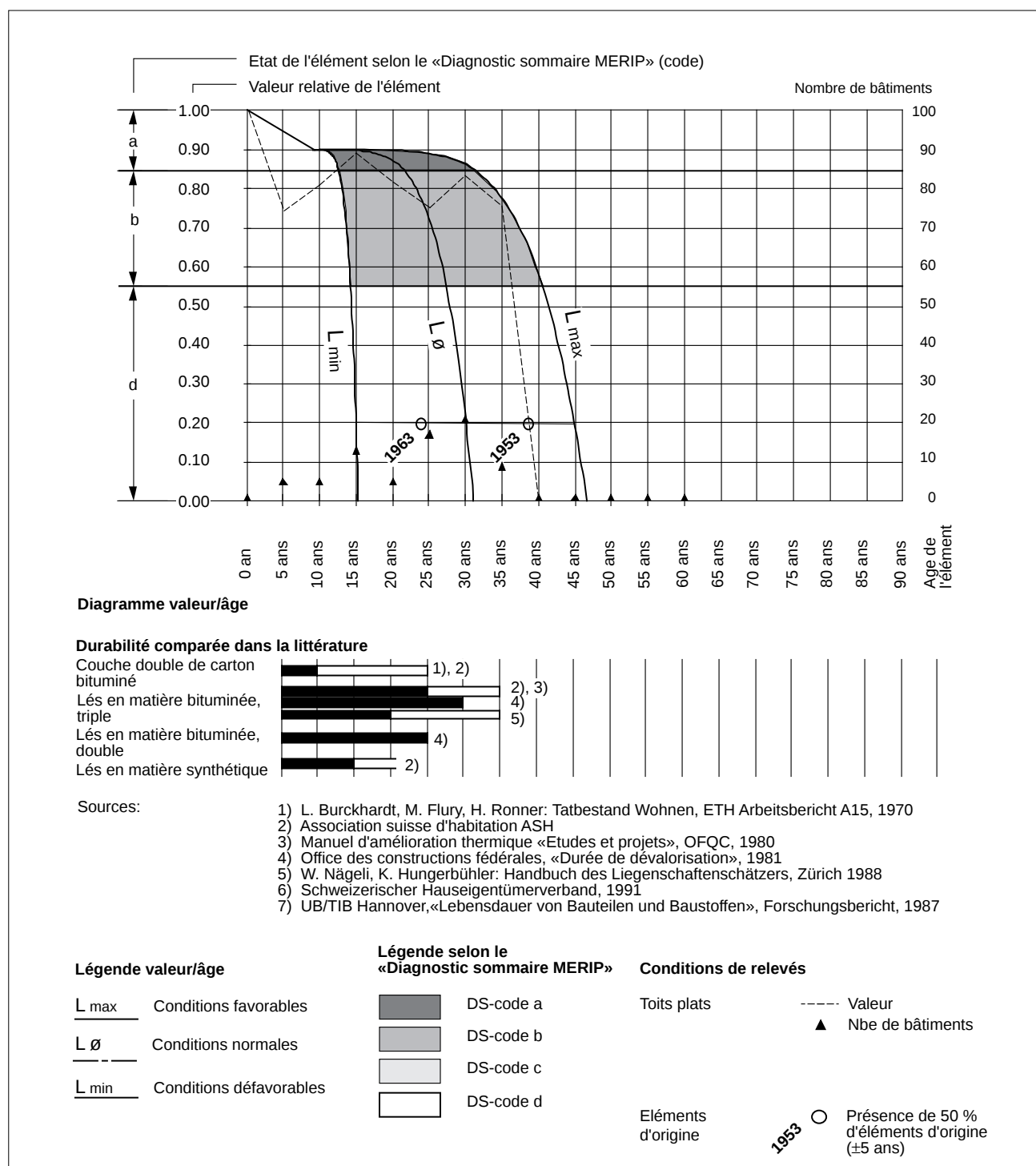


Figure 3.13

Couverture de toit plat

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Enlèvement des saletés (boue, feuilles, élimination de la prolifération de plantes)
- Nettoyage des naissances et des écoulements
- Nettoyage, apport complémentaire de gravier
- Réparation des petits dommages (étanchéification des points de pénétration, points faibles des lés d'étanchéité, etc.)

Remise en état

- Réparation ou remplacement partiel de l'étanchéité
- Couche supplémentaire d'étanchéité sur l'étanchéité existante
- Changement des raccordements et des rives
- Réglage des joints de dilatation

Remplacement/état limite d'utilisation

L'état limite d'utilisation est atteint en cas d'étanchéité défectueuse, détrempage de l'isolation thermique, décollement des raccordements et des rives, rétrécissement des monocouches en matière synthétique.

La couverture tout entière est à changer, raccordements et rives compris

Valeur et vieillissement

L'appréciation de l'élément « toit plat » s'avère des plus difficile. L'étanchéité étant d'ordinaire sous une couche de protection, dans le cas des toitures inversées même sous une isolation thermique, elle se dérobe au contrôle visuel. Seules les extrémités des surfaces d'étanchéité sont visibles. Ce qui ne permet guère de tirer des conclusions sur l'état général du toit plat.

On ne peut que conclure à un problème d'étanchéité général si des infiltrations se produisent. Les endroits défectueux sont généralement difficiles à localiser et la chute brutale de la valeur de la toiture (en dessous de la limite de fonctionnalité), avec finalement la perte d'étanchéité de la toiture entière en est la conséquence. La durabilité moyenne est d'environ 30 ans (selon diverses sources spécialisées, les toitures multicouches se conservent mieux que les toitures en lés monocouches synthétiques).

L'entretien des toits plats est souvent négligé.

Les effets pernicioeux de la croissance de végétation et du rayonnement solaire sur des surfaces non protégées ne sont pas suffisamment connus des propriétaires, concierges et gérants.

Deux raisons expliquent la reconnaissance tardive des dommages : premièrement le revêtement supérieur empêche le simple contrôle visuel. Deuxièmement les techniques d'étanchéification des toits plats font appel à des connaissances spécialisées et sont peu commodes à l'examen pour un non-professionnel. En outre la perpétuelle évolution des techniques et le recours à de multiples spécialistes constituent des obstacles à un entretien suivi.

Le contrôle de l'étanchéité n'est possible qu'après l'enlèvement de la couche de protection. Le coût de cette opération est très élevé, de telle sorte que l'on évite ce contrôle ou, dans le cas de toitures anciennes, on change des éléments constituant la couverture.

Matériaux, surfaces

Les toits examinés ont des étanchéités à base de cartons ou de lés en matière bitumée. La durabilité est assurée par l'indispensable couche de protection qui isole des rayons UV et des écarts trop grands de température. D'ordinaire cette couche est constituée de gravier rond ou, pour des toitures praticables, d'un revêtement de dalles.

Autres aspects

Isolation thermique supplémentaire des toits plats :

Une protection thermique supplémentaire peut être mise en place sur les étanchéités encore intactes selon la technique de la toiture inversée. Le coefficient de résistance thermique de la construction existante ne peut cependant pas dépasser 30 % du coefficient de résistance thermique $1/k$ de la nouvelle solution.

Toiture végétalisée:

La création d'une surface engazonnée apporte des avantages relativement à la vitesse d'évacuation de l'eau de pluie et aux écarts de température dus au rayonnement solaire.

Pour des engazonnements extensifs (mousses, herbes, succulentes) l'entretien est comparable à celui des toits plats revêtus d'une couche de protection sous forme de gravier.

Couverture de toit plat

Moment de remplacement

Le graphique de l'état des éléments d'origine se base sur les données fournies par le service immobilier de l'UBS. Dans la décennie de 1933-1943, les éléments « toits plats » sont très peu nombreux, à cette époque peu de constructions à toit plat ont été édifiées.

La couverture des toits plats réalisés dès 1953 a été remplacée en même temps que celle réalisée dès 1963 et atteignent en moyenne une durabilité supérieure de 6 ans.

Cela s'explique par divers facteurs. Lors des années 60, années de haute conjoncture dans la construction, de nouveaux systèmes qui facilitent le travail de mis en œuvre sont utilisés. La qualité des matériaux et de l'exécution a chuté et, avec elle, la durabilité.

Une autre raison au remplacement prématuré des couvertures de 1963, c'est qu'une grande partie des immeubles gérés par le service immobilier de l'UBS a été rénovée dans les années 80.

En moyenne le remplacement intervient après 30 ans environ, ce cycle diminue cependant toujours plus pour les constructions les plus récentes.

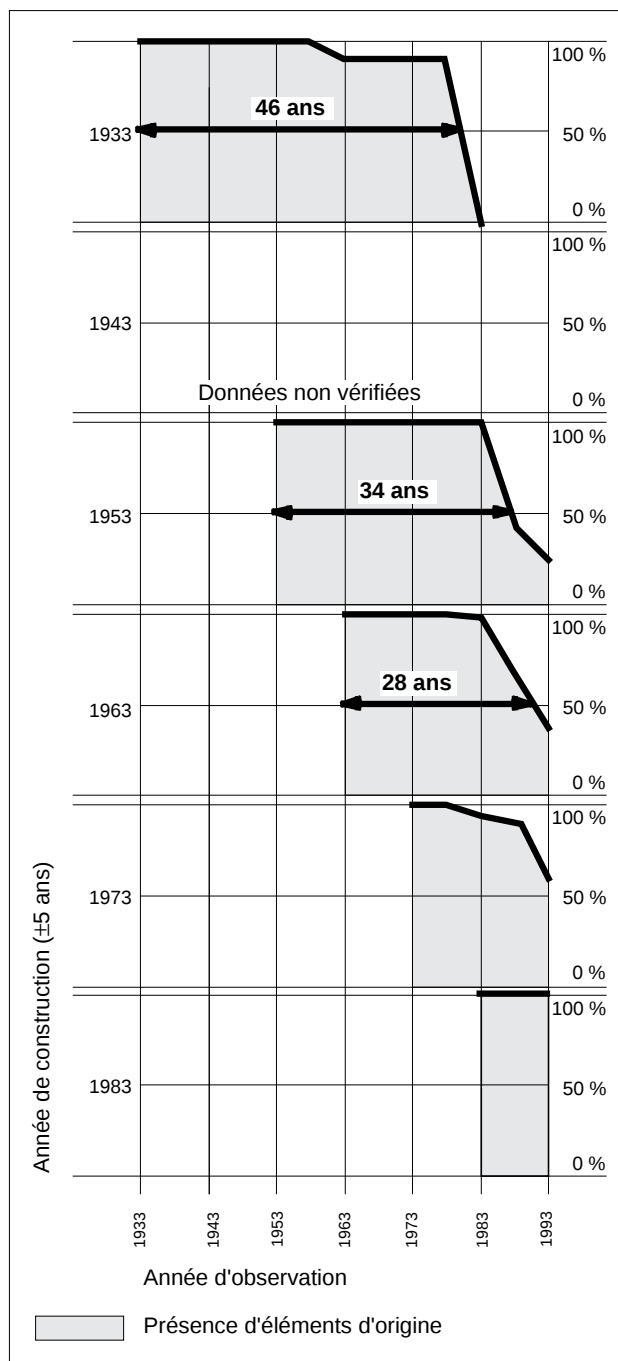


Figure 3.14
Moment de remplacement de la couverture du toit plat

3.2.6 Ferblanterie (DS-31)

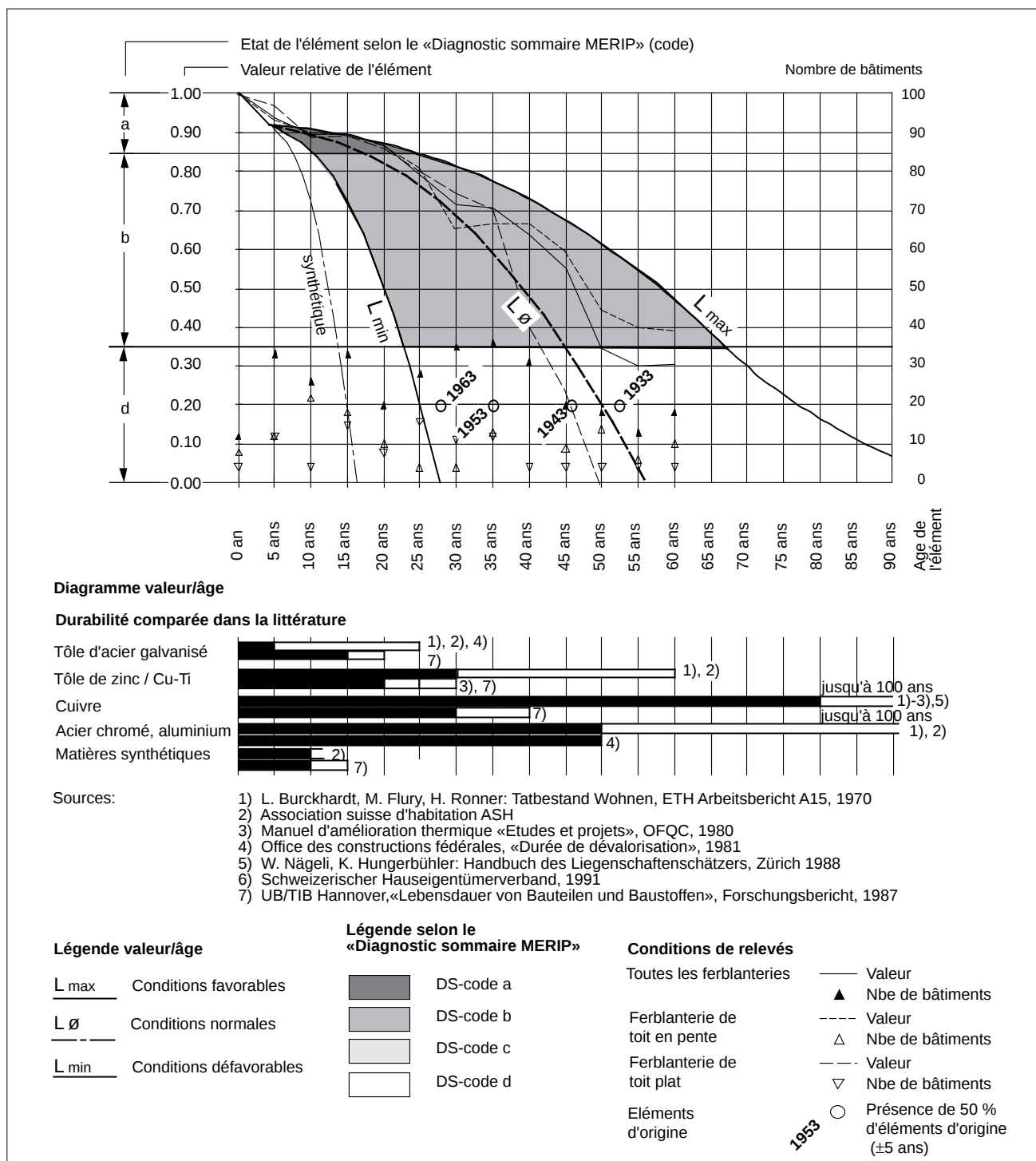


Figure 3.15

Ferblanterie

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Nettoyage des chéneaux
- Retouche/remise en état des peintures
- Réparation des parties déformées

Remise en état

- Remplacement d'éléments de ferblanterie

Remplacement/état limite d'utilisation

Le remplacement intervient à la suite de détériorations importantes dues à la corrosion (chéneaux et les écoulements perforés). En règle générale, la ferblanterie des toits plats doit être remplacée lors du renouvellement de l'étanchéité.

Pour les toits en pente les travaux de ferblanterie seront engagés lorsque l'on envisage la pose d'une sous-couverture et/ou d'une isolation thermique sur les chevrons.

Ferblanterie des toits en pente

Valeur et vieillissement

Parmi les tôles, il faut bien distinguer celles qui résistent au vieillissement de celles qui s'altèrent rapidement. A cette dernière catégorie appartiennent les tôles en acier ou en fer galvanisé ou zingué qui, pour la plupart, sont à peindre. Leur vieillissement est très marqué. Dans une première phase, la peinture se dégrade, puis la couche de zinc disparaît peu à peu, laissant pour finir le fer apparent qui va se désagréger sous l'effet de la rouille. Selon le degré d'exposition, ce processus se déroule plus ou moins rapidement.

Les tôles de zinc se maintiennent selon la courbe L_{ϕ} , les tôles d'acier galvanisé se situent entre la courbe L_{ϕ} et L_{min} . Les chéneaux en matière synthétique vieillissent encore plus mal.

Parmi les matériaux existants qui vieillissent bien, citons le cuivre, l'acier chromé, l'aluminium, etc. Exception faite des dommages mécaniques, ces matériaux ne souffrent que légèrement du temps. Ils se situent dans la zone de la courbe L_{max} . Ajoutons qu'aujourd'hui la pollution atmosphérique accélère aussi le processus de vieillissement de ces matériaux.

Matériaux, surfaces

Jusque vers le milieu des années 60 les travaux de ferblanterie étaient presque exclusivement exécutés en tôle d'acier galvanisé. Une fois peinte, sa qualité s'en trouvait améliorée. Et l'entretien périodique de la peinture prolongeait sa durabilité de façon notable.

Dès 1965 la tôle d'acier galvanisé est remplacée toujours plus par le cuivre et plus tard par les matières synthétiques. Ces dernières, en raison de leurs propriétés mécaniques (friabilité), ne se sont pas imposées.

Ferblanterie des toits plats

Valeur et vieillissement

La ferblanterie des toits plats est plus diversifiée que celle des toits en pente. La technique de mise en œuvre et d'assemblage et la qualité des matériaux sont déterminantes pour la durabilité de toute la toiture.

On peut distinguer la ferblanterie destinée aux raccordements ou aux rives des éléments de toiture de celle qui a pour mission d'évacuer les eaux pluviales. La maintenance et la remise en état ne sont possibles que de manière limitée. La ferblanterie endommagée du toit plat engendre toujours des dégâts immédiats aux éléments adjacents. Leur contrôle est difficile, beaucoup d'éléments étant complètement ou en partie cachés.

La dégradation n'évolue pas de manière continue. De légers dommages entraînent déjà des frais importants. Pour supprimer les risques de dégâts connus ou supposés, il n'y a pratiquement que la solution du remplacement.

Indépendamment de l'état de l'élément, la dévalorisation de la ferblanterie de toit plat dépend étroitement de la dégradation de l'étanchéité.

La durabilité de la ferblanterie de toits plats oscille entre 20 et 30 ans.

Matériaux, surfaces

Le choix des matériaux sera souvent dicté par la composition et la structure du toit plat dans son ensemble.

Ferblanterie

Moment de remplacement

La ferblanterie des toits en pente forme un élément indépendant de la toiture. Le moment de remplacement peut être déterminé en toute liberté. Les dégâts consécutifs à leur détérioration sont peu à craindre, à l'extrême on rencontre des chéneaux perforés sur des maisons habitées qui perdent à longueur d'année.

Lors d'une rénovation complète de l'enveloppe d'un bâtiment la ferblanterie est en général remplacée par la même occasion. Indépendamment de ce cas, la ferblanterie détériorée en tôle est souvent remplacée dans sa totalité par une nouvelle en cuivre ou en acier chromé.

La ferblanterie des toits plats est partie intégrante de l'étanchéité du toit plat. C'est pourquoi la durabilité de l'un dépend de celle de l'autre. Il est de règle d'utiliser des matériaux présentant une bonne résistance; certains systèmes présents sur le marché offrent des tôles spécialement traitées.

Lors du remplacement de l'étanchéité, la ferblanterie doit aussi être changée. Ce qui survient la plupart du temps avant que sa limite d'utilisation soit atteinte.

Le graphique du moment de remplacement présente une durabilité étonnamment élevée, spécialement pour les constructions d'avant 1963 pour lesquelles les tôles galvanisées et peintes sont utilisées. La relative facilité d'entretien des tôles au moyen de peinture peut prolonger la durabilité de façon décisive, entraînant une très longue période d'utilisation.

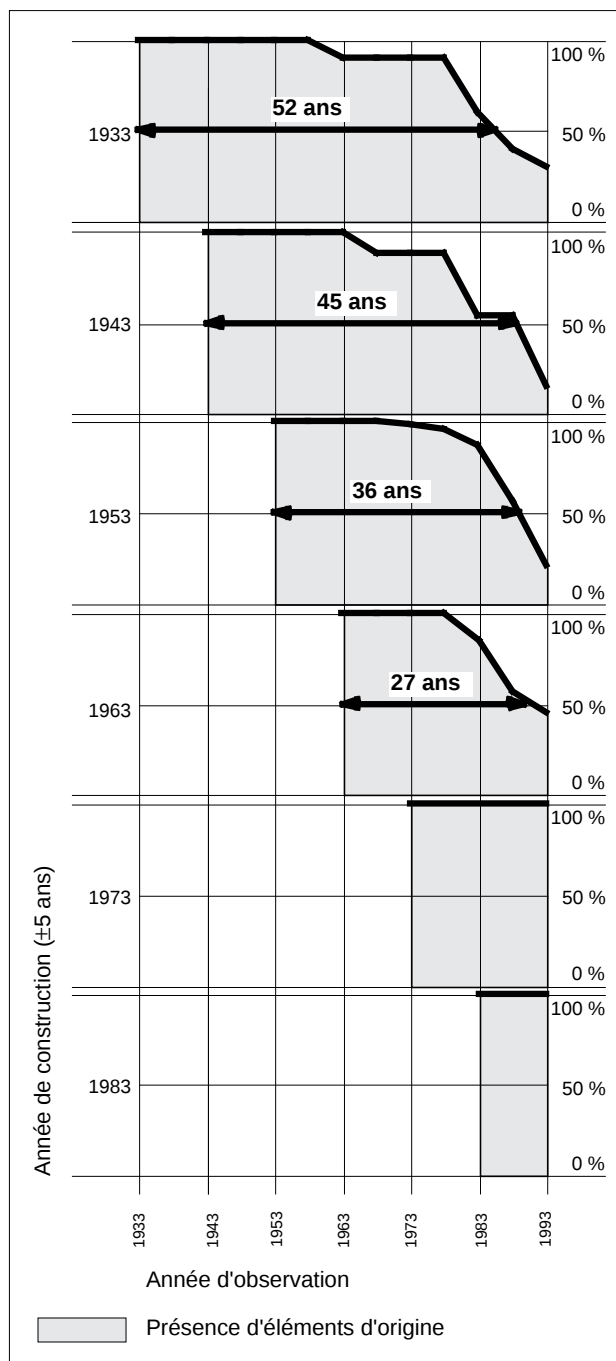


Figure 3.16
Moment de remplacement de la ferblanterie

3.2.7 Fenêtres (DS-39)

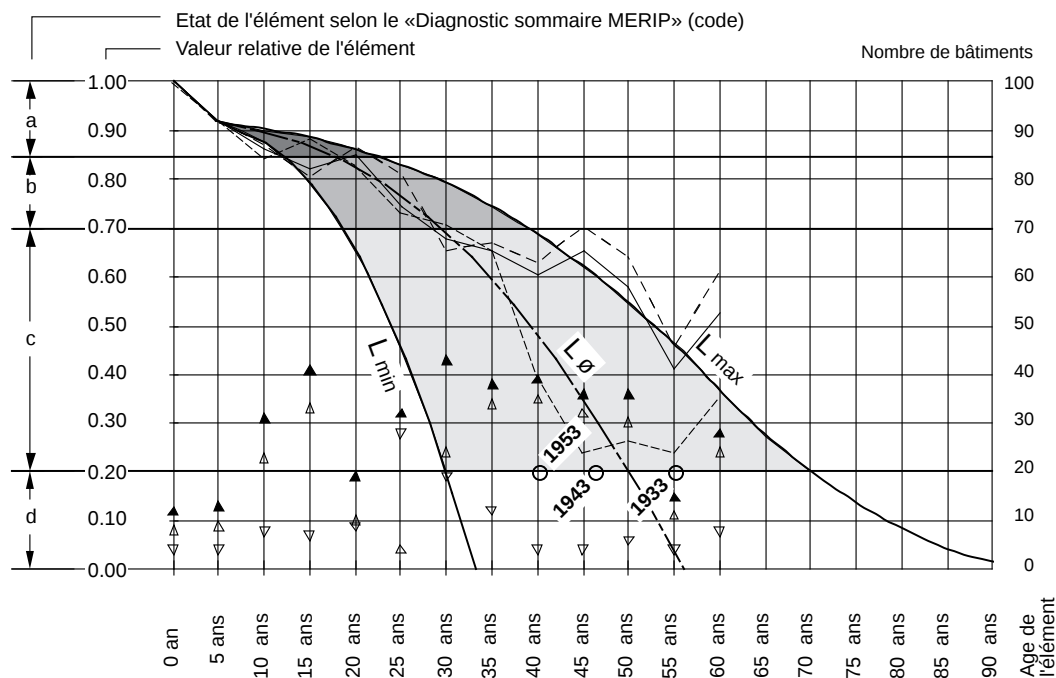
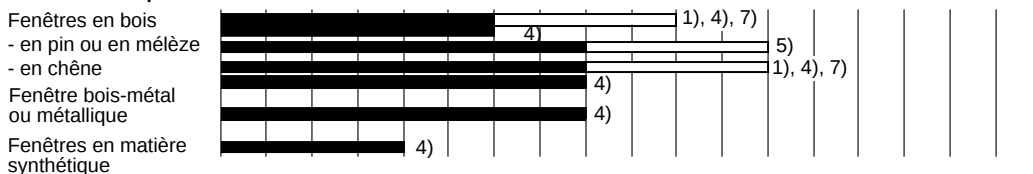


Diagramme valeur/âge

Durabilité comparée dans la littérature



Sources:

- 1) L. Burckhardt, M. Flury, H. Ronner: Tatbestand Wohnen, ETH Arbeitsbericht A15, 1970
- 2) Association suisse d'habitation ASH
- 3) Manuel d'amélioration thermique «Etudes et projets», OFQC, 1980
- 4) Office des constructions fédérales, «Durée de dévalorisation», 1981
- 5) W. Nägeli, K. Hungerbühler: Handbuch des Liegenschaftenschätzers, Zürich 1988
- 6) Schweizerischer Hauseigentümerverband, 1991
- 7) UB/TIB Hannover, «Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen», Forschungsbericht, 1987

Légende valeur/âge

<u>L max</u>	Conditions favorables
<u>L ø</u>	Conditions normales
<u>L min</u>	Conditions défavorables

Légende selon le «Diagnostic sommaire MERIP»

	DS-code a
	DS-code b
	DS-code c
	DS-code d

Conditions de relevés

Toutes les fenêtres	— Valeur
	▲ Nbe de bâtiments
Fenêtres de bâtiment avec avant-toit	- - - Valeur
	△ Nbe de bâtiments
Fenêtres de bâtiment sans avant-toit	- - - Valeur
	▽ Nbe de bâtiments
Eléments d'origine	○ Présence de 50 % d'éléments d'origine (±5 ans)

Fenêtres**Informations sur le cycle de vie****Maintenance**

- Nettoyage des écoulements d'eau, ajustage, graissage des ferrements
- Remplacement des joints d'étanchéité
- Nouvelle couche de peinture des parties exposées

Remise en état

- Changer en partie les ferrements
- Ponçage et nouvelle peinture
- Remplacement partiel des verres
- Remplacement des verres isolants

Remplacement/état limite d'utilisation

L'état limite d'utilisation est atteint avec des cadres et des vantaux en mauvais état, des fermetures déficientes, le défaut de mastic et des infiltrations d'eau. Dans ce cas, les fenêtres sont à remplacer.

Valeur et vieillissement

La dégradation des fenêtres dépend de la protection par un avant-toit, de la profondeur suffisante de l'embrasure, du type de construction et du bois utilisé ainsi que du traitement des surfaces.

Les fenêtres à double vitrage en chêne ou en mélèze se situent près de la courbe $L_{\max}$.

Les fenêtres des bâtiments sans avant-toit ainsi que les fenêtres appliquées depuis l'extérieur sont près de la courbe $L_{\min}$.

Les fenêtres en sapin appliquées depuis l'intérieur voisinent L_0 .

La durabilité des fenêtres en matière synthétique telle qu'elle figure dans la littérature, oscille entre 20 et 25 ans.

Matériaux, surfaces

Jusqu'en 1973, la construction usuelle des fenêtres est celle à double vitrage. Depuis ce moment on fait appel au verre isolant.

Sur la base de nos observations, la durabilité des fenêtres à verre isolant est légèrement en dessous de celle des fenêtres à double vitrage.

Les verres isolants ont une durabilité moyenne de 15 à 20 ans. Dans le cadre d'une remise en état, les verres peuvent être changés sans problème particulier.

Au prix d'une maintenance régulière (peinture des parties extérieures exposées), la durabilité d'une fenêtre s'accroît. Les glaces et les peintures sombres sont à renouveler dans des intervalles plus rapprochés.

Les intempéries et l'ensoleillement influent fortement sur la dégradation des traitements de surface.

Autres aspects

Pour les fenêtres sans joints d'étanchéité, qui sont encore en bon état, leur remplacement pour des raisons d'économie d'énergie et d'étanchéité à l'air n'est pas indispensable aux endroits non exposés. Le remplacement des fenêtres par de nouvelles, étanches à l'air, peut entraîner des dégâts dus à l'humidité (condensation) si l'on renonce à des travaux d'isolation thermique complémentaire des façades.

Les recherches du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (LFEM) et du Programme d'impulsions bois ont montré que, dans les immeubles de construction massive avec des fenêtres en bois sans joints d'étanchéité, celles-ci remplissaient néanmoins les conditions d'étanchéité exigées de $n_{50} = 2.0 \text{ h}^{-1} - 4.5 \text{ h}^{-1}$.

Lors du remplacement de petites fenêtres à double vitrage ou de fenêtres avec une grande proportion de croisillons, les avantages et inconvénients des différents types de vitrage seront examinés.

Fenêtres

Moment de remplacement

L'état d'une fenêtre est déterminant pour l'aspect d'une façade. Une fenêtre remplit trois fonctions vitales : protection contre les intempéries, entrée de la lumière et vue sur l'extérieur, aération des espaces intérieurs par l'intermédiaire des vantaux mobiles. C'est un élément qui a subi une forte évolution technique ces dernières décennies, due notamment aux exigences grandissantes d'étanchéité à l'air, d'isolation contre le bruit et le froid. Lors de la pose de nouvelles fenêtres il faut tenir compte de l'humidité dégagée à l'intérieur des pièces (renouvellement d'air nécessaire).

Pour toutes ces raisons la fenêtre représente un élément de construction nécessitant un entretien important et, selon son orientation, elle sera soumise à des sollicitations plus ou moins sévères.

Un pas marquant dans la construction des fenêtres a été franchi par le remplacement du double vitrage par du verre isolant.

En tant qu'élément de construction particulier, les fenêtres peuvent s'entretenir et se changer séparément et indépendamment de l'entretien de la façade. En des endroits protégés et moyennant un entretien correct, la durabilité d'une fenêtre peut être prolongée quasi à volonté. Dans la pratique, ce sont avant tout les critères de fonctionnalité qui dictent le remplacement des fenêtres et – raison presque aussi importante – les critères esthétiques. Par le simple remplacement des fenêtres, la façade offre une image nouvelle et moderne. Les commodités d'entretien du verre isolant agissent comme arguments supplémentaires en faveur d'un remplacement, si bien que, depuis le milieu des années 70, lors de travaux de rénovation, on est tenté de remplacer l'ensemble des fenêtres indépendamment de leur état.

Le graphique ci-contre montre une diminution continue du moment de remplacement moyen, mais également une grande longévité des fenêtres datant d'avant 1970.

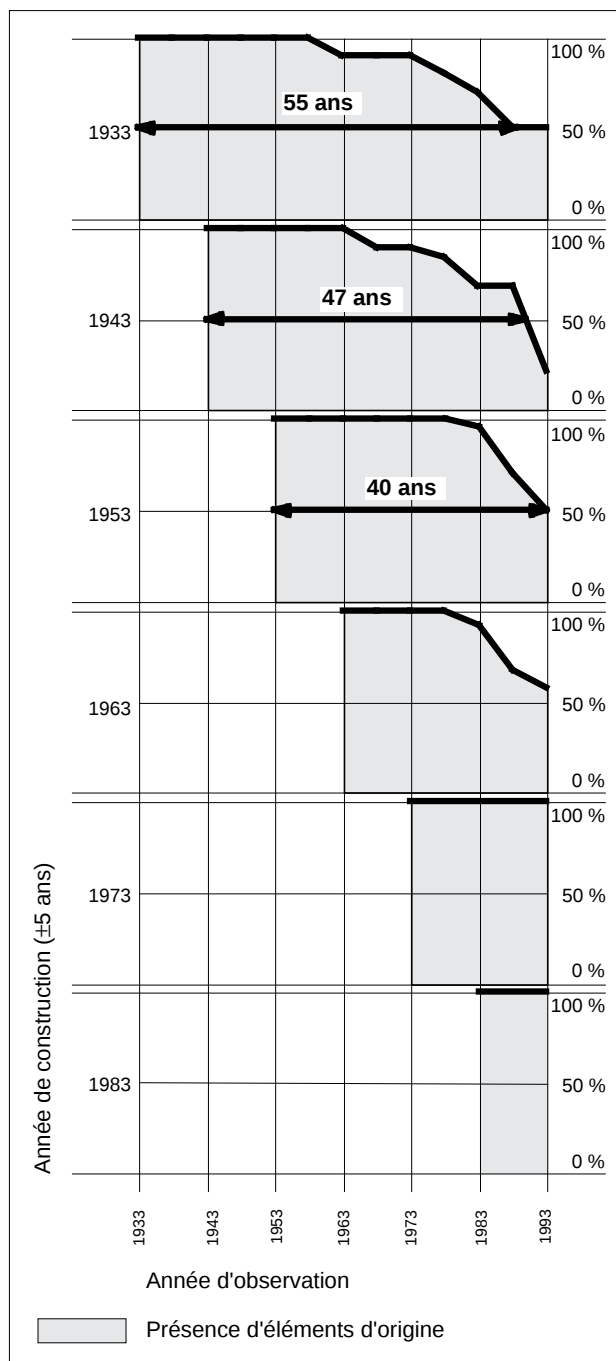


Figure 3. 18
Moment de remplacement des fenêtres

3.2.8 Volets, stores, protections solaires (DS-40/41)

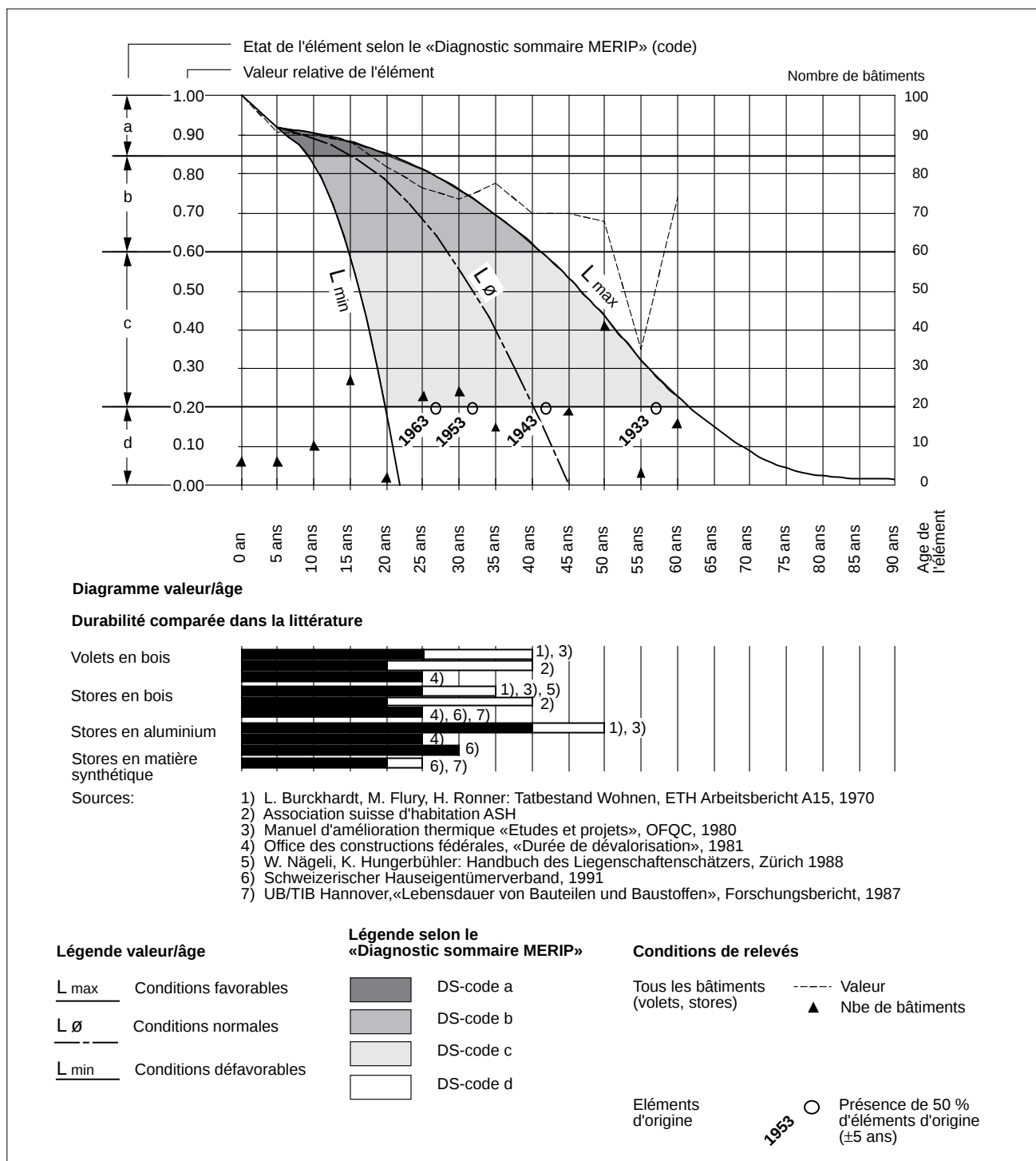


Figure 3.19

Volets, stores, protections solaires

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Changement des sangles
- Nettoyage et lubrification

Remise en état

- Lessivage, réparations ponctuelles, nouvelles couches de peinture
- Changement des lames ou rouleaux
- Remplacement du mécanisme de commande

Remplacement/état limite d'utilisation

Pour les volets en bois, la limite est atteinte en cas de ferrements arrachés ou défectueux, de planchettes brisées, de cadres tordus, ou quand le volet ne ferme ou ne s'ouvre plus.

Pour les stores, des sangles déchirées, un mécanisme d'entraînement défectueux indiquent que la limite d'utilisation est atteinte.

Valeur et vieillissement

Sur les bâtiments inspectés les volets en bois sont prédominants. Un certain nombre d'immeubles est équipé de stores en bois ou à lamelles métalliques.

On relèvera que les volets en bois, ouverts ou fermés, sont exposés en permanence aux intempéries, tandis que les volets roulants et les stores à lamelles sont protégés par le caisson en position relevée.

Volets et stores en bois ont une grande durabilité. Les valeurs trouvées dans la littérature sont trop basses. En réalité elle est proche de la courbe $L_{\max}$. Les stores en aluminium ont une durabilité comparable (les pièces qui s'usent comme les sangles, cordons, etc., doivent être changées plus vite = maintenance).

Les stores en matière synthétique offrent une durabilité qui suit la courbe $L_{\min}$.

Matériaux, surfaces

Les volets en bois sont d'ordinaire munis d'une peinture couvrante. La durabilité dépend fortement de la situation et du traitement de surface. Un entretien régulier garantit une durabilité élevée.

Orientation, avant-toit

L'emplacement sur le bâtiment et la protection par un avant-toit exercent une influence déterminante sur la durabilité.

Les volets en bois sont généralement posés sur des bâtiments aux toits en pente, tandis que l'on recourt plus volontiers aux volets roulants et aux stores à lamelles pour des bâtiments à toits plats.

Les deux types de protection contre les intempéries conservent, grâce à des éléments protecteurs, une durabilité appréciable. En plus de l'action des intempéries, on constate, en raison de leur fréquente utilisation, que volets et stores se dégradent plus fortement aux côtés exposés que sur les façades abritées.

Volets, stores, protections solaires

Moment de remplacement

L'entretien et le remplacement des volets se fait pièce par pièce, en fonction de leur état. Ils ne constituent pas des éléments déterminants pour une rénovation complète.

Mais, dans la pratique, cet élément est remplacé la plupart du temps dans le cadre d'une rénovation complète incluant les façades. Une opération qui intervient pour des raisons d'organisation de chantier (échafaudage par ex.), en relation avec l'exécution d'une isolation thermique extérieure ou pour moderniser l'aspect du bâtiment.

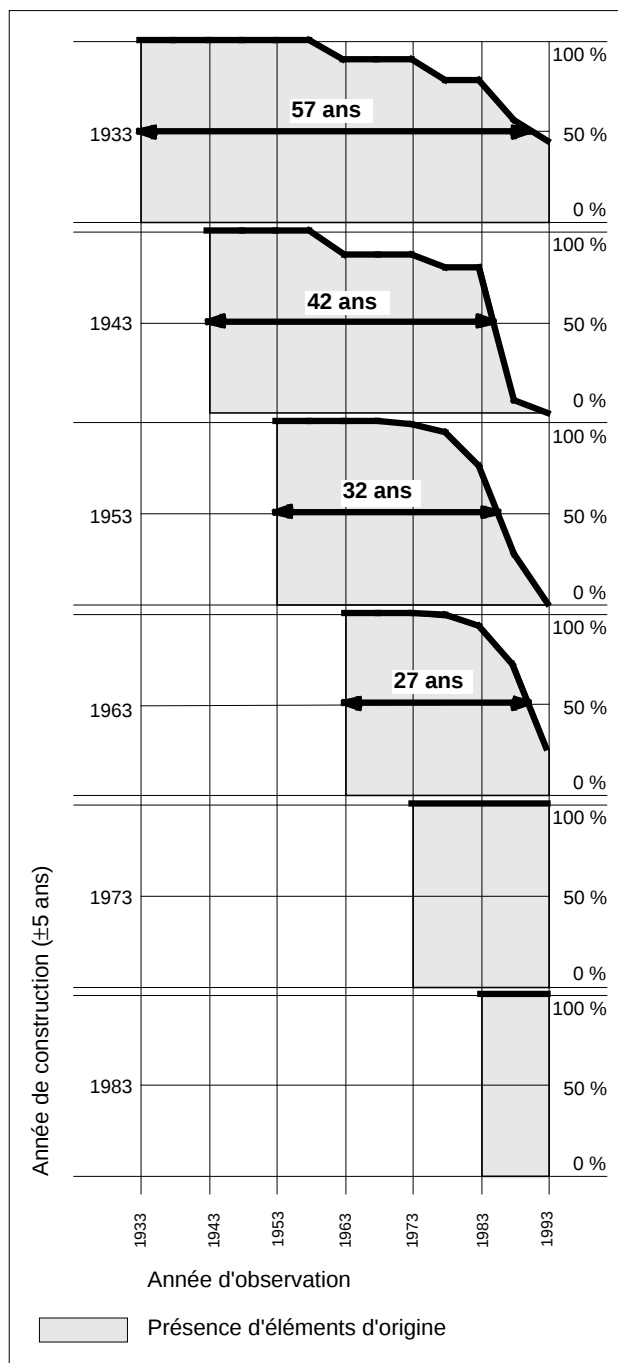


Figure 3.20
Moment de remplacement des volets et stores

Cuisines

3.2.9 Cuisines (DS-46)

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Remplacement des plaques de cuisson et des brûleurs à gaz
- Echange des joints de robinetterie
- Echange du filtre des hottes de ventilation
- Réglage des charnières et des rubans
- Traitement des plans de travail en bois

Remise en état

- Remplacement d'appareils tels que frigidaires, cuisinières
- Ponçage des revêtements en bois
- Recouvrement des arêtes de meubles et de leurs surfaces
- Remplacement de parties du mobilier comme les faces des tiroirs et les étagères
- Remplacement des éléments coulissants

En raison de pièces défectueuses introuvables, des appareils peuvent devenir inutilisables.

Remplacement/état limite d'utilisation

Des pannes techniques fréquentes et le manque de pièces de rechange nécessite le remplacement des appareils. Pour les agencements, la limite d'utilisation est fonction de leur degré d'usure.

D'habitude leur remplacement intervient plutôt pour des raisons de mode, en fonction de matériaux, de couleurs et de formes en vogue.

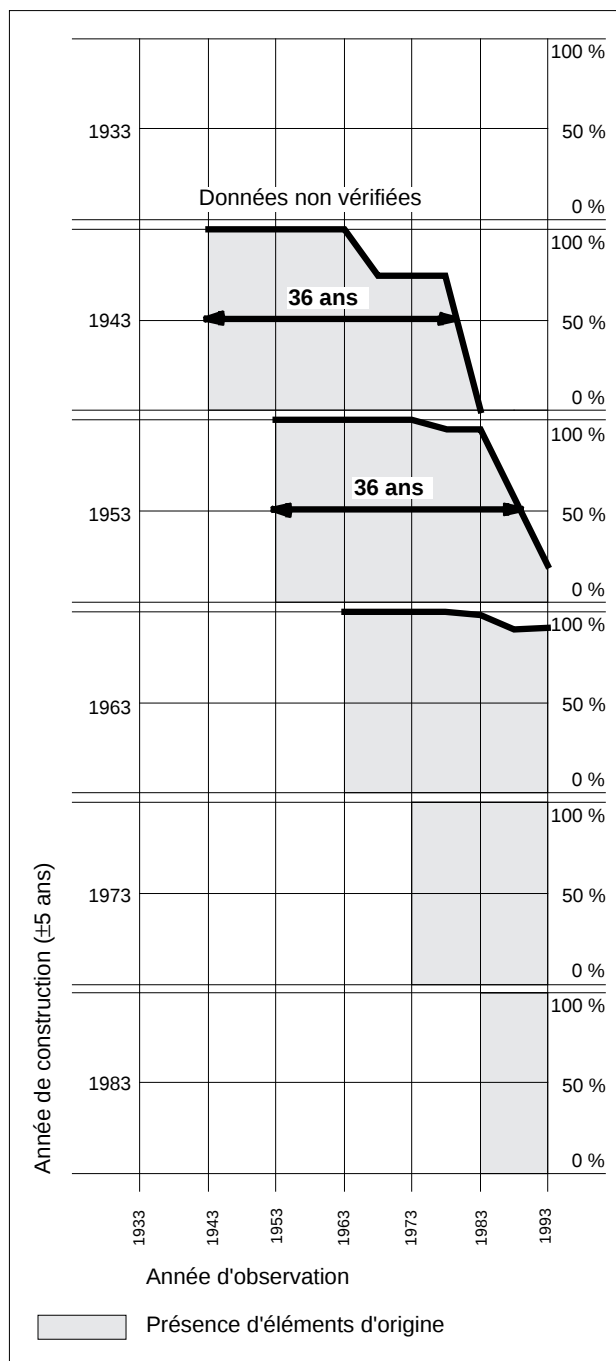


Figure 3.21
Moment de remplacement des agencements de cuisine

3.2.10 Installations sanitaires (DS-13/14 – 35 à 38)

Informations sur le cycle de vie

Maintenance

- Consolider les fixations, compléter les inscriptions
- Réparer l'étanchéité aux armatures
- Compléter l'isolation
- Echanger certains éléments tels que réducteurs de pression, filtres, compteur d'eau
- Rinçage des conduites d'écoulement et des conduites principales
- Nettoyage des siphons et des grilles d'écoulement

Remise en état

- Remplacement de colonnes de conduites dans leur totalité
- Remplacement de groupes d'éléments tels que distributeur d'eau, producteur d'eau chaude
- Remplacer et compléter les fixations des tuyaux
- Echanger les éléments manifestement endommagés

Remplacement/état limite d'utilisation

En raison de dépôts calcaires, le débit d'eau dans les conduites diminue. La corrosion intérieure et extérieure entraînent la rupture des conduites.

Les conduites d'évacuation sont attaquées par des eaux usées agressives. Lorsque la sécurité est passablement amoindrie, le remplacement de l'installation est entrepris par mesure de précaution.

La durabilité de l'installation dépend du choix des matériaux utilisés (cf. chap. 5.6).

Liste des éléments du diagnostic sommaire concerné

– Alimentation en eau, gaz	13
– Evacuation de l'eau	14
– Distribution de l'eau froide	35
– Distribution de l'eau chaude	36
– Distribution du gaz	37
– Conduites d'évacuation au niveau de la dalle de cave	38

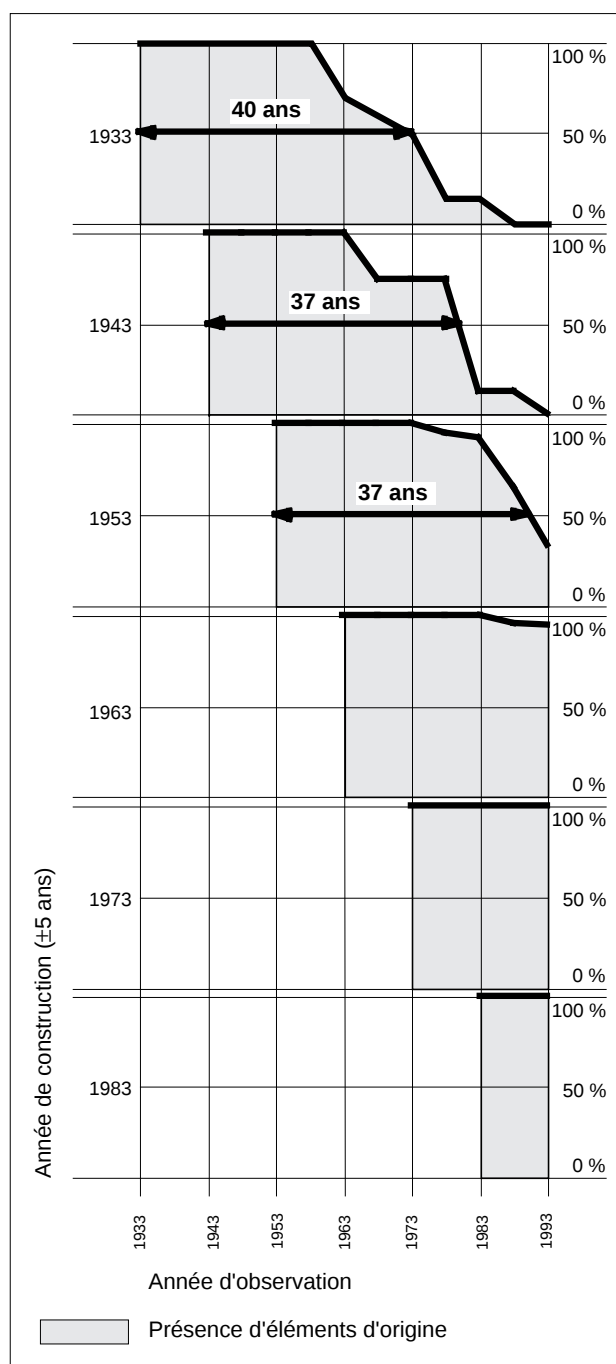


Figure 3.22
Moment de remplacement des installations sanitaires

Production de chaleur

3.2.11 Production de chaleur (DS-11)

Les installations de chauffage se composent de trois parties qui vieillissent fort différemment. Parmi celles dotées d'une grande longévité on compte les diffuseurs de chaleurs (radiateurs, chauffage par le sol) et la distribution de chaleur (réseau de conduites). La production de chaleur peut être mise hors d'usage en raison de la corrosion des éléments de la chaudière en contact avec l'eau et des prescriptions techniques en application de la Loi sur la protection de l'air.

Informations sur le cycle de vie

Maintenance de l'ensemble du système de chauffage

- Contrôles prescrits (fumées, etc.)
- Nettoyages périodiques par des spécialistes
- Purge du système de distribution et des radiateurs

Remise en état

- Changement des vannes de radiateurs
- Démontage et nettoyage des radiateurs
- Changement du brûleur
- Remplacement de la pompe et des vannes

Remplacement/état limite d'utilisation de la production de chaleur

En conformité avec l'Ordonnance sur la protection de l'air, toutes les installations de production de chaleur non conformes devront être changées. Le moment de remplacement d'une chaudière à mazout intervient après environ 20 ans de fonctionnement.

L'évaluation des données de l'UBS suggère une accélération du rythme des rénovations. Dans le graphique 3.23, l'Ordonnance sur la protection de l'air qui prescrit le remplacement des systèmes obsolètes et qui ne sont plus tolérés, n'exerce cependant pas encore ses effets.

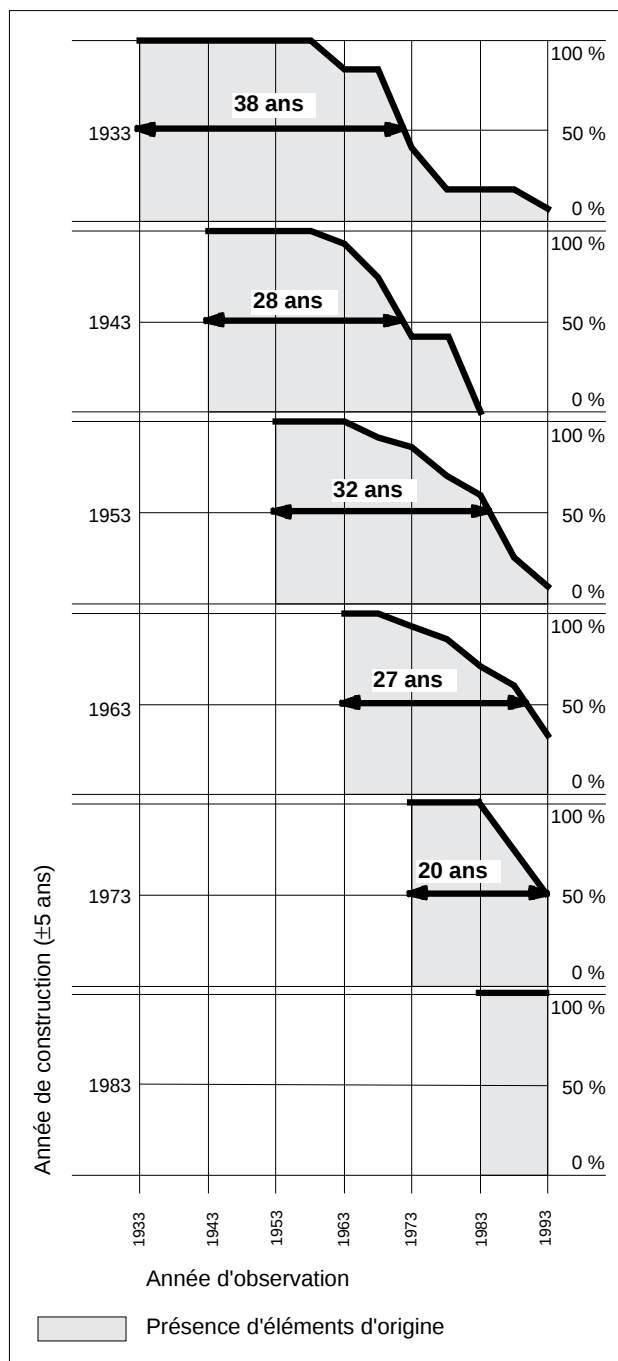


Figure 3.23
Moment de remplacement de la production de chaleur

3.3 Facteurs influençant la durabilité des éléments de construction

Le processus de vieillissement des éléments de construction dépend :

- du type de construction et de sa manière de s'intégrer dans l'ouvrage (point d'assemblage) ;
- de l'exposition du bâtiment (conditions atmosphériques : soleil, pluie, vent, température) ;
- de la façon dont l'élément est utilisé (usure) ;
- de sa maintenance (entretien).

Les considérations suivantes jettent quelque éclairage sur le sujet qui n'est pas clos pour autant, et donnent des informations sur la base de notre enquête et des expériences des auteurs.

3.3.1 Matériaux et construction

Les éléments vieillissent différemment selon les matériaux et la construction :

Les matériaux traditionnels de construction montrent après des années une haute fiabilité. Une propriété qui fait défaut à nombre de matériaux de construction moderne. Ceux dérivés de matières synthétiques présentent des comportements face au vieillissement fort différents.

Bon nombre de matériaux traditionnels, comme le bois ou la pierre, vieillissent sans dommages esthétiques et embellissent même. L'apparition de traces d'usure ne sont pas ressentis comme des défauts.

La combinaison d'éléments de durabilité courte et longue se révèle souvent inappropriée, car, pour des raisons de construction, on ne peut pas changer l'un sans l'autre.

Il arrive fréquemment qu'un élément de construction (fenêtre, par ex.) soit changé alors que son terme d'utilisation n'est pas atteint, pour des raisons esthétiques, son apparence ne correspondant plus aux critères à la mode.

3.3.2 Exposition

- Ensoleillement
Les rayons UV exercent une action prépondérante sur les éléments rencontrés. L'échauffement des parties ensoleillées engendre de fortes tensions sur les surfaces externes. Pour éviter les fissures indésirables, il faut prévoir la possibilité pour l'élément de s'étendre, de se dilater. Les joints de dilatation sont, pour cette raison, indispensables.
- Intempéries
Les pluies, le froid, le vent et la pression du vent provoquent une pénétration de l'humidité dans les joints. Les éléments de construction ont besoin d'espaces de détente et d'écoulement.

La pollution atmosphérique qui va croissant, les pluies acides en particulier, s'attaque de plus en plus aux éléments de construction. Pour éviter le délabrement des éléments soumis aux intempéries, le maintien d'éléments protecteurs comme des avant-toits revêt toujours plus d'importance.

Il est difficile d'éviter la formation d'algues sur les crépis appliqués sur une isolation périphérique, dans un environnement habituellement riche en végétation.

3.3.3 Usure

- Les sollicitations par les divers utilisateurs influencent dans une large mesure la durabilité.
- Les ensembles d'habitation anonymes peuvent favoriser le comportement des habitants et les pousser au vandalisme. Un phénomène qui a des conséquences directes sur la durabilité de certains éléments de construction.

3.4 Raisons d'entreprendre une rénovation

3.4.1 Généralités

Il est fréquent que l'état des éléments de construction ne soit pas seul à entraîner la décision de remise en état ou de rénovation.

D'autres facteurs, tels que :

- la manière de l'assemblage des éléments ou la coordination des ouvrages (principe de construction) ;
- la protection thermique ou phonique ;
- le renforcement des prescriptions et des lois ;
- l'adaptation à des projets d'utilisation et de forme nouvelles ;
- la modernisation de l'aspect ;
- la situation de la conjoncture : taux d'intérêts bas ;
- le droit de bail en vigueur (possibilités d'augmentation des loyers) ;
- le droit fiscal (possibilités d'amortissement et d'abattement).

pèsent d'un poids certain dans la décision des propriétaires ou des gérances d'immeubles.

En outre la mentalité du tout à jeter-remplacer ne joue pas qu'un rôle mineur. Une image soignée, propre en ordre a toute son importance pour les locataires comme pour les professionnels du bâtiment. Tel élément sera vite considéré irréparable. Et souvent on vous assène la formule choc : « C'est plus simple de remplacer que de réparer », sans produire de calculs de coût précis.

3.4.2 Ensembles d'éléments à rénover

Lors des interventions de maintenance et de remplacement, on procède le plus souvent à un regroupement des mesures à prendre.

Un groupe fréquent comprend les éléments de l'enveloppe du bâtiment :

- crépi de façade, fenêtres, portes, ferblanterie, couverture.

Les éléments intérieurs ne se laissent pas regrouper de manière aussi évidente. Sous la dénomination installations techniques, les éléments tels que les :

- installations électriques, installations de chauffage-ventilation-climatisation, installations sanitaires font partie d'un ensemble d'interventions qui comprend également la rénovation des cuisines et des salles de bains.

Un autre groupe peut comprendre les aménagements intérieurs :

- revêtements des sols et des murs, portes intérieures, galeries à rideau, corniches, etc.

3.4.3 Dégradations d'éléments particuliers

Contrairement à l'opinion généralement partagée des propriétaires, il serait possible de remplacer des éléments seulement quand ils ont subi de sérieux dommages qui affectent fortement leur capacité d'utilisation ou quand ils sont devenus irréparables. Au cours de ces rénovations, les éléments avoisinants sont peu touchés.

En voici quelques exemples :

- chénaux et descentes d'eaux pluviales ;
- volets ;
- balcons/sous-faces de balcons ;
- lucarnes, etc.

4. Considérations sur le bâtiment dans son ensemble

4.1	Coût de maintenance et de remise en état	60
4.1.1	Coût de maintenance	60
4.1.2	Coût de remise en état	62
4.1.3	Frais courants pour un immeuble d'habitation type	67

4.2	Stratégies de rénovation	69
4.2.1	Stratégie d'abandon	69
4.2.2	Stratégie de conservation de la valeur	70
4.2.3	Stratégie de rénovation ou d'accroissement de la valeur	71
4.2.4	Stratégie de rénovation en profitant de la situation conjoncturelle	71
4.2.5	Aspects économiques du droit de bail	71
4.2.6	Propositions	72

4. Considérations sur le bâtiment dans son ensemble

4.1 Coûts de maintenance et de remise en état

Entretien

Action continue destinée au maintien ou à la remise en bon état d'une construction, sans modifications majeures de l'utilisation et de la valeur. Font partie de l'entretien la maintenance et la remise en état.

Maintenance

Ensemble d'interventions simples et régulières, permettant de maintenir une construction en bon état de fonctionnement.

Remise en état, réfection

Opération tendant à rétablir le fonctionnement de tout ou partie d'un ouvrage, son utilisation, et à lui conférer une durabilité déterminée.

Remplacement

Action de remplacer certains éléments d'ouvrage – par démolition ou démontage – présentant des dysfonctionnements ou qui sont devenus inutilisables.

Rénovation

Opération tendant à améliorer une construction par des interventions profondes, pour en modifier l'utilisation et en accroître la valeur.

Définitions: cf. d'autres données au chapitre 5.3.

Pour notre recherche, les données ne sont pas rapportées au revenu net de loyer, mais à la valeur d'assurance des bâtiments. Ce qui permet de tirer des conclusions sur les dépenses de maintenance indépendantes de la stratégie de location et de la situation du marché.

Dans l'exemple de l'Allgemeine Baugenossenschaft de Zurich (env. 4000 appartements), l'évolution du coût de maintenance est représentée sous forme de graphique pour les années 1945 à 1992, en% de la valeur d'assurance des bâtiments. En outre, l'évolution des frais d'administration, des frais généraux et des taxes (pour l'eau, les eaux usées, l'enlèvement des ordures, l'éclairage collectif) figure à titre comparatif.

Les moyens mis en œuvre dépendent du budget disponible et des travaux de maintenance nécessaires qui diffèrent d'année en année.

La moyenne de 0.6-0.8% de la valeur d'assurance des bâtiments qui résulte de cette analyse se situe à la limite inférieure de la plage admise et n'est pas transposable sans autre aux immeubles privés (cf. aussi l'exemple 4.3.4.)

Coût de maintenance:

En résumé, on admet un coût de maintenance situé entre **0.8 et 1.1%** de la valeur d'assurance de l'immeuble, selon le type de bâtiment et la stratégie d'entretien appliquée.

4.1.1 Coût de maintenance

Le coût de maintenance (entretien courant) est donné normalement en % des revenus nets de loyer. Cette méthode est utile pour les gérances et services immobiliers particuliers. Ainsi l'évaluation de 10 500 logements de la caisse de pension de la Migros donne la répartition suivante:

	(en % du loyer net)
Maintenance	6.6%
Personnel, conciergerie, nettoyage	5.2
Frais d'exploitation	4.8
Gérance	4.4
Impôts	1.1%
Amortissements mobilier	0.4%
Réserves (fonds)	12.2%
Total (du loyer net)	34.7%

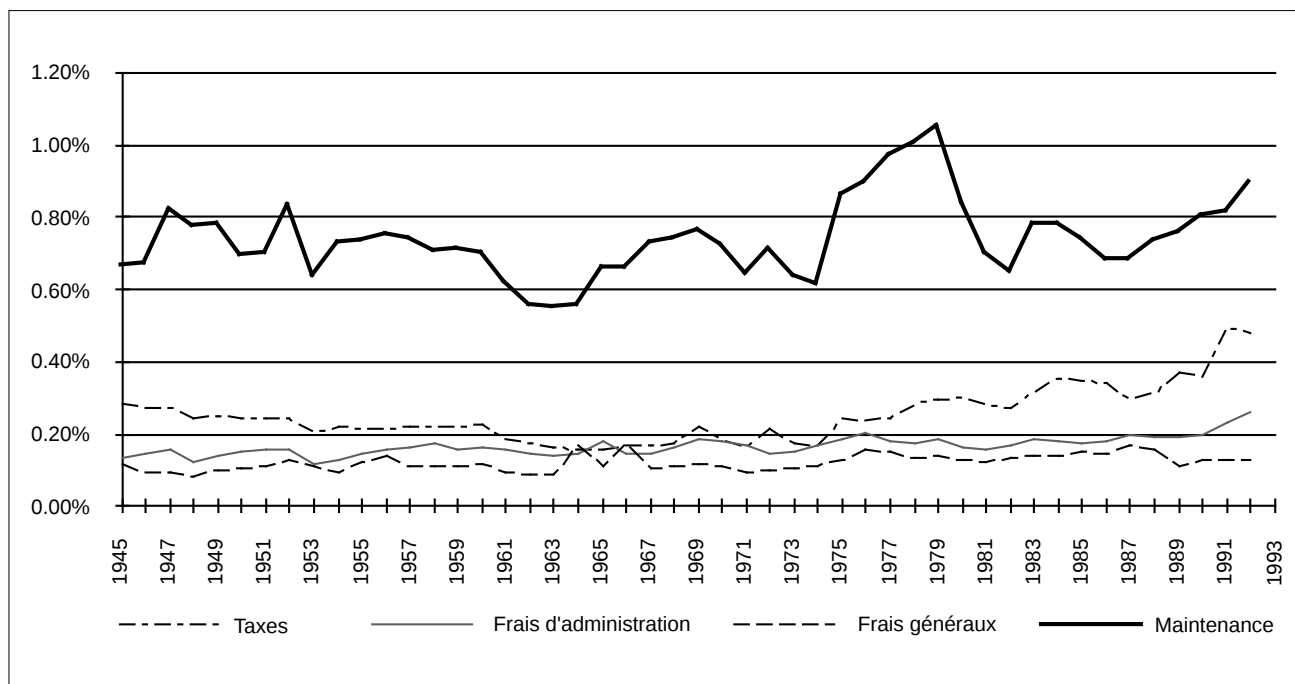


Figure 4.1

Enquête portant sur environ 4000 appartements de l'Allgemeine Baugenossenschaft ABZ à Zurich

Taxes

Enlèvement des ordures, consommation d'eau, taxe sur les eaux usées, éclairage collectif, primes d'assurance, en % de la valeur d'assurance.

Frais d'administration

Location de bureaux, salaires, en % de la valeur d'assurance

Frais généraux

Imprimés, annonces, téléphone, assurance du personnel, entretien du mobilier, etc., en % de la valeur d'assurance

Maintenance

En % de la valeur d'assurance du bâtiment

4.1.2 Coût de remise en état

Une planification prévoyante des travaux de remise en état tient compte de la durabilité différente des éléments d'un bâtiment.

Des estimations du coût de remise en état sont réalisées pour une

- durabilité moyenne des éléments de construction;
- durabilité minimale des éléments de construction;
- durabilité maximale des éléments de construction.

Les éléments de construction sont regroupés selon des critères d'exécution des travaux de remise en état:

- façade;
- toit;
- fenêtres;
- sanitaire;
- chauffage;
- électricité;
- autres techniques;
- aménagements intérieurs (avec cuisine);
- gros œuvre.

Commentaires concernant les différentes colonnes du tableau (figure 4.2)

Moment de remplacement [L] de l'élément:

Cette colonne donne la durabilité de l'élément particulier.

Moment idéal de remise en état [T]:

Le moment idéal de remise en état est réalisé lorsque les frais de remise en état, comparés à la durée d'utilisation, sont les plus faibles (voir définition du chapitre 3.1.1), et à condition que l'élément soit réparé avant l'état limite d'utilisation.

Moment idéal de remise en état en années [LxT]:

Moment idéal de remise en état en années (voir définition chap. 3.1.1) en tenant compte d'un regroupement approprié des de remise en état des différents éléments.

Les coûts de remise en état rapportés à la valeur à neuf [is]:

Si l'élément est remis en état avant la fin de sa durée d'utilisation, il ne doit pas être remplacé complètement et il peut être réparé à moindre frais comparé à son remplacement (voir définition du chap. 3.1.1).

Coût de remise en état en 100 ans rapporté à la valeur à neuf $(100/LxT) \times is = IS(100)$:

Si les éléments considérés sont remis en état au moment idéal, on obtient le coût de remise en état sur 100 ans, rapporté à la valeur à neuf.

Part au coût de construction (CFC 2) en %:

La répartition des coûts de construction du CFC 2 se donne en %, selon l'indice zurichois du coût de construction pour les immeubles d'habitation (Service de la statistique de la Ville de Zurich).

Coûts pondérés, sur 100 ans (CFC 2)

$IS(100) \times \% \text{ CFC } 2$:

Les frais de remise en état sont multipliés par la part au coût du CFC 2. Ce qui donne la part en % des frais de remise en état et la part en % rapportée au 100 % du CFC 2.

Moment de remise en état

Le moment idéal de remise en état (selon la figure) se situe entre 50 % et 70 % de la durabilité des éléments.

Si les éléments sont remplacés à la fin seulement de leur durée d'utilisation par des nouveaux, il en résulte sur 100 ans des coûts équivalents, comme s'ils avaient été changés au moment idéal.

Cependant il faut souligner que ces bâtiments, en raison de leur moins bon état, peuvent poser des problèmes de location et leur niveau de couverture financière baisser.

Remise en état en général selon L_0

Eléments	Moment de remplacement de l'élément (ans)	Moment idéal de remise en état	Moment idéal de remise en état en années	Coût de remise en état rapporté à la valeur à neuf	Coût de remise en état en 100 ans rapporté à la valeur à neuf	Part au coût du CFC 1-9	Part au coût du CFC 2	Coût pondéré sur 100 ans (CFC 2)	
Regroupés pour les travaux de remise en état	L	T	LxT	is	$(100/T \times L) \times is = IS(100)$	%	%	IS (100) x % CFC 2	%
Façade	50	0.53	25	0.58	2.32	7%	9%	20.9%	10%
Toit	45	0.53	25	0.64	2.56	2%	3%	7.7%	4%
Fenêtres	50	0.53	25	0.58	2.32	4%	5%	11.6%	5%
Sanitaires	35	0.53	20	0.67	3.35	5%	7%	23.5%	11%
Chauffage	45	0.4	20	0.70	3.50	2%	3%	10.5%	5%
Electricité	50	0.79	40	0.63	1.59	6%	7%	11.2%	5%
Autres techniques	30	0.33	10	0.61	6.16	2%	2%	12.3%	6%
Aménagements int. (avec cuisine)	40	0.53	20	0.58	2.90	22%	27%	78.3%	36%
Gros oeuvre	100	0.5	60	0.70	1.17	27%	37%	43.2%	20%
Total						77%	100%	219.1%	100%

Figure 4.2

A côté de la maintenance, des mesures de remise en état de certains éléments doivent être prises périodiquement.

La durabilité et le cycle de remise en état des éléments seront par la suite combinés avec **le coût de remise en état**. Son montant est bien entendu dépendant du type de construction, des matériaux et de la maintenance (conciergerie) du bâtiment.

La durabilité des éléments influence directement le coût de la remise en état. Nous admettons que la remise en état intervient approximativement au moment idéal et pour une **durabilité moyenne** des éléments considérés (77% des frais totaux du bâtiment) (selon la définition du chap. 3.1.1).

Après 100 ans, le montant du coût de remise en état doit être multiplié par 2.19 par rapport aux frais de construction de l'époque.

a) Coût de remise en état pour L_0

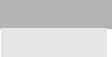
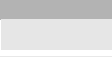
Éléments Regroupés pour les travaux de remise en état	Moment de rem- place- ment de l'élément (ans)	Part au coût du CFC 2	Coût pondéré sur 100 ans (CFC 2)		 Coût pondéré/100 ans Part au coût de la construction neuve selon CFC 2	Coefficient de remise en état
	L	%	IS (100) x % CFC 2	%		
Façade	50	9%	20.9%	10%		2.3
Toit	45	3%	7.7%	4%		2.6
Fenêtres	50	5%	11.6%	5%		2.3
Sanitaires	35	7%	23.5%	11%		3.4
Chauffage	45	3%	10.5%	5%		3.5
Electricité	50	7%	11.2%	5%		1.6
Autres techniques	30	2%	12.3%	6%		6.2
Aménagements int. (avec cuisine)	40	27%	78.3%	36%		2.9
Gros oeuvre	100	37%	43.2%	20%		1.2
Total		100%	219.1%	100%	219/100 ans → % par an	2.19%

Figure 4.3

Dépenses nécessaires à la remise en état pour une **durabilité moyenne L_0** de tous les éléments:

2.19%/an de la valeur du bâtiment

Remise en état par éléments groupés:

1. 20 ans: aménagements intérieurs, sanitaire, chauffage
2. 25 ans: façade, fenêtres, toit
3. 40 ans: groupe 1 et électricité
4. 50 ans: groupe 2
5. 60 ans: groupe 1 et gros œuvre

Les dépenses de remise en état les plus importantes, considérées sur 100 ans, reviennent aux aménagements intérieurs.

Pendant une durée d'utilisation de 100 ans, il faut engager pour la remise en état environ le double des frais de construction du bâtiment (renchérissement non compris)

b) Coût de remise en état pour L_{min}

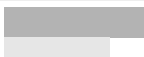
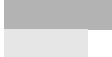
Eléments Regroupés pour les travaux de remise en état	Moment de rem- place- ment de l'élément (ans)	Part au coût du CFC 2	Coût pondéré sur 100 ans (CFC 2)		 Coût pondéré/100 ans  Part au coût de la construction neuve selon CFC 2	Coefficient de remise en état
	L	%	IS (100) x % CFC 2	%		
Façade	35	9%	30.2%	11%		3.4
Toit	25	3%	14.0%	5%		4.7
Fenêtres	30	5%	19.5%	7%		3.9
Sanitaires	30	7%	27.1%	10%		3.9
Chauffage	30	3%	14.0%	5%		4.7
Electricité	40	7%	12.6%	5%		1.8
Autres techniques	25	2%	12.2%	4%		6.1
Aménagements int. (avec cuisine)	35	27%	90.0%	33%		3.3
Gros oeuvre	80	37%	51.8%	19%		1.4
Total		100%	271.3%	100%	271/100 ans → % par an	2.71%

Figure 4.4

Au regard de la durabilité de vie de la courbe L_{min} , les frais nécessaires à la remise en état se montent à :

2.71 %/an de la valeur du bâtiment

Remise en état par éléments groupés:

- 15 ans: aménagements intérieurs, sanitaire, chauffage toit
- 20 ans: façade, fenêtres
- 30 ans: groupe 1 et électricité
- 45 ans: groupes 1 + 2 et gros oeuvre
- 60 ans: groupes 2 + 3

Modification solution L_{min}

Durabilité différente comparée à L_0

Façade	35 ans	(-15 ans)
Toit	25 ans	(-20 ans)
Fenêtres	30 ans	(-20 ans)
Sanitaire	30 ans	(-5 ans)
Chauffage	30 ans	(-15 ans)
Electricité	40 ans	(-10 ans)
Autres techniques	25 ans	(-5 ans)
Aménagements intérieurs (avec cuisine)	35 ans	(-5 ans)
Gros oeuvre	80 ans	(-20 ans)

c) Coût de remise en état pour $L_{\max}$

Éléments Regroupés pour les travaux de remise en état	Moment de rem- place- ment de l'élément (ans)	Part au coût du CFC 2	Coût pondéré sur 100 ans (CFC 2)		 Coût pondéré/100 ans Part au coût de la construction neuve selon CFC 2	Coefficient de remise en état
			IS (100) x % CFC 2	%		
Façade	75	9%	13.9%	8%		1.5
Toit	70	3%	4.9%	3%		1.6
Fenêtres	70	5%	8.1%	5%		1.6
Sanitaires	40	7%	20.4%	12%		2.9
Chauffage	60	3%	8.4%	5%		2.8
Electricité	60	7%	10.1%	6%		1.4
Autres techniques	30	2%	11.7%	7%		5.9
Aménagements int. (avec cuisine)	45	27%	69.1%	40%		2.6
Gros oeuvre	150	37%	28.1%	16%		0.8
Total		100%	174.7%	100%	175/100 ans → % par an	1.75%

Figure 4.5

Au regard de la durabilité de vie de la courbe $L_{\max}$, les frais nécessaires à la remise en état s'infléchissent à :

1.75 %/an de la valeur du bâtiment

Remise en état par éléments groupés:

- 25 ans: aménagements intérieurs, sanitaire, chauffage, électricité
- 40 ans: façade, fenêtres, toit
- 50 ans: groupe 1
- 75 ans: groupes 1 et 2 et gros œuvre

Modification solution $L_{\max}$

Durabilité différente comparée à L_0

Façade	75 ans	(+25 ans)
Toit	70 ans	(+25 ans)
Fenêtre	70 ans	(+20 ans)
Sanitaire	40 ans	(+5 ans)
Chauffage	60 ans	(+15 ans)
Electricité	60 ans	(+10 ans)
Autres techniques	30 ans	(± 0 ans)
Aménagements intérieurs (avec cuisine)	45 ans	(+5 ans)
Gros œuvre	150 ans	(+30 ans)

4.1.3 Frais courants pour un immeuble d'habitation type

Coût de maintenance et de remise en état, à l'aide d'un exemple, celui d'un immeuble d'habitation représentatif pour l'année de construction et disposant de l'intégralité des données nécessaires pour l'analyse.

Immeuble d'habitation à l'Eisengasse, Zurich
Année de construction 1942

Le bâtiment a été confié à une gérance privée. Les frais courants de maintenance mis à part, l'immeuble a été remis en état à quatre reprises:

- 1958 Installation de chauffage à mazout et production centrale d'eau chaude (après 16 ans)
- 1966 Aménagements intérieurs (après 24 ans)
- 1979 Cuisines, façades, ferblanterie (après 37 ans)
- 1992 Sanitaire, électricité, aménagements intérieurs, revêtements de sol (après 50 ans)



Photo 4.1: Façade ouest



Photo 4.1: Façades sud et est

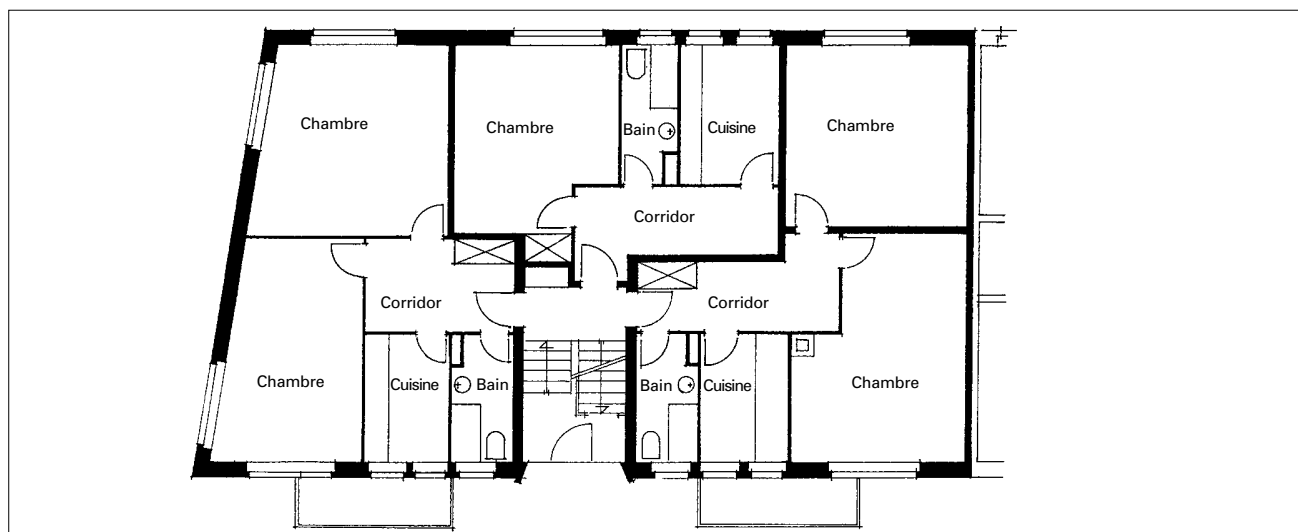


Figure 4.6: Plan d'étage

Coût de maintenance et de remise en état (base 1939)

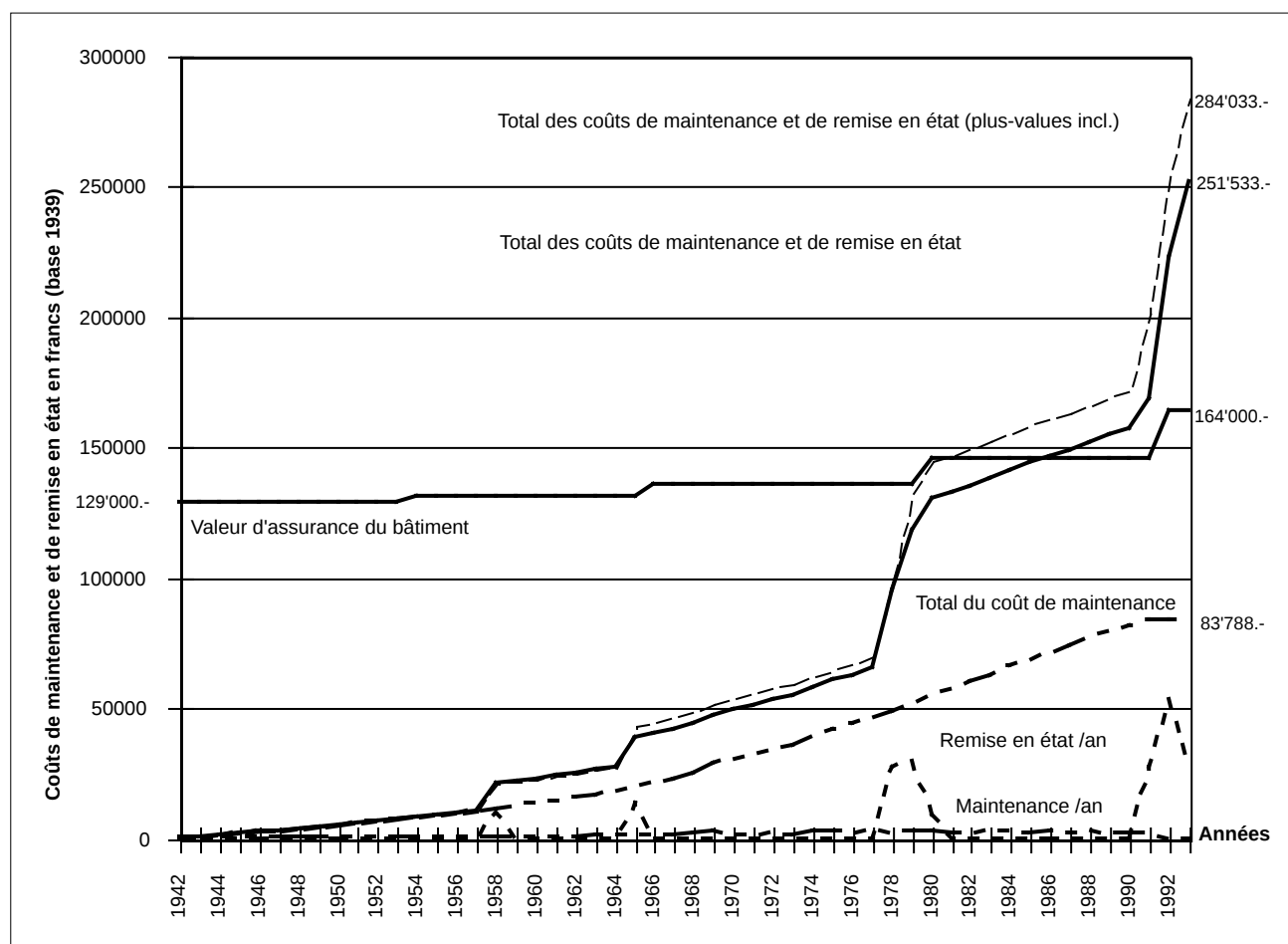


Figure 4.7

Le graphique présente le montant des coûts de maintenance et de remise en état pour les années 1942-1993 de l'immeuble.

La valeur d'assurance du bâtiment a augmenté au cours de cette période grâce aux investissements ajoutant une plus-value, de Fr. 129 000.- à Fr. 164 000.- (base 1939).

Le coût total de maintenance et de remise en état sur les 50 années se monte à Fr. 251 533.-. Si l'on prend en considération les investissements ajoutant une plus-value à l'immeuble, ce coût augmente à Fr. 284 033.-.

Si l'on compare le coût total de maintenance et de remise en état avec le coût de construction (valeur

d'assurance de l'immeuble de l'année de construction 1942), il apparaît qu'au cours de ces 50 ans, le double de ce montant ($\times 1.95$) a dû être utilisé pour la maintenance et la remise en état:

Coût:	maintenance	1.0%/an
	remise en état	2.0%/an

Les coûts sont calculés selon l'indice zurichois du coût de construction sur la base de l'année 1939. Les données relatives à la maintenance et à la remise en état se réfèrent à l'estimation de 1993 de la valeur du bâtiment. Les plus-values sont comprises dans l'estimation de la valeur de l'immeuble.

4.2 Stratégies de rénovation

Cette étude traite de la rénovation des bâtiments sous l'aspect du vieillissement. Or, l'entretien et la rénovation ne sont pas déterminés uniquement par le vieillissement d'un élément. D'autres facteurs dépendant du bâtiment lui-même ou du maître de l'ouvrage influencent l'intensité et le degré d'intervention des mesures de maintenance et de rénovation.

Le maître d'ouvrage, le propriétaire et/ou le gérant recourent, consciemment ou non, à une stratégie de rénovation. Les auteurs se limitent sur cette question aux aspects essentiels. La publication PI BAT « La revalorisation de l'habitat par la rénovation des bâtiments et quartiers » (OCFIM, N° 724 437 f) traite abondamment de ce thème.

Un ouvrage est fait d'éléments et de matériaux différents, en conséquence chaque élément et chaque matériau jouit d'une durabilité spécifique.

Si l'on suit le précepte du « tout à jeter », la durée de vie de l'ensemble doit s'aligner sur l'élément le plus faible. Au contraire, en se tenant au « principe de la Rolls-Royce », on s'efforce de conférer à tous les éléments la durée de l'élément le plus durable. Les deux manières de faire ne sont pas adaptées au domaine de la construction pour des raisons de coûts.

Un bâtiment nécessite un entretien permanent, et néanmoins il va vieillir.

Par intervalles, un ouvrage a besoin pour sa conservation d'interventions plus importantes, comportant la remise en état d'éléments. L'expérience montre que l'on suit à bon escient des cycles d'intervention de 5, 10, (15), 20, (25), 45, 60 ans.

Concernant la maintenance et la remise en état, on distingue trois stratégies différentes :

- stratégie d'abandon;
- stratégie de conservation de la valeur;
- stratégie de rénovation ou d'accroissement de la valeur.

Ces stratégies ont des conséquences économiques et juridiques, qui seront discutées par la suite.

4.2.1 Stratégie d'abandon

La gestion immobilière qui mise sur la démolition vise une reconstruction qui tienne compte de l'augmentation de la valeur du bien-fonds.

Deux conditions prises ensemble ou isolément, sont déterminantes :

1. Un accroissement sensible de la valeur du prix de la parcelle empêche un rendement maximal de l'immeuble.
2. Les rendements sur le marché des capitaux sont supérieurs à ceux du marché immobilier (à examiner la perte de revenu des loyers sur le long terme).

Le recours à la démolition, pour l'investisseur qui pense exclusivement économie, avec les réserves formulées, est facile à concevoir.

Cependant il faut encore considérer que les prix ne montent pas toujours. Des baisses de valeur peuvent également intervenir. En particulier dans les quartiers laissés à l'abandon, de telles corrections doivent être entreprises de plus en plus souvent, et par conséquent la stratégie d'abandon est mise en question.

Même si cette stratégie est source de profit, elle reste indésirable sur les plans psychologiques, sociaux et politiques. Une maison abandonnée va exercer une action déstabilisante sur son environnement, car elle attire des groupes marginaux. Celui qui peut se le permettre fuira ou abandonnera un tel voisinage. La stratégie d'abandon conduit tout droit au ghetto de quartiers mal famés.

4.2.2 Stratégie de conservation de la valeur

Le but principal de cette stratégie est de maintenir en état le bâtiment en conservant sa capacité d'utilisation au niveau de confort usuel et en gardant son affectation première.

Le stade le plus bas de la conservation réside dans la maintenance, c'est-à-dire la surveillance et l'entretien courant de ce qui doit rester en état de fonctionner dans la perspective de sa capacité d'utilisation.

On entend par là :

- peindre régulièrement les fenêtres;
- contrôler la couverture du toit (par ex. empêcher la mauvaise herbe de s'installer sur les toits plats, etc.).

Au degré supérieur de la conservation – la remise en état – le propriétaire a la possibilité d'adapter la capacité d'utilisation de l'aménagement intérieur et des installations techniques à la durabilité prévisible du gros œuvre. Le gros œuvre est la partie la plus durable d'un ouvrage. Plus sa qualité est élevée, plus les investissements dans les secteurs de l'aménagement intérieur et des installations techniques seront justifiés.

Cependant à la suite de la perte de valeur des éléments les plus durables (gros œuvre) on s'éloigne malgré tout de la valeur d'origine et on doit s'attendre à une chute de la qualité de l'ouvrage.

En outre la valeur d'utilisation du bâtiment peut chuter, si aucune augmentation du standing n'intervient, comme par exemple l'adaptation aux exigences de confort des locataires. Dans le cas d'habitations sans confort, la remise en état régulière est tout aussi importante; elle revêt même une priorité plus grande que pour des habitations de haut standing, puisque c'est de cette façon que la différence entre habitations modestes et luxueuses va s'amoindrir. Si la remise en état est négligée, un abaissement du niveau social des locataires est difficilement évitable.

Beaucoup de coopératives suivent cette stratégie: application des mesures de maintenance et uniquement des interventions de remise en état indispensables. Toutefois une telle pratique n'est raisonnable que pour les immeubles en très bon état de conservation.

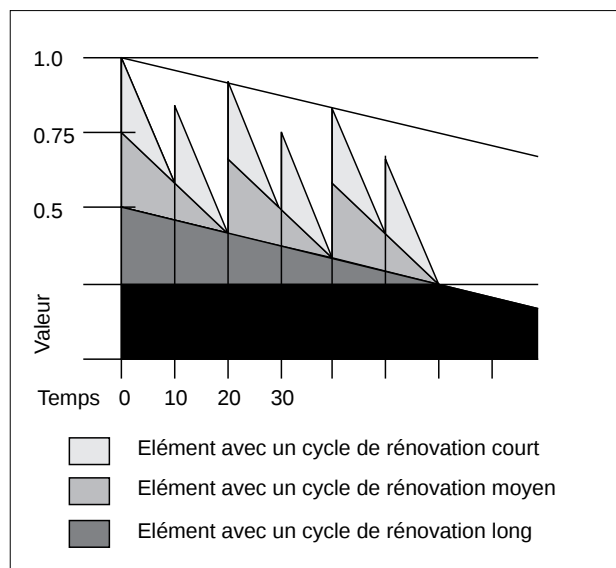


Figure 4.8
Cycles de remise en état

Les cycles suivants sont caractéristiques :

Maintenance

tous les 5 ans:

- Peinture des renvois d'eau des fenêtres
- Détartrage des boilers
- Révision des citernes à mazout

tous les 10 ans:

- Peinture des fenêtres et des vantaux
- Peinture de la ferblanterie
- Peinture des parois et plafonds dans les salles d'eau
- Peinture des parois et plafonds dans les cuisines
- Peinture des parois dans les chambres

Remise en état

tous les 10 ans:

- Revêtements de sol en textile
- Papiers peints dans les chambres
- Appareils de cuisine

tous les 20 ans:

- Chaudière, machine à laver

tous les 25 ans:

- Fenêtres
- Couverture de toit
- Aménagement intérieur, cuisines
- Sanitaire
- Façades

4.2.3 Stratégie de rénovation ou d'accroissement de la valeur

Des interventions d'envergure sont effectuées dans l'intention non seulement d'assurer les travaux d'entretien, mais encore d'adapter la qualité de l'utilisation aux exigences nouvelles (élévation du standing, adaptation au niveau de confort par ex.)

D'un côté on adapte les bâtiments à la demande fluctuante de confort des locataires, afin que l'investisseur parvienne à conserver la capacité de location pour une longue durée.

D'un autre côté, par le biais de transformations et d'aménagements du bâtiment, on anticipe l'évolution du marché dans l'avenir.

Ce niveau de confort plus élevé, qui est au-dessus du standing usuel, doit répondre à des critères précis: trop souvent le niveau de l'équipement sera du dernier cri (cuisine avec machine à laver la vaisselle, four micro-ondes, cheminée, etc.) et on le confond avec une qualité d'habitation. De telles interventions occasionnent des hausses de loyer à la suite desquelles il arrive que les locataires ne peuvent plus ou ne veulent plus payer.

4.2.4 Stratégie de rénovation en profitant de la situation conjoncturelle

Il est possible de tirer profit des fluctuations conjoncturelles dans le bâtiment. Une planification idoine offre l'avantage de pouvoir mener des opérations de remise en état ou de rénovation en période de basse conjoncture, à un prix avantageux.

Le graphique ci-contre montre l'évolution des prix de la construction selon l'indice zurichois du coût de construction depuis 1914. L'année 1939 sert d'année de référence = 100%. Jusqu'en 1940 cet indice n'a été établi qu'une fois par année.

Les lignes verticales de la grille (intervalle de 8 ans) mettent en évidence le rythme des fluctuations conjoncturelles dans l'industrie du bâtiment, spécialement significatives dans les périodes plus récentes 1958, 1966, 1974, 1982.

4.2.5 Aspects économiques du droit de bail

Le bailleur a le devoir de maintenir l'habitation dans un état conforme à l'utilisation prévue. Les travaux de maintenance sont financés par les réserves constituées à cet effet et ne peuvent pas être répercutées sur les loyers.

Lors de travaux de rénovation constituant un accroissement de la valeur, on ne peut guère séparer les dépenses d'entretien des travaux à plus-value. L'Ordonnance sur le bail à loyer et le bail à ferme d'habitations et de locaux commerciaux (OBLF) prévoit dans ces cas que 50-70% du coût d'une rénovation d'envergure sont assimilés à des investissements qui ajoutent une plus-value et qui peuvent être répercutés sur la masse des loyers.

Une stratégie fréquemment utilisée découle de cette disposition: la maintenance est réduite au minimum, voire négligée, et les travaux éventuels reportés à plus tard lors d'une remise en état globale avec, à la clé, une légère adaptation à la charge pour moitié des locataires.

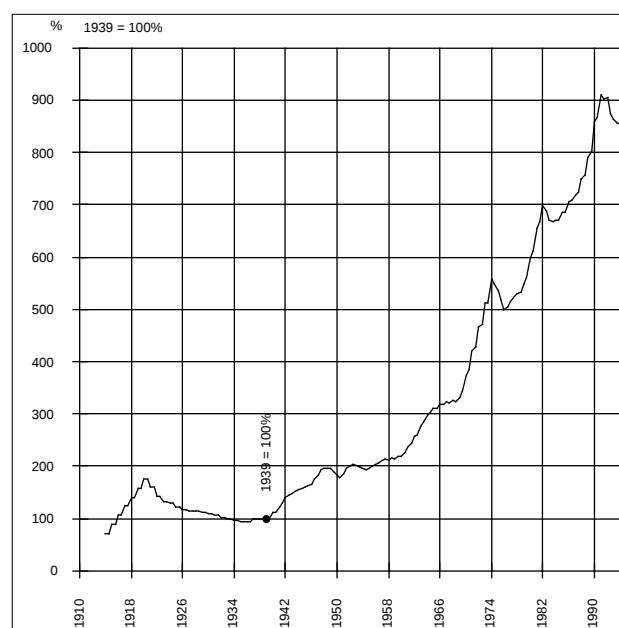


Figure 4.9
Indice zurichois du coût de construction de logements
(base 1939 = 100%), de 1914 à 1994

Pour assurer le rendement et les possibilités de location d'un bâtiment, la limite d'utilisation de certains éléments de construction importants ne doit pas être dépassée.

Dans la pratique il apparaît plus économique pour des bâtiments particuliers d'opérer de petits travaux d'entretien courant à intervalles réguliers, tandis que l'on peut temporiser plus longtemps pour les interventions d'envergure. Mais dans un quartier où cette politique d'attente est pratiquée de manière générale, elle peut conduire à la multiplication de taudis, si bien que cette situation pèse de tout son poids dans la décision de rénovation.

Dans les stratégies de conservation et de rénovation la situation financière de l'investisseur tout comme la situation du marché des capitaux jouent un rôle qu'il ne faut pas sous-estimer. La constitution d'ensembles de mesures d'entretien et de rénovation est clairement décelable auprès des gérances immobilières : l'enveloppe dans sa globalité, production de chaleur incluse (économie d'énergie) sera traitée comme un premier groupe de travaux. Les installations sanitaires et techniques y compris les aménagements des cuisines et des salles de bains et les espaces communs (cage d'escalier, buanderie) forment le deuxième groupe, tandis que les travaux d'entretien des chambres interviennent dans le cadre de travaux périodiques ou à l'occasion de changements de locataires.

4.3.6 Propositions

Voici quelques propositions qui ont leur importance sans prétendre à l'exhaustivité :

1. Lors de la construction, pour les éléments porteurs, ceux qui assurent la sécurité et pour les éléments non apparents ou accessibles, il faut choisir un mode de construction d'une grande durabilité et éviter les constructions à risques (nombreux dommages programmés). Les problèmes écologiques liés à la démolition doivent être pris en compte dans le projet.

Parce que la structure porteuse d'un bâtiment est difficilement accessible, recouverte qu'elle est par ex. par d'autres éléments, il vaut mieux prévoir un gros œuvre capable de supporter des charges supplémentaires pour les utilisations futures et qui soit à l'abri des influences nocives de l'environnement. Ainsi la structure porteuse ne nécessitera pratiquement aucun entretien.

2. Chaque élément doté d'une relative faible durabilité doit pouvoir être remplacé (fenêtres, couverture par ex.) sans affecter les éléments proches.

Les frais de remise en état des installations peuvent être réduits si la possibilité existe de changer aisément les conduites et les appareils. C'est pourquoi il faut prévoir des tracés horizontaux accessibles des conduites et des câbles avec leurs gaines correspondantes. Dans les constructions plus petites, on gagne à laisser apparentes les conduites de chauffage, d'électricité et des installations sanitaires.

Il faut également rendre possible l'installation ultérieure de conduites et d'appareils.

3. Les matériaux seront à choisir en fonction de la durée d'utilisation désirée.
4. Les matériaux cachés doivent présenter une durabilité supérieure à celle des matériaux de couverture.
5. Les matériaux doivent être écologiques et recyclables.
La charge sur l'environnement par les matériaux de construction utilisés, pour les CFC « Gros œuvre 2 » et « Aménagement 1 + 2 », en tenant compte des cycles de remplacement sur la durée d'utilisation globale du bâtiment, est un multiple de la charge de ceux du CFC « Gros œuvre 1 ».
6. La surveillance des éléments doit être garantie.
7. On tiendra compte des prescriptions de nettoyage et d'entretien lors de l'étude du projet.

5. Annexe

5.1	Démarche adoptée pour mener la recherche	74
5.1.1	Conduite de l'enquête	74
5.1.2	Enquêtes de groupes de bâtiments	74
5.1.3	Données sur les rénovations fournies par les gérances immobilières	74
5.1.4	Enquêtes sur place de bâtiments particuliers	75
5.1.5	Relevé des données	75
	a) Etendue de l'enquête	75
	b) Questionnaire	76
	c) Démarche adoptée pour l'évaluation d'un élément	80
	d) Relevé du moment de remplacement	80
5.2	Références au diagnostic sommaire MERIP	81
5.2.1	Généralités	81
5.2.2	Détermination des éléments de construction importants	81
5.3	Evaluation des éléments	83
5.3.1	Echelle d'évaluation des éléments examinés	83
5.3.2	Crépi	84
5.3.3	Décoration de façades (encadrements et corniches)	85
5.3.4	Balcons et loggias	86
5.3.5	Portes extérieures	87
5.3.6	Couverture de toit en pente	88
5.3.7	Couverture de toit plat	89
5.3.8	Ferblanterie	90
5.3.9	Fenêtres	91
5.3.10	Volets, stores, protections solaires	92
5.4	Terminologie	93
5.5	Bibliographie	95
5.5.1	Commentaires à la bibliographie	97
5.6	Durabilité des éléments de construction dans la littérature	98
5.7	Adresses des bâtiments examinés	105
5.8	Indice zurichois du coût de la construction	105
5.8.1	Répartition du coût des bâtiments servant au calcul de l'indice	106

5. Annexe

5.1 Démarche adoptée pour l'établissement des « Données pour l'entretien et la rénovation des immeubles d'habitation »

5.1.1 Conduite de l'enquête

Pour limiter les frais d'analyse – plusieurs immeubles par type de construction devaient être examinés – il était prévu de choisir les bâtiments parmi les gérances, entreprises et associations professionnelles bien documentées dans ce domaine.

Dans une première étape on s'est informé de l'existence de banques de données sur l'état et l'âge des immeubles auprès des gérances et institutions suivantes :

- Schweizerische Rentenanstalt
- Union de Banques Suisses
- Spaltenstein Holding AG
- Crédit Suisse
- Coopérative Migros Zurich
- Intercity Immobilien AG
- Merkur Immobilien AG
- Schweizerische Rückversicherung
- Service des bâtiments du canton de Zurich

Les entretiens ont montré que les gérances professionnelles ne disposaient que de données partielles et pour la plupart non informatisées. En outre, les données ont dû être interprétées pour qu'elles puissent servir à ce travail.

C'est la raison pour laquelle la démarche choisie pour conduire cette enquête a été modifiée. Pour le relevé des données, nous avons procédé de trois manières différentes :

1. Evaluation de groupes de bâtiments au moyen de **d'enquêtes sur place** (rues et quartiers choisis avec l'Etablissement d'assurance des bâtiments du canton de Zurich).
2. Préparation et interprétation des **données d'archives** appropriées ainsi que de celles disponibles auprès des propriétaires immobiliers, respectivement les gérances immobilières (ABZ, UBS, Spaltenstein).

3. Evaluation de bâtiments particuliers au moyen de **relevés détaillés** sur place (ABZ, Spaltenstein, Etablissement d'assurance des bâtiments du canton de Zurich).

5.1.2 Enquêtes de groupes de bâtiments

Pour cette évaluation effectuée sur le terrain, le choix s'est porté sur des immeubles de différentes régions :

- Hinwil
- Winterthur
- Zurich
- Saint-Gall

Chaque enquête a été faite à l'aide de **questionnaires systématiques**, conçus spécialement pour ce travail (cf. p. 76).

Ces enquêtes sur le **vieillessement** des éléments de construction donnèrent des **résultats sur des bâtiments déjà anciens et dont la rénovation était imminente**.

Dans un premier temps des maisons d'habitation d'une rue entière furent évaluées. En règle générale les bâtiments choisis se trouvaient dans leur état d'origine. Les données manquantes comme les travaux de maintenance et de remise en état réalisés furent récoltées par des interviews des propriétaires ou des gérants.

Pour des immeubles dont le propriétaire a changé, en partie pour les anciens bâtiments, de telles données n'étaient plus disponibles ou peu sûres.

Cette manière de faire nécessitait beaucoup de temps lors de la récolte des données et de l'interview des propriétaires ou des gérants.

5.1.3 Données sur les rénovations fournies par les gérances immobilières

Lors de l'étape suivante une voie plus simple a été recherchée.

L'Etablissement d'assurance des bâtiments du canton de Zurich dispose de données complètes sur l'ensemble des bâtiments. Les travaux de rénovation lui sont annoncés, ce qui ne donne que plus d'actualité à ces données.

Lors de la révision des estimations par l'Etablissement d'assurance des bâtiments du canton de Zurich (GVZ), les auteurs de cette étude ont pu aisément rencontrer les propriétaires et avoir accès aux immeubles.

Certains bâtiments particuliers faisaient l'objet d'enquêtes ciblées qui permettaient d'établir des valeurs limites, montrant pour quelques-uns d'entre eux combien de temps un ouvrage pouvait encore être utilisé même avec des éléments défectueux (cf. 5.1.4).

Pour les bâtiments plus récents ou qui venaient d'être rénovés ainsi que pour d'autres données détaillées se rapportant avant tout à la construction, aux matériaux, au coût et « à ses antécédents pathologiques », nos conclusions reposent en outre sur les données des gérances immobilières suivantes :

- a) Bâtiments et archives de la Coopérative du bâtiment ABZ :

Dans les archives de l'ABZ les « antécédents pathologiques » de chaque bâtiment comprenant leurs factures détaillées sont répertoriées. Ces données, après leur mise à jour, conviennent avant tout aux relevés particuliers par élément de construction.

- b) Immeubles d'habitations de l'Union de Banques Suisses (INTRAG) :

Une série de données nouvellement établies par l'UBS sur le moment de la rénovation d'immeubles d'habitation donne des renseignements par élément sur le moment et la nature des matériaux entrant dans une rénovation. Y figurent également l'année de construction, le nombre d'étages, la présence d'avant-toit et la situation. De cette manière nous avons pu calculer le **moment de la rénovation** en fonction de l'âge du bâtiment, resp. de son année de construction.

Les données de l'UBS portent sur 120 immeubles d'habitation en Suisse allemande et française, réalisés entre 1945 et 1975. Elles ont été complétées par des relevés sur le terrain.

- c) Parc immobilier de la Spaltenstein Holding AG :
Les bâtiments évalués appartenant à la Spaltenstein Holding AG à Winterthour ont tous été remis en état ces dernières années. L'appréciation de l'état des bâtiments rénovés ont servi d'informations de référence à notre recherche.

5.1.4 Enquêtes sur place de bâtiments particuliers

Quelques **cas sélectionnés** des enquêtes précédentes ou provenant de gérances immobilières, furent soumis à un diagnostic détaillé, bâtiment par bâtiment.

Les données recueillies furent complétées par les données d'archives, ce qui rend possible la reconstitution des « antécédents pathologiques » du bâtiment.

Les données ont été récoltées à l'aide d'un questionnaire (cf. pp. 76 à 79) qui permet d'obtenir des informations détaillées sur les matériaux et la construction.

5.1.5 Relevé des données

a) Etendue de l'enquête

En tout, 80 bâtiments ont fait l'objet d'une enquête sur le terrain.

L'état des éléments a été évalué de visu et à l'aide d'un examen simple de la capacité de fonctionnement.

L'évaluation de mêmes éléments dans un état d'entretien différent et situés dans la même façade (par ex. fenêtres et crépi) a réservé quelques difficultés. Il a donc fallu établir des moyennes.

En cas de grande diversification d'éléments de construction, il se manifeste une infinité de cas particuliers et spécifiques (en fonction du bâtiment, du lieu, de l'utilisation, etc.). Malgré tout, les cas ont été regroupés et – dans les limites du défendable – ont été simplifiés.

Des rénovations partielles n'ont pas été prises en considération, c'est-à-dire que l'état le plus mauvais a servi de base d'évaluation.

Pendant l'enquête il est apparu que des données précises sur l'état du bâtiment (évaluation selon chap. 5.3) pouvaient être obtenues sur la base d'un examen visuel de l'enveloppe, tandis que la structure porteuse restait difficile à classer. De même on ne peut tirer aucune conclusion définitive d'un examen visuel des installations électriques, sanitaires et de chauffage pour lesquelles on a simplement dégagé le moment de remplacement.

b) Questionnaire



et PI BAT

N°

Relevé des données sur le vieillissement des éléments de construction

Date

Bâtiment
 Adresse
 Lieu

N° de parcelle
 N° d'assurance
 Année de relevé

Propriétaire
 Adresse
 Lieu
 Tél.

Gérance
 Adresse
 Lieu
 Tél.

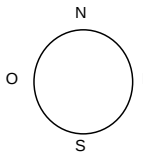
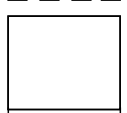
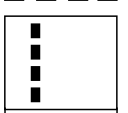
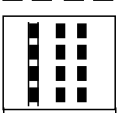
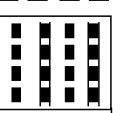
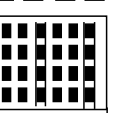
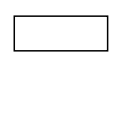
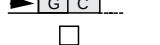
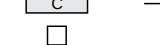
Façade:					N S O W					N S O W					N S O W					N S O W					N S O W					Nombre d'étages:	Orientation													
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			☐												
																																												
0 %					< 5 %					15 - 20 %					25 - 30 %					35 - 50 %																								
Cage d'escalier:																				Situation:					en tête					contigüe					isolé									
☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐				
Entrée:																				Avant-toit:																								
C = cave					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐				
G = garage					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐				
																																												
☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐					☐				

Figure 5.1

Relevé des données sur le vieillissement des éléments de construction

Elément	V 1...0	Mode d'exécution			Informations complémentaires	Entretien/Rénovation
					☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest	☐ Original
03.1 Crépi 3./4. étage 2. étage 1. étage Rez Soubassement Façade entière Peinture		Matériau ☐ traditionnel ☐ crépi ☐ synth. amélioré ☐ synthétique ☐ autres	Support ☐ briques t.c. ☐ silicocalcaire ☐ béton ☐ Durisol ☐ isolation ☐	Traitement des surfaces ☐ teinté ds masse ☐ peinture ☐ apparent ☐ naturel		☐ Original
03.4 Parement léger		Matériau du parement ☐ béton de fibres ☐ carreaux céram. ☐ bois ☐ métal ☐	Matériau de l'isolation ☐ ☐	Fixation ☐ ☐		☐ Original
04 Décoration de façade		Elément ☐ encadrements ☐ corniches ☐ moulures ☐ décorations ☐	Matériau ☐ pierre dure ☐ pierre sédiment. ☐ simili-pierre ☐	Surfaces ☐ naturel ☐ peinture		☐ Original
05 Balcons, Loggias		Dalles balcons ☐ béton ☐ bois ☐ pierre naturelle ☐ revêtement	Parapet ☐ béton ☐ bois ☐ métal ☐ remplissage	Ecoulement ☐ aucun ☐ dégorgeoirs ☐ conduite d'évacuation		☐ Original
15/19 Portes extérieures Entrée d'immeuble Portes de service Portes de garage		Entrée d'immeuble ☐ bois ☐ métal	Portes de service ☐ bois ☐ métal	Portes garage ☐ bois ☐ métal ☐ mat. synth.		☐ Original
31 Bords des toits Avant-toit Ferblanterie		Avant-toit ☐ avant-toit cm ☐ chéneaux cm ☐ pignon cm	Sous-face ☐ bois ☐ béton ☐ Matériau ☐ Cu ☐ Fe/znc brut ☐ Fe/znc peint	Ferblanterie ☐ chén. en applique ☐ chén. encastré ☐ tuy. écou. appar. ☐ tuy. écou. caché ☐ Ti/znc ☐ Alu ☐ mat. synth.		☐ Original
39 Fenêtres 3./4. étage 2. étage 1. étage Rez Sous-sol Global		Mode d'exécution ☐ bois ☐ bois/métal ☐ métal ☐ mat. synth. ☐ autres	Vitrage ☐ simple vitrage ☐ double vitrage ☐ verre isolant ☐ autres	Application ☐ intérieure ☐ extérieure ☐ en tableau ☐ autres		☐ Original
40 Volets, Stores		Volets ☐ bois ☐ métal ☐ mat. synth.	Volets roulants ☐ bois ☐ métal ☐ mat. synth.	Stores à lamelles ☐ bois ☐ métal ☐ mat. synth.		☐ Original
41 Protection solaire						☐ Original

Figure 5.2

Relevé des données sur le vieillissement des éléments de construction

Elément	V 1...0	Mode d'exécution			Informations complémentaires	Entretien/rénovation
					☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
25 Charpente		☐ toit froid ☐ toit chaud	☐ sous-couverture de ☐ isolation de: cm d'épaisseur		☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
26.1 Couverture toit en pente		Couverture ☐ tuiles l.c. ☐ tuiles en béton ☐ pierre naturelle ☐ fibro-ciment ☐ tôle ☐ autres			☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
26.2/3 Couverture toit plat		Toit plat ☐ revêtement	Parapet / Garde-corps ☐ mur crépi ☐ béton ☐ balustrade métal. ☐ remplissage de	Parties praticables ☐ %	☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
27 Massifs en toiture		Eléments ☐ cheminée chauff. ☐ cheminée ventil. ☐ cage d'ascens. ☐ autres			☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
28 Verrières Tabatières		☐ Art:			☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
29 Lucarnes Chiens assis		☐ Art:			☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
02 Structure porteuse Façade en maçonnerie		Matériau Sous-sol ☐ béton ☐ pierre de taille ☐	Support Rez/étages ☐ terre cuite ☐ silicocalcaire ☐ béton ☐ Durisol ☐	Traitement des surfaces ☐ crépi ☐ apparent ☐ peint	☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
Dalles d'étages		Sous-sol ☐ béton ☐ hourdis ☐ bois ☐	Rez/étages ☐ béton ☐ hourdis ☐ bois ☐	☐ crépi ☐ apparent ☐ peint	☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	
Parois intérieures porteuses		Sous-sol ☐ béton ☐ silicocalcaire ☐ ☐ ☐	Rez/étages ☐ béton ☐ terre cuite ☐ silicocalcaire ☐ bois ☐	☐ crépi ☐ apparent ☐ peint	☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ Original	

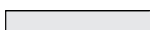
Figure 5.3

Relevé des données sur le vieillissement des éléments de construction

	V 1...0	Mode d'exécution			Informations complémentaires	Entretien/rénovation
Elément					☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest	
11 Production de chaleur		Vecteur énergét. ☐ bois ☐ mazout ☐ gaz ☐ électricité ☐	Eau chaude ☐ avec ☐ sans		☐ Original	
12/34 Distribution de chaleur		Diffus. chaleur ☐ radiateurs, etc ☐ chauffage sol ☐ chauffage par le plafond	Conduites vert. ☐ apparentes ☐ encastrées		☐ Original	
13/14+35-38 Alimentation, Ecoulement sanitaire		Conduites vert. ☐ apparentes ☐ encastrées			☐ Original	
21-23/33 Installations électriques					☐ Original	
46 Cuisines					☐ Original	
47 Bains-WC					☐ Original	
42 Portes int. Aménag. int.					☐ Original	
18 Escaliers/paliers					☐ Original	
24 Ascenseurs					☐ Original	

La liste complète est conforme à la classification du «Diagnostic sommaire MERIP»

Légende:



Dans ce rapport, ces éléments ne sont pas relevés dans le détail



Seul le moment de remplacement est relevé

Figure 5.4

c) Démarche adoptée pour l'évaluation d'un élément

Les éléments ont été inspectés selon les points de vue suivants :

Elément Crépi

- Matériau
- Protection de l'élément
- Exposition

Elément Décorations de façade

- Matériau
- Type d'élément (jambages, corniche, etc.)

Elément Balcons et loggias

- Matériau
- Ecoulement

Elément Portes extérieures

- Matériaux
- Type de portes (porte d'entrée, porte de service, porte de garage)

Elément Couverture de toit en pente

- Matériau

Elément Couverture de toit plat

- Matériaux
- Parties des surfaces praticables

Elément Ferblanterie

Selon le Diagnostic sommaire seule la ferblanterie entre en considération. Il faut distinguer entre :

- le choix des matériaux ;
- les chéneaux normaux avec descentes apparentes ;
- les chéneaux encastrés ;
- les bords de toit plat.

Elément Fenêtre

- Matériau
- Type de vitrage (simple, double, verre isolant)

Elément Volets, stores, protections solaires

- Type de protection (volet, stores, etc.)

L'évaluation d'un élément s'est faite selon l'annexe 5.3 et les données spécifiques des éléments énumérées.

Le but de ce relevé était de déterminer les corrélations entre la valeur de l'élément et son âge. En relation avec cette évaluation, on doit pouvoir établir

pour chaque élément sa durabilité totale et sa durabilité restante.

d) Relevé du moment de remplacement

Le moment de remplacement des éléments suivants a fait l'objet d'une enquête supplémentaire :

- façade ;
- couverture de toiture en pente ;
- couverture de toiture plate ;
- bords de toit ;
- fenêtres ;
- volets et stores ;
- production de chaleur ;
- cuisines.

5.2 Référence au diagnostic sommaire MERIP

5.2.1 Généralités

Le diagnostic sommaire MERIP⁶ représente un instrument original pour la détermination de l'état des immeubles. Son but est d'évaluer les coûts de la remise en état au regard des exigences en vigueur notamment techniques, écologiques (énergie) et de confort.

Le bâtiment et ses aménagements extérieurs ont été divisés en 50 éléments. L'état de chaque élément est évalué à l'aide de quatre codes. L'utilisateur est guidé dans sa démarche par une visite systématique. L'évaluation d'un bâtiment donne également les **frais de remise en état**.

Avec le diagnostic sommaire MERIP on peut évaluer l'état d'un bâtiment dans son **ensemble**. L'examen est conduit visuellement et indépendamment des matériaux de construction. Il ne comprend que des travaux qui ne nécessitent pas d'autorisations de construire. Cette méthode n'autorise **aucune** conclusion sur les coûts de rénovation par élément.

Pour l'examen des éléments relativement à leur vieillissement et à leur durabilité, nous **n'utilisons pas les descriptions de l'état du diagnostic sommaire MERIP**, cela pour les raisons suivantes :

1. Le but du diagnostic sommaire MERIP est avant tout l'estimation des coûts pour la remise en état d'un bâtiment entier et non celle de la valeur de ses différents éléments.
2. Les causes et les circonstances du changement de l'état d'un élément ne sont pas importants dans l'établissement du diagnostic sommaire MERIP. On note simplement une dégradation ou un manque qui seront pris globalement en compte dans l'optique d'une rénovation.
3. Le diagnostic sommaire MERIP associe l'inadaptation des locaux aux exigences actuelles et aux prescriptions en vigueur à un élément défectueux.

Nous constatons (en l'état actuel du diagnostic sommaire MERIP) que cette méthode n'est pas conforme à la Classification des coûts par éléments du CRB :

- Les résultats des coûts moyens du Diagnostic sommaire MERIP ne peuvent pas être transposés directement dans la Classification des coûts par élément⁷ (ni dans le Catalogue des articles normalisés⁸). Le projet PI BAT « L'étude d'une opération de rénovation – du diagnostic au projet »⁹ donnera des informations complémentaires quant à la correspondance entre ces deux méthodes.

5.2.2 Détermination des éléments de construction importants

Lors de la rénovation des éléments divers critères décisifs interviennent :

1. le vieillissement **technique** et l'usure/influences nocives de l'environnement (pluie, soleil, froid) ;
2. des critères **esthétiques** (salissures, etc.), aspect du bâtiment ;
3. des aspects **économiques** et **sociaux** (possibilités de location, structure sociale des habitants, etc.).

Le vieillissement technique d'un ou de plusieurs éléments concerne surtout les groupes d'éléments de l'aménagement intérieur, les équipements des cuisines et des salles de bain ainsi que les façades. Les critères 2 et 3 ne sont que peu influencés par ce facteur.

Dans le domaine des équipements sanitaires, les exigences de confort sans cesse croissantes des habitants et locataires servent de référence.

Les installations techniques, elles, dépendent étroitement des prescriptions et du développement technologique.

Pour ces différentes raisons, nous nous sommes limités dans cette étude à la classification et à la **définition des éléments** de construction selon le diagnostic sommaire MERIP.

⁶ PI BAT, «Diagnostic sommaire MERIP», Evaluation des dégradations et estimation du coût de remise en état des immeubles, Manuel d'utilisation et carnet des éléments, OCFIM N°724. 431.0f

⁷ Classification des coûts par élément

⁸ Catalogue des articles normalisés

⁹ Projet PI BAT «L'étude d'une opération de rénovation – du diagnostic au projet», à paraître

Cependant une délimitation des éléments importants du diagnostic sommaire MERIP s'est avérée nécessaire, car tous les éléments ne sont pas cause de rénovation.

Au chapitre 5.3 Evaluation des éléments, les différents **états de dégradation des éléments** qui fondent notre appréciation (et qui en partie divergent du diagnostic sommaire MERIP), sont décrits au plus près.

Les groupes d'éléments du diagnostic sommaire MERIP qui concernent le gros œuvre I et II, ainsi que les installations techniques, furent soigneusement examinés et évalués.

Les 50 éléments du diagnostic sommaire MERIP furent ainsi divisés en 2 groupes principaux et quelques éléments regroupés en un seul élément de construction (sanitaire, par exemple).

Éléments de construction examinés

Estimation du **vieillessement** des éléments sur place:

	Elément du Diagnostic sommaire N°
– structure porteuse*	02
– crépi (façade, surfaces extérieures)	03
– décorations de façade	04
– balcons et loggias	05
– portes extérieures	15/19
– charpente	25
– couverture de toit en pente	26.1
– couverture de toit plat	26.2
– ferblanterie	31
– fenêtres	39
– volets, stores, protections solaires	40/41
(cf. 5.3 Evaluation des éléments)	

* en partie inspecté

Relevé des éléments en fonction du **moment de rénovation**:

	Elément du Diagnostic sommaire N°
– production de chaleur	11
– installations sanitaires	13/14 +35 à 38
– cuisines	46

Éléments relevés en partie seulement, dont l'examen n'a pas été poussé plus loin (cf. 5.1.5 Questionnaire de relevé).

Éléments non inspectés

Dans cette enquête, on n'a pas retenu les exigences liées à la mode et au confort ainsi que de nouvelles dispositions légales applicables aux travaux de rénovation, car elles ne sont pas en relation directe avec le vieillissement technique des éléments.

C'est pourquoi les éléments suivants n'ont pas été examinés:

	Elément du Diagnostic sommaire N°
– abords, surfaces aménagées	1
– façade, isolation	6
– caves privées	7
– locaux sous-sol communs	8
– dalle sur sous-sol, isolation thermique	9
– stockage mazout	10
– distribution de chaleur	12
– revêtement de mur, hall, escalier	17
– escalier et palier	18
– portes d'entrée d'immeubles	19
– installations électriques	21 à 23/33
– ascenseur	24
– massifs en toiture	27
– verrières, tabatières	28
– isolation toiture	30
– combles	32
– chauffage	34
– menuiserie intérieure	42
– revêtement de sols	43
– revêtement de murs	44
– revêtement de plafonds	45
– bains-WC	47
– ventilation	48
– locaux professionnels et commerciaux	49
– échafaudages	50

5.3 Evaluation des éléments

5.3.1 Echelle d'évaluation des éléments examinés

Les différents **états** des éléments sont décrits dans le Diagnostic sommaire MERIP¹⁰. Ils ne définissent cependant pas la **valeur** de cet élément correspondant à son état.

Pour ces raisons, l'attribution d'états de référence précis des éléments de construction, définissant l'échelle de valeur, est indispensable.

Les écarts les plus extrêmes sont représentés, de « bon » à « proche de la ruine » = « irréparable ». Pour cela la définition de trois états suffisent, soit les valeurs de 0.8, 0.5 et 0.2. L'état le plus délabré (= détruit) est désigné par la valeur 0.

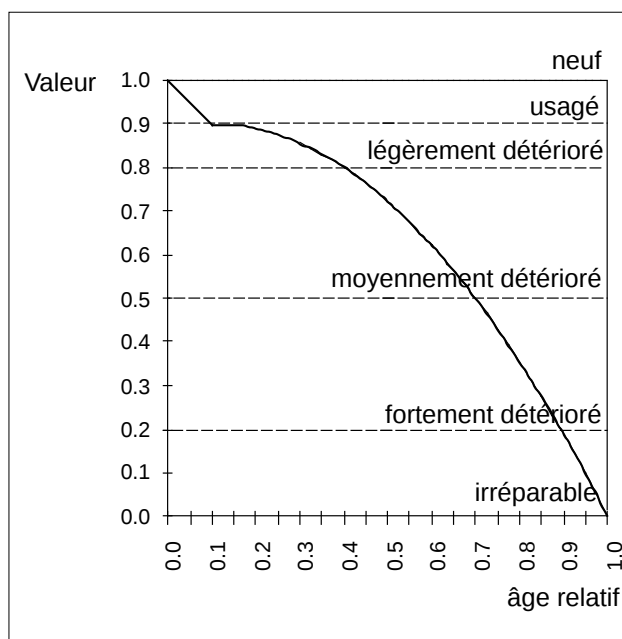


Figure 5.5

L'échelle d'évaluation¹¹ pour la détermination de l'état des éléments tient en ces termes :

- 1.0 = valeur à neuf
- 0.9 = détérioré (encore pleinement utilisable)
- 0.8 = légèrement détérioré (utilisable)
- 0.5 = moyennement détérioré (utilisable)
- 0.2 = fortement détérioré
- 0.0 = irréparable

La description des différents états fait référence aux explications du diagnostic sommaire MERIP. Ils ont été adaptés à l'échelle linéaire des valeurs décimales et en partie réinterprétés sur la base du matériel photographique. Par ailleurs nous avons fait recours aux descriptions de l'état du diagnostic détaillé.

D'autres influences mécaniques extérieures ne seront pas prises en considération, comme des dégâts à l'isolation extérieure ou des fenêtres brisées par des jets de pierre, la compression des écoulements sanitaires par le trafic ou des fissures dans le crépi en raison du tassement de la construction, etc. De même, il n'a pas été tenu compte d'exigences techniques actuelles, plus étendues, comme par ex. une meilleure isolation thermique, une étanchéité à l'air plus performante, etc.

¹⁰ PI BAT Diagnostic sommaire MERIP. Carnet des éléments pour immeubles d'habitation et immeubles mixtes, OCFIM 724.431.1, 1993

¹¹ J. Schröder, Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände, Systembeschreibung, 1992

5.3.2 Crépi

Elément du Diagnostic sommaire N° 03.1

Crépi traditionnel sur support en terre cuite

Seul l'état du crépi est examiné. En cas d'application de peinture, celle-ci a été exclue de cette évaluation. N'ont également pas été pris en considération les dommages au crépi en raison de défauts de construction et d'influences mécaniques extérieures. Des fissures de retrait provenant du processus de prise ne représentent pas une atteinte préjudiciable.



Photo 5.1

0.8 dégradation légère

Adhérence sur toute la surface du support. De petites fissures de peu de longueur, surface délavée, la couleur des grains apparaît



Photo 5.2

0.5 dégradation moyenne

Des parties décollées, des éclatements au raccord avec d'autres éléments, surface délavée, les parties angulaires se détachent du fond



Photo 5.3

0.2 dégradation importante

Le crépi se détache du support, mais tient toujours; décollement important du crépi de finition. Le crépi remplit sa fonction, aussi longtemps qu'aucune autre agression ne se produit.



Photo 5.4

0.0 irréparable

Le crépi est en partie tombé

5.3.3 Décorations de façade (corniches et encadrements)

Elément du Diagnostic sommaire N° 04

Molasse, pierre artificielle, béton



Photo 5.5
0.8 dégradation légère
Angles endommagés, joints délavés, petites fissures



Photo 5.6
0.5 dégradation moyenne
Angles ébréchés, parties de surfaces détachées, tailles rongées, début d'érosion des matériaux



Photo 5.7
0.2 dégradation importante
Lézardes, parties tombées, d'autres déplacées, joints ouverts, érosion avancée des matériaux sous l'effet des conditions atmosphériques



Photo 5.8
0.0 irréparable
Des morceaux tombent, des éléments manquent; surfaces complètement lessivées

5.3.4 Balcons et loggias

Elément du Diagnostic sommaire N° 05

Dalles de béton, apparent ou crépi, dalles à hourdis crépies, garde-corps en métal ou massifs, parapets en maçonnerie.



Photo 5.9

0.8 dégradation légère

Fines fissures stabilisées sur la dalle et sur le revêtement, petites ébréchures sur les arêtes, légère corrosion des balustrades



Photo 5.10

0.5 dégradation moyenne

Fissures et éclatements sans menace pour la sécurité
Détachement du revêtement
Arêtes endommagées, infiltration d'eau



Photo 5.11

0.2 dégradation importante

Parties portantes corrodées ou endommagées, la sécurité n'est plus garantie.
Détachement complet du revêtement, balustrade corrodée



Photo 5.12

0.0 irréparable

Dalle et supports brisés; interdit d'accès

5.3.5 Portes extérieures

Elément du Diagnostic sommaire N° 15/19

Portes extérieures, portes de service, portes de garage

Bois, métal, avec vitrage incorporé



Photo 5.13

0.8 dégradation légère

Surface extérieure endommagée

Plaque de propriété rouillée

Défaut d'étanchéité



Photo 5.14

0.5 dégradation moyenne

Peinture enlevée, début de corrosion sur les ferrements

Panneau de porte légèrement voilé

Défaut d'étanchéité



Photo 5.15

0.2 dégradation importante

Parties en bois pourrissantes, métal corrodé, défaut de ferrements, fermeture inutilisable



Photo 5.16

0.0 irréparable

Porte inutilisable, n'assure plus son rôle de protection

5.3.6 Couverture de toit en pente

Elément du Diagnostic sommaire N° 26.1

Tuiles terre cuite

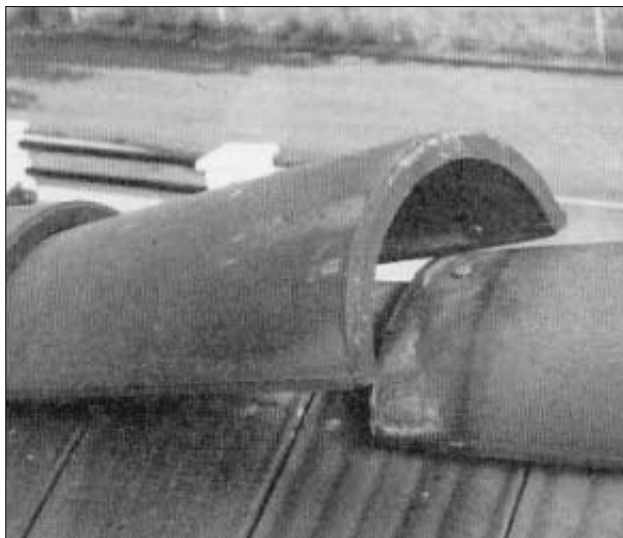


Photo 5.17

0.8 dégradation légère

Tuiles en bon état

Quelques tuiles déplacées, tuile faîtière déboîtée, quelques faibles salissures, étanchéité assurée.

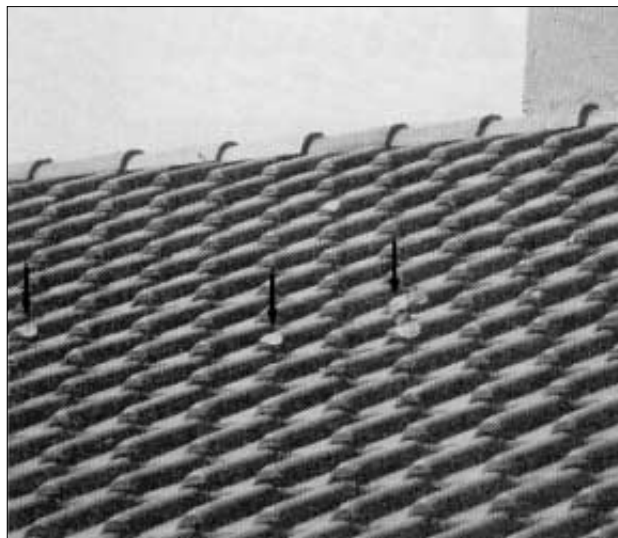


Photo 5.18

0.5 dégradation moyenne

Début d'éclatement de la surface des tuiles, quelques tuiles manquantes et ébréchées, faîtières manquantes. Beaucoup de salissures, lattage endommagé, étanchéité plus que partiellement maintenue, la couverture assurant l'étanchéité, essentiellement dans les bords de toit.



Photo 5.19

0.2 dégradation importante

Tuiles dégradées sur des surfaces importantes, un grand nombre de cassées, lattage et larmiers manquants, l'étanchéité n'est plus garantie, sous-couverture trop sollicitée, la couverture n'assure plus son rôle et le bâtiment est inhabitable



Photo 5.20

0.0 irréparable

Bâtiment à l'abandon, inutilisable, qui va s'affaissant jusqu'à la ruine

Crédit Photo pour 0.8 et 0.5:
Dr J. Blaich, Diplomwahlfach 10-528 Bauschäden

5.3.7 Couverture de toit plat

Elément du Diagnostic sommaire N° 26.2

Revêtement bitumé et feuilles en matière synthétique

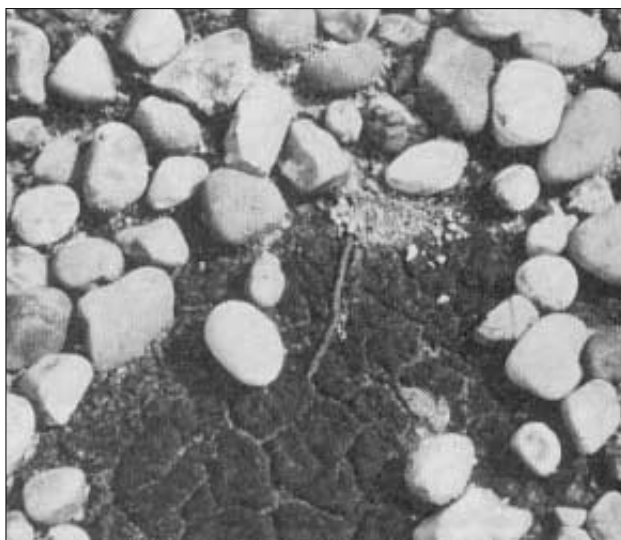


Photo 5.21

0.8 dégradation légère:

Étanchéité en état, couche de protection en partie manquante.

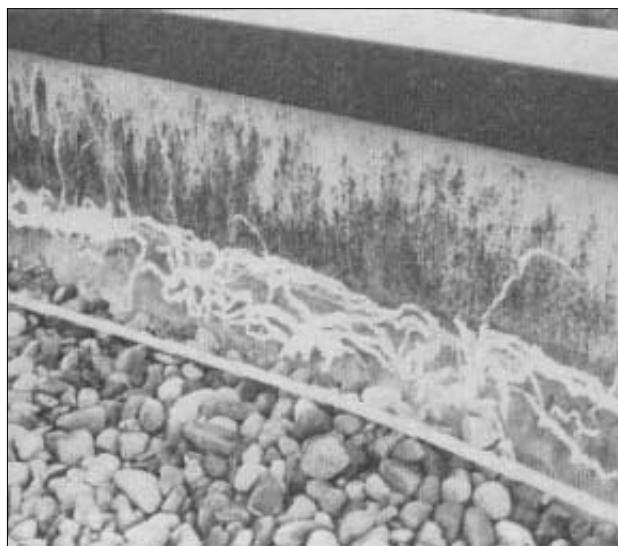


Photo 5.22

0.5 dégradation moyenne

*Étanchéité à l'air libre sur de grandes surfaces, formation de cloques et de plis
Début de croissance de plantes
Étanchéité garantie*

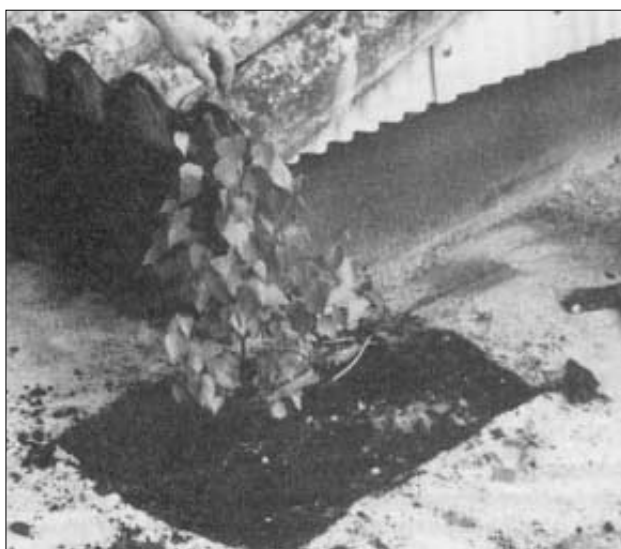


Photo 5.23

0.2 dégradation importante

Jeu dans les raccord avec les bordures en tôle, feuilles cassantes et fendues, racines pénétrantes, l'étanchéité n'est plus garantie, elle ne remplit plus sa fonction, le bâtiment est inhabitable



Photo 5.24

0.0 irréparable

Bâtiment à l'abandon, inutilisable

*Crédit Photo
Dr J. Blaich, Diplomwahlfach 10-528 Bauschäden*

5.3.8 Ferblanterie

Elément du diagnostic sommaire N° 31

Ferblanterie sur les avant-toits en tôle galvanisée brute/peinte



Photo 5.25
0.8 dégradation légère
Chéneau légèrement déformé, eau stagnante, peinture écaillée, traces de corrosion



Photo 5.26
0.5 dégradation moyenne
Peinture dégradée, traces évidentes de rouille, raccords ouverts, fixation lâche



Photo 5.27
0.2 dégradation importante
Tronçons complètement rouillés, tuyaux de descente non étanches, fixation défectueuse, chéneaux passablement déformés



Photo 5.28
0.0 irréparable
Chéneaux et tuyaux de descente ont des fuites

5.3.9 Fenêtres

Eléments du Diagnostic sommaire N° 39

Bois

Simple vitrage, double vitrage, verre isolant



Photo 5.29

0.8 dégradation légère

Légères traces de dégradation au niveau inférieur des cadres, jointures légèrement fissurées



Photo 5.30

0.5 dégradation moyenne

Surfaces extérieures et intérieures dégradées, la peinture s'écaille, défaut de mastic, légère humidité à l'intérieur du vitrage.

Les cadres se distendent aux jointures, le bois est fissuré par endroits, ferrements en partie disloqués



Photo 5.31

0.2 dégradation importante

Les vantaux et les cadres non protégés, endommagés, pourrissants, mastic quasi inexistant, carreaux disloqués. Ferrements endommagés ou faisant défaut, en partie inaptes à fonctionner.

Rainures perméables, infiltration d'eau



Photo 5.32

0.0 irréparable

Bois pourri ou vermoulu, vantaux voilés. Inaptitude complète au fonctionnement

Infiltration d'eau

5.3.10 Volets, stores

Elément du Diagnostic sommaire N° 40

Protections solaires

Elément du Diagnostic sommaire N°41

Volets à jalousies en bois



Photo 5.33
0.8 dégradation légère
Premières traces de dégradation, les jointures de cadres se marquent



Photo 5.34
0.5 dégradation moyenne
La couleur se défraîchit, les jointures des cadres se distendent,
premiers signes de déformation
Début de rouille sur les ferments

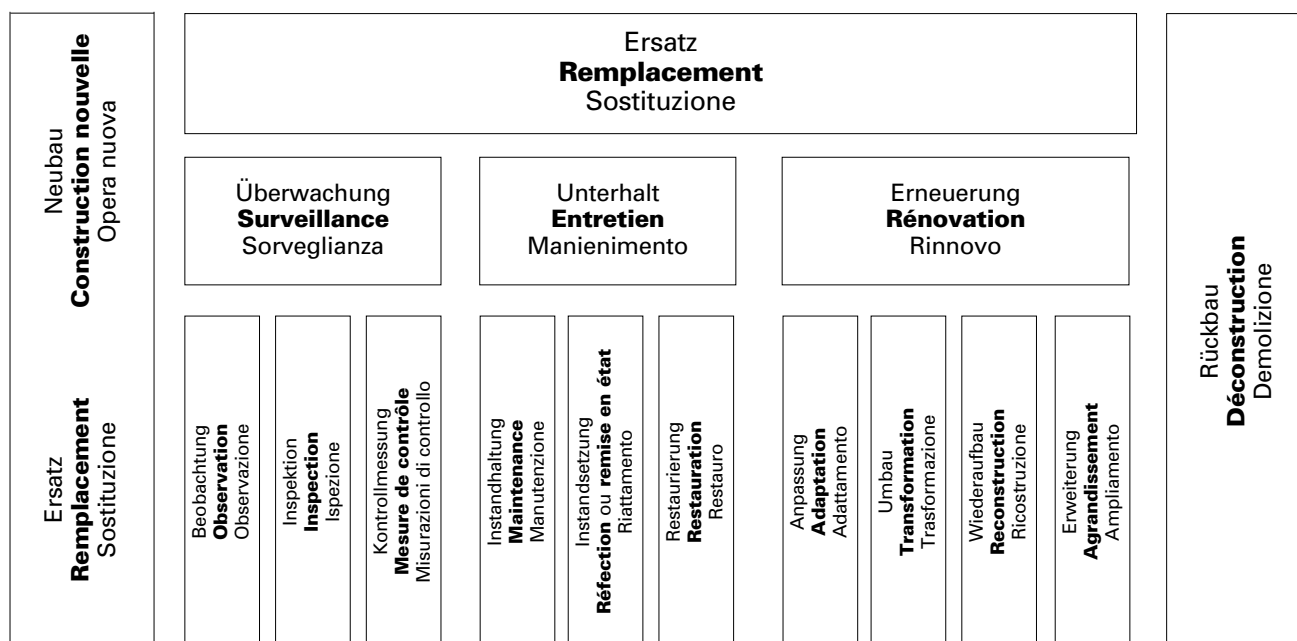


Photo 5.35
0.2 dégradation importante
Dégradation avancée, la pourriture s'installe, ferments disparus, rouille, capacité réduite de fonctionnement (fermeture difficile, affaissement des cadres, etc.)



Photo 5.36
0.0 irréparable
Inapte à toute fonction, ne reste que des pièces éparses

5.4 Terminologie



Conservation des ouvrages		Ensemble des démarches et interventions assurant le maintien de la valeur (intrinsèque) d'un ouvrage			
Surveillance	Activité consistant à observer et à contrôler l'état d'une construction, ainsi qu'à donner des indications sur les conclusions à tirer	Entretien	Action continue destinée au maintien ou à la remise en (bon) état d'une construction, sans modifications majeures de l'utilisation et de la valeur	Rénovation	Opération tendant à améliorer une construction par des interventions profondes, pour en modifier l'utilisation et en accroître la valeur
Observation	Surveillance d'un ouvrage, se faisant par des contrôles simples et réguliers	Maintenance	Ensemble d'interventions simples et régulières, permettant de maintenir une construction en (bon) état de fonctionnement	Adaptation	Adaptation d'une construction aux exigences actuelles ou futures, sans interventions majeures
Mesure de contrôle	Opération consistant à relever les chiffres mesurés et à les contrôler par comparaison avec les valeurs choisies	Réfection ou remise en état	Opération tendant à rétablir le fonctionnement de tout ou partie d'un ouvrage, son utilisation, et à lui conférer une durabilité déterminée	Transformation	Travaux tendant à modifier une construction par des interventions profondes pour répondre à des besoins nouvellement apparus
Inspection	Opération tendant à constater l'état d'une construction grâce à des examens appropriés, comprenant une appréciation de la situation et des indications quant à la suite à donner	Restauration	Opération tendant à remettre en état une construction de valeur historique ou de style, tout en conservant son caractère original	Reconstruction	Rétablissement de l'état antérieur d'un ouvrage
				Agrandissement	Ajouts importants à la construction existante

Figure 5.6
Termes principaux utilisés dans le cadre de la conservation des ouvrages, selon J. Schröder et al. (SIA 45/1992)

Bases théoriques pour la courbe de vétusté (cf. chap. 3.1.2)

Conventions

- V** = valeur relative d'un élément
t = âge relatif d'un élément
t_{100%} = durabilité d'un élément
isq = coût relatif de remise en état par unité de temps
is = coût relatif de remise en état à un moment donné
T = moment idéal de remise en état d'un élément
a = exposant de t dans la formule d'évaluation
C = coût de remise en état

- a = 2** cas général:
ex.: toit, façade
a = 1 évaluation linéaire:
ex.: installations techniques
a = 0,5 rapide dévalorisation au début
ex.: chaudière, frigidaire ou en cas de pénétration d'humidité

(Source: Schröder, Jules: Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände. SIA-Heft 17/89; System-beschrieb 1992)

Courbe de vétusté

$$V = 1 - t^a$$

Courbe de vétusté avec l'hypothèse que la dévalorisation immédiate en raison de défauts de montage (salissures, etc.) intervient pour 10%, c'est-à-dire que la valeur maximale est de 90%:

$$V = 0.9 - 0.9 [(t - 0.1) / 0.9]^a$$

(n'est valable seulement pour $t_{\bar{u}} = 0.1$)

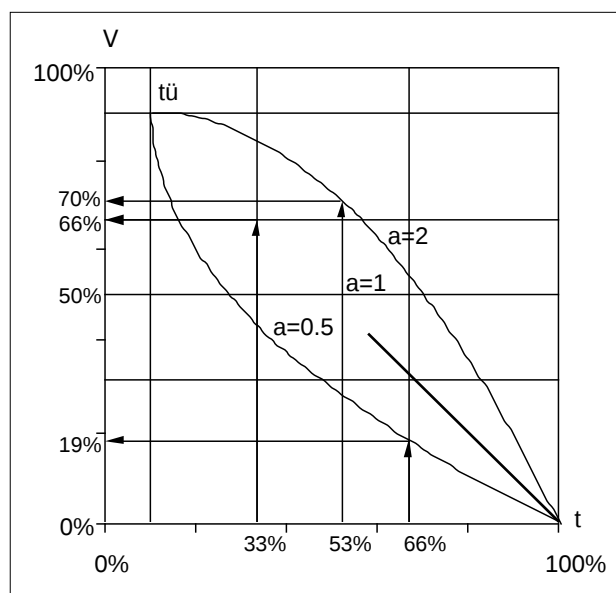


Figure 5.7

5.5 Bibliographie

- Amt für Bundesbauten; Abnutzungsdauer (Mittelschwere Nutzungsdauer in Jahren), 1981
- Balkowski, F. D.; Sanierung historischer Bausubstanz, Bewertung des Zustandes – Sanierung – Nutzungsanpassung, Müller, Köln - Braunsfeld, 1982
- Bayer, G.; Renovieren, natürlich und einfach, Renovierung und Sanierung von Altbauobjekten nach baubiologischen und ökologischen Gesichtspunkten, Institut für Baubiologie und Ökologie, Neubeuern, 1987
- Blaich J. Dr.; Vorlesung Bauschäden, ETH Zürich, 1992
- Brunner, C. U.; Sanierung der Wohnkolonie Limmatstrasse, Auswertung der energetischen Massnahmen 1981 / 82, Empa und Plenar Büro CUB, Dübendorf und Zürich, 1984
- Brunner, C. U., Nänni, J., Gartner R., Hochstrasser T., Wärmeschutz in Altbauten, SIA-Dokumentation D 0107, Wärmebrückenkatalog 3, 1993
- Burkhardt, L. / Flury, M. / Ronner, H.; Tatbestand Wohnen, ETH Arbeitsbericht A15, 1970, Kontext
- Dartsch, B.; Bauen heute in alter Substanz, Müller-Verlag, Köln, 1990
- Decker, H.; Neubauerneuerung, Vom Rückbau zur Nachverdichtung, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin, 1990
- Dickenbrok, G.; Kostenermittlung in der Altbau- modernisierung, Methodikbuch, Springer-Verlag, Berlin, 1985
- DIN Deutsches Institut für Normung; Normen über Altbau modernisierung, Bauverlag, Stand der abgedruckten Normen April 1981, Wiesbaden und Berlin, 2. Auflage, 1981
- Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich, Umbauen – Restaurieren, praktische Hinweise für Behörden, Zürich, 1979
- Dittrich, H. & W.; Modernisieren von Alt- und Neubau, Müller, Köln, 1989
- Dürr, B.; Die Erneuerung von Mietwohnungen, Vorgehen, Beispiele, Erläuterungen, Bundesamt für Wohnungswesen, 1990
- Fuchsbichler, M.; Kostenschätzung Altbau- modernisierung, Ein schnelles und präzises Indexermittlungsverfahren für Österreich, BRD und Schweiz, Methodikbuch, Springer-Verlag, Wien, New York, 1990
- Gesamthochschule Kassel, Kassel 1985; Scholl L., Energietechnische Gebäudesanierung, Ein Erfahrungsbericht, AT-Verlag, Aarau; Stuttgart, 1985
- Grunau, E. B.; Lebenserwartung von Baustoffen, Funktionsdauer von Baustoffen und Bauteilen, Wirtschaftlichkeit durch langlebige Baustoffe, Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden, 1980
- Harth, H. J.; Handbuch für die Hochbau- sanierung, Erfordernisse zur Werterhaltung, prüfen, sanieren, restaurieren, konservieren, Verlag VVB, Berlin, 1986
- Hoor, D. / Reiners, H.; Alte Bauten – Neues Wohnen, Beispiele und Ideen für die Umnutzung, Callwey, München, 1990
- IVWSR Internationaler Verband für Wohnungs- wesen, Städtebau und Raumordnung, Verbesserung von Grosswohnsiedlungen der Nach- kriegszeit, The Hague, Netherland, 1985
- Kastner, R. H.; Gebäudesanierung, Analyse – Planung – Durchführung, Callwey-Verlag, Mün- chen, 1983
- Kendall Thompson, E.; Umbauen – Restaurieren, Renovieren – restaurieren – umbauen, Wieder- verwendung von Gebäuden in den USA, Delon- Verlag, Düsseldorf, 1981
- Klocke, W.; Mein Haus wird älter – was tun? Ratgeber mit Checklisten zur Vermeidung von Bauschäden durch preiswerte Pflege und Unter- haltung, Bauverlag, Wiesbaden, 1988
- Koenecke, M. / Koenecke, R.; Schäden am Haus, Ursachen, Beseitigung, Kosten, Rudolf Müller, 2. überarbeitete Auflage, Köln, 1988
- Kolb, B.; Bauen und Sanieren mit natürlichen Baustoffen, Weka-Fachverlag, 1989

- Krug, K. E.; Wirtschaftliche Instandhaltung von Wohngebäuden durch methodische Inspektion und Instandsetzungsplanung, Dissertation, Braunschweig, 1985
- PI BAT, Le guide de maintenance, OCFIM 724.427 f, 1991
- PI BAT, Diagnostic sommaire MERIP, Evaluation des dégradations et estimation du coût de remise en état des immeubles, Manuel d'utilisation, OCFIM 724.431 f, 1993
- PI BAT, Carnet des éléments pour immeubles d'habitation et immeubles mixtes, OCFIM 724.431.1 f, 1993
- Menning, M.; Sanierung einer 60-Jahre-Siedlung, Verschimmelung oder Entschimmelung der Wohnstadt, Kassel-Waldau
- Meyer-Bohe, W.; Altbaumodernisierung und Sanierung, Aktuelle Projekte und Details, Kissing, Weka-Verlag, 1986
- Nägeli, W. / Hungerbühler, K.; Handbuch des Liegenschaftenschätzers, Zürich, 1988
- Potyka, H. / Zabrano, R.; Pflegefall Althaus, Reparaturzyklen von Wohnhäusern, Picus-Verlag, Wien, 1985
- Rau, O. / Braune, U.; Der Altbau, Renovieren, Restaurieren, Modernisierung, Koch, Leinfelden-Echterdingen, 1985
- Riccabona, C.; Häuser in Baulücken, Beispiele zur Fassadengestaltung, Müller, Köln, 1985
- Schild, E.; Die Nachbesserung von Bauschäden, Rechtsfragen für Baupraktiker, Bauverlag Wiesbaden; Berlin, 1981
- Schilling, R.; Rückbau und Wiedergutmachung, Was tun mit dem gebauten Kram, Birkhäuser-Verlag, Basel, 1987
- Schmid, H. / Oswald, F.; Querschnittsbericht Altbaumodernisierung, technische, arbeitstechnische und organisatorische Lösungen in der Altbaumodernisierung, Institut für Arbeits- und Betriebswissenschaft, Leonberg, Bonn-Bad Godesberg, 1984
- Schmitz, H. / Doening, J. / Krings, E.; Altbaumodernisierung im Detail, Konstruktionsempfehlungen, Rudolf Müller, Köln, 1989
- Schriftenreihe des schweizerischen Verbandes für Wohnungswesen; Erneuerung und Unterhalt von Altwohnungen, Zürich, 1974
- Schröder, J. Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände, 1992
- Schweizerischer Hauseigentümerverband, Richtlinien Altersentwertung Mietwohnungen, Büros und Läden, 1983
- Schweizerischer Hauseigentümerverband, Lebensdauer von Wohnungseinrichtungen, 1991
- Schweizerischer Verband für Wohnungswesen, Unterhalt und Erneuerung von Altwohnungen, Schriftenreihe SVW Nr. 3, Zürich, 1974
- Schweizerischer Verband für Wohnungswesen, Merkblatt, Richtzahlen für die Lebensdauer von Bau- und Einrichtungsteilen, Zürich, 1981
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung + Umweltschutz, Berlin, Grüne Dächer für Berlin, 1992
- Simons Klaus, Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen, Abschlussbericht Forschungsarbeit T1932, Techn. Universität Braunschweig, 1987
- Stadt Wien, Geschäftsgruppe Wohnbau und Stadterneuerung, Wohnen in der Stadt, Ideen für Wien, Compress, Wien, 1989
- VDI-Gesellschaft technische Gebäudeausrüstung; Sanierungsaufgaben in der technischen Gebäudeausrüstung, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1990, Tagung München, 22. Mai 1990
- Weidlich, B. / Kerschberger, A.; Energiegerechte Bauschadensanierung, Müller-Verlag, Karlsruhe, 1992
- Wiessner, R.; Wohnungsmodernisierungen – ein behutsamer Weg der Stadterneuerung, empirische Fallstudie in Altbauquartieren der Nürnberger Innenstadtrandgebiete Nürnberg, Verlag Michael Lassleben, Kallmünz- Regensburg, 1987

- Zürcher Statistische Nachrichten, Statistische Amt der Stadt Zürich, 1933, Heft 1, 1934, Heft 1, 1942 Heft 2, 1952 Heft 3, 1958 Heft 2, 1964 Heft 3, 1969 Heft 4, 1978 Heft 1, 1990 Heft 3,

- 3. Klocke, W.; Mein Haus wird älter – was tun? Ratgeber mit Checklisten zur Vermeidung von Bauschäden durch preiswerte Pflege und Unterhaltung, Bauverlag, Wiesbaden, 1988

5.5.1 Commentaires à la bibliographie

La grande partie de la bibliographie entre 1980 et 1990 se préoccupe de transformation et de changement d'affectation des constructions anciennes ou historiques. Techniques utilisées et forme architecturale y jouent le rôle principal. Pour le thème qui nous intéresse, le vieillissement des matériaux, celui-ci n'est qu'effleuré. Peu de titres couvrent la période vers 1960, et ce sont là aussi les aspects avant tout sociaux et architecturaux qui sont développés. Un autre thème, abondamment traité, est celui de l'estimation des coûts en tant que méthode systématisée.

Pour notre étude, les ouvrages suivants représentent une importance particulière:

- 1. Potyka, H/Zabrano, R.; Pflegefall Althaus, Reparaturzyklen von Wohnhäusern, Picus-Verlag, Wien, 1985

Un livre volumineux, qui traite de l'ensemble des aspects de la rénovation. Un chapitre spécial est consacré à la durabilité des matériaux et à leur fréquence de réparation:

- Durabilité des éléments
 - Courbes de diminution de la valeur
 - Durabilité des matériaux
 - Durabilité des éléments et cycle de réparations
- 2. Krug, K.E.; Wirtschaftliche Instandhaltung von Wohngebäuden durch methodische Inspektion und Instandsetzungsplanung, Dissertation, Braunschweig, 1985

Ouvrage scientifique, qui traite précisément de notre thème. N'est pas transposable tel quel dans la pratique du bâtiment. Avec de très nombreux tableaux, statistiques, etc.:

- projet d'une méthode de maintenance;
- large éventail de tableaux;
- valeurs attendues de durabilité des éléments de construction.

Ce livre s'adresse dans une langue simple aux propriétaires particuliers et aux non-professionnels. De nombreux sujets sont traités. Les check-lists proposent des intervalles différents d'inspection selon la durabilité attendue des divers éléments.

5.6 Durabilité des éléments de construction dans la littérature

Vue synoptique de choix bibliographiques, selon l'ordre du CFC

N° de colonne avec les sources correspondantes :

- 1) L. Burckhardt, M. Flury, H. Ronner: Tatbestand Wohnen, ETH Arbeitsbericht A 15, 1970
- 2) Association suisse d'habitation ASH
- 3) Manuel d'amélioration thermique « Etudes et projets », OFQC, 1980
- 4) Office des constructions fédérales, « Durée de dévalorisation », 1981
- 5) W. Nägeli, K. Hungerbühler: Handbuch des Liegenschaftenschätzers, Zürich 1988
- 6) Schweizerischer Hauseigentümerverband, 1991
- 7) UB/TIB Hannover, « Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen », Forschungsbericht, 1987,
Valeurs moyennes provenant de 13 recherches:
7a) durabilité minimale
7b) durabilité moyenne
- 8) J. Schröder; Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände, 1992
- 9) PI BAT; Données pour l'entretien et la rénovation des immeubles d'habitation, ETH-Zurich, 1993

Remarque générale:

Selon notre recherche, en Suisse alémanique la durabilité possible des éléments de construction (sans parler des dégâts consécutifs) dépasse le moment de remise en état en usage auprès des propriétaires. C'est dire que les considérations esthétiques jouent souvent un plus grand rôle lorsqu'on envisage une remise en état que la dégradation de l'élément proprement dit.

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
Type de bâtiments										
Constructions souterraines				100						
Ouvrages de protection civile				100						
Immeubles de bureaux et d'habitation										
Construction à ossature			-80							
Bâtiments massifs, simples			-80							
Bâtiments massifs, normaux			80-100							
Constructions monumentales avec des murs épais			150-200							
Bâtiments industriels et artisanaux:										
Maçonnerie à colombage de bois			50-70							
Halle à colombage de bois			-60							
Ateliers			-70							
Entrepôts										
en béton armé ou										
en maçonnerie de brique		-80								
Gros œuvre 1										
211 Canalisation	50-100	50-100								
Tuyau en terre cuite émaillée							40	50		
Tuyau en béton							30	40		
Chambre de contrôle							30	50		
Pompe d'eaux usées							15	25		
Fondations, murs					80-...				150	
Sauts-de-loup							30	40		
Façades en béton				80						
Dalles de balcons, béton armé	50-100	50-100					60	80		60
Garde-corps en béton coulé sur place							30	40		
Garde-corps préfabriqué							40	60		

5.6 Durabilité d'éléments de construction dans la littérature (suite)

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
211 Pierre naturelle	20-100	20-100								
Escaliers							40	50		
Tablettes de fenêtre	20-100									
Parement (soubassement, entrée d'immeuble)							40	50		
Pierre artificielle	20-100	20-100								
Tablettes de fenêtre, pierre artif.	20-100						20	25		60
Parement (soubassement, entrée d'immeuble)							40	50		
Conduits de fumée			40-80				40	60		
Conduits de fumée en toiture, boisseau							20	25		
Cape de cheminée			20-30				20	25		
212 Construction préfabriquée en béton et en maçonnerie			20-30							
Escaliers						40	50			
214 Construction en bois										
Solives, faux plancher							65	80		
Revêtement de corniche							20	30		
Virevent, larmier							20	30		
Escalier en bois tendre				30			25	30		
Escalier en bois dur				50			30	50		
Revêtement en bois				20						
Tablettes de fenêtre en sapin							25	30		
Tablettes de fenêtre en chêne							30	35		
Protection chimique du bois							20	30		
215 Constructions préfabriquées légères										
Revêtements en fibro-ciment				40						
Revêtements en acier ou en aluminium				40						
Gros œuvre 2										
221 Fenêtres, portes extérieures	30-80	30-80							45	
Fenêtres:										
sapin/sapin rouge										35
pin ou mélèze	30-50		30-50	30	40-60					50
• appliqué à l'intérieur							30	50		
• appliqué à l'extérieur							15	20		
en chêne	40-60		40-60	40			40	60		
bois-métal				40						
acier				40						
métal léger							40	50		
matière synthétique					20		40	50		
Porte ext. en sapin			30-40				20	35		45
Porte ext. en chêne			50-70				40	50		50
Porte ext. en acier, métal léger				30			40	50		55
Porte de garage, tôle d'acier							30	35		
221 Porte de garage, bois							30	35		
Ferrements de portes et fenêtres										
métal léger							20	25		
matière synthétique							15	20		
Vitrages: verre isolant							15	20		
Briques de verre							30	35		

5.6 Durabilité d'éléments de construction dans la littérature (suite)

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
222 Ferblanterie									45	
Chénaux/garnitures										
tôle d'acier zingué	5-25	5-25		25			15	20		30
tôle zinguée	30-60	30-60	20-25				20	30		
cuivre	80-100	100+	80-100	50	70-100		30	40		
tôle d'acier inoxydable										
(acier chromé)	50-100	50-100		50						
métal léger	50-100	50-100		50						
matière synthétique		10-?					10	15		
Couverture de toiture										
tôle d'acier inoxydable				25			15	20		
tôle zinguée			20-25				20	30		
cuivre			80-100	80			40	60		
Recouvrement de tablettes de fenêtre										
tôle d'acier zingué		20-40								
tôle zinguée							20	25		
aluminium							15	20		
matière synthétique							20	25		
Doublage de conduits de fumée	20-30									
tôle zinguée							15	20		
tôle en plomb							15	20		
Barres à neige							13	20		
Protection contre la foudre							25	50		
224 Couverture en tuiles			40-80	45			30	40	45	50
Tuiles plates	25-80	25-?								
Tuiles à emboîtement,										
tuiles flamandes	40-60	40-60								
Tuiles en béton	25-40	25-40		45			30	40		
Ardoises en fibrociment				50			25	40		
Fenêtres de toiture							20	25		
Etanchéité de toit plat			20-40							
- 2 couches de carton bitumeux	5-20	5-20								
- 3 couches de lés bitumeux; gravier		20-40		25	15-30					30
- 2 couches de lés en polymère; gravier				20						
- lés en matière synthétique		10-								
Coupole en matière synthétique				20			20	25		
225 Etanchement des joints							10	15		
Joint de dilatation							10	15		
226 Crépi extérieur	20-50		30-50		30-50				60	
Mortier hydraulique				40					50	
Crépi ciment 1 couche							20	30		
Crépi au mortier de chaux 2 couches							25	35		
Crépi de finition 2 couches							25	35		
Crépi de soubassement							25	35		
Crépi en matière synthétique				25						30
Isolation thermique extérieure				15						
227 Travaux de peinture			15-20		8-20					
Peinture extérieure bois, métal							3	5		
Peinture de façade							8	10		
Peinture à la chaux	15-20	15-20								
Peinture minérale	20-25	20-25								

5.6 Durabilité d'éléments de construction dans la littérature (suite)

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
Dispersion	20-25									
Crépi				10						
Béton				7.5						
Sur bois exposé				5						
Sur bois protégé				10						
Peinture à l'huile sur fenêtre, stores		5-10	8-10	10						
Peinture sur ferblanterie		8-15	6-8							
Peinture sous-face de toit			-20							
228 Volets en bois	25-40	20-40	25-40	25						40
Stores en bois	25-35	20-40	25-35	25	25-35	25	20	25		
Volets roulants en métal léger	40-50		40-50	25		30				
Volets roulants en matière synthétique						20	20	25		
Stores à lamelles en matière synthétique						15				
Stores à lamelles en métal	15-20		15-20	10	20-25	25				
Toile de tente,										
remplacement de la toile	5-20	10-20	10	15	8-15	12				
Sangles pour stores et volets roulants						7				
23 Installations électriques									60	
Conduites verticales							40	50		
Conduites gainées			40-50				30	40		
Conduites apparentes			30-40							
Conduites dans locaux humides							20	25		
Interrupteurs, prises							10	15		
Installations à courant faible										
interphones							15	20		
sonnettes							10	20		
antennes collectives							7	15		
24 Installations de chauffage									45	
Chaudière en acier	15-25	15-25	10-25				15	20		
Chaudière en fonte							15	25		
Chaudière murale à gaz							10	12		
Corps de chauffe en acier	20-30	20-30	25-30				20	20		
Corps de chauffe en fonte	45-60	45-60			50-80		30	30		
Vannes thermostatiques						15				
Vannes de radiateurs usuelles						20				
Compteur de chaleur, débitmètre										
électronique						15				
Compteur à évaporation, électronique						15				
Compteur à évaporation, mécanique						30				
Tuyauterie en acier			25-30				20	30		
Tuyauterie en cuivre			40-60				25	25		
Conduites de chauffage à distance		20-30	20-30							
Brûleur à mazout	10-20	10-20	10-15				10	15		
Citerne à mazout en acier	25-40	25-40			12-20					
Citerne à mazout en acier enterrée	5-25	5-25			15-30					
Citerne à mazout en béton enterrée	5-25	5-20								
Pompes	10-25									
Pompes à chaleur			10-15							
Capteurs solaires			10-15							
Régulation			10							
Conduits de fumée	40-80									
244 Installations de ventilation										
Evacuation centrale							20	30		
Ventilateurs d'extraction électriques							5	10		

5.6 Durabilité d'éléments de construction dans la littérature (suite)

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
25 Installations sanitaires									45	
Baignoires			30-40				20	25		
Lavabos, éviers		15-25	30-40				20	35		
Baignoire/tub de douche en acier	23-28	25				50				
Baignoire/tub de douche en fonte	28-33	30				50				
Baignoire/tub de douche émaillé						20				
Baignoire/tub de douche en acryl						40				
WC, urinoirs	25-40	25-40	20-30			50	20	30		
Siège de WC		10-15	5-15				7	10		
Robinetterie			20-25			20	10	15		
Réservoir de chasse d'eau							15	20		
Siphon							10	12		
Machines à laver, lave-vaisselle	13-18	14	10-15		10-20	15				
Sèche-linge	13-18	15				15	11	13		
25 Chauffe-eau (petits appareils)			10-15			15				
zingué	10-20	10-20					10	15		
acier chromé	15-25	15-25								
émaillé		20-30								
Chauffe-eau électrique			15-25		18-25					
Accumulateur centrale d'eau chaude	20-25	20-25	20-25							
Conduites d'eau froide										
acier zingué	25-60	25-50	30-40				25	30		
cuivre	50-70	50	40-50				30	40		
matière synthétique							25	50		
Conduites d'eau chaude										
acier zingué							20	30		
cuivre							30	40		
matière synthétique							20	30		
Conduites de gaz							40	50		
Ecoulement										
acier	15-30	15-30	20-25							
plomb	25-35	25-35								
fonte	30-50	30-50	40-50				30	35		
éternit	30-50	30-50	40-50				30	40		
matière synthétique			25-40				30	40		
Paroi sanitaire préfabriquée							30	35		
Cuisine										
Cuisinière à gaz		18					10	20		
Cuisinière électrique	18-23	20	15-20		20-35	20	15	25		
plaques de cuisson		10				12				
Frigo électrique	13-18	16	10-15		20-30	12				
compresseur		10-15								
jointes de caoutchouc		6-10								
Congélateurs		15				15				
26 Ascenseurs					20-35					
Machinerie							15	20		
Câbles et commandes							5	5		
Cabine							35	40		
Petits monte-charge							10	15		
Aménagement 1									45	
271 Plâtrerie	20-25				20-30					
Enduit de plafond										
chambres			40-60	50			50	70		
cuisines, bains, buanderie			40-50	40			25	30		
Enduit de paroi			40-60	50			40	50		
Plaques en plâtre cartonné							30	40		

5.6 Durabilité d'éléments de construction dans la littérature (suite)

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
272 Ouvrages métalliques										
Balustrade de balcon					50-100		30	40		
acier, éternit							20	30		
acier, matière synthétique							40	60		
Barreaux de fenêtre, barrière d'escalier	40-60		40-60	40						
Portes métalliques intérieures				40						
Serrurerie intérieure				40						
273 Menuiserie										
Portes intérieures:										
résineux ou bois dur				40						
portes en bois peintes							30	50		
huisserie en acier avec joints							40	80		
portes antifeu							50	50		
Fermeaux de portes et fenêtres	15-25	25		40			15	25		
Cylindres		20-25								
Serrures de portes d'appartement						20				
Serrures de portes de chambres						40				
Armoires encastrées				40						
Revêtement en bois				40						
Aménagement 2									45	
281 Chapes en ciment	30-45	30-45					40	60		
Chapes d'asphalte							40	60		
Revêtements de sol										
pierre naturelle et artificielle					50		40	60		
carrelage en céramique						40	50	80		
plinthes, céramique							25	30		
carreaux de Klinker	40-70		40-60	50		50				
parquet	25-60	25-40			50-100	40				
vitrification de parquet						12				
parquet sur lambourdes en sapin			40-60				30	40		
parquet en hêtre			50-55	40			40	50		
parquet en chêne			40-50	40			40	50		
parquet en liège						20				
revêtements de sol en textile	5-20	10-20		10	8-20	10-12	7	10		
linoléum	15-30	15-30	25-30	20	15-30	20	20	25		
matière synthétique Novilon						10				
matière synthétique PVC		15-30		20		20	20	25		
revêtement d'escalier										
en matière synthétique							10	10		
asphalte							15	20		
282 Revêtements de parois										
pierre naturelle et artificielle				40						
faïences en céramique	30-45	30-45		40	70-100	40				
grès dans salle d'eau						40				
tapisserie	10-20	10-15	8-15	10	6-20	10-15				
tapisserie en matière synthétique ou tissé	15-25		15-20	10						
bois				20		40				

5.6 Durabilité d'éléments de construction dans la littérature (suite)

	1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9
284 Fumisterie										
Poêles en faïence, fixes	20-40	20-40					20	25		
Poêles en faïence, mobiles	20-40	20-40					15	20		
Poêles à mazout		15								
Poêles-cheminées						25				
Cheminées à air chaud						20				
Ventilateurs pour l'évacuation des gaz de fumée						20				
285 Peinture intérieure	15-25	15-20	10-20							
Peinture sur bois, métal, crépi, béton							5	10		
Peinture à la chaux (blanc fixe)	10-20	10-15	4-6	10		10				
Dispersion		10-15								
bains, WC, cuisines			6-8	10						
corridor, chambre			8-10	10		10				
Lambrissage, glaci						20				
Corps de chauffe			10-12	10		20				
Peinture à l'huile sur boiserie		-20								
portes, cadres, fenêtres						20				
Cage d'escalier			15-20							
Peinture sur sol				5						
4 Aménagements extérieurs										
Murs en pierres sèches							40	50		
Marches							20	35		
Grillage		10								
Enrobés de chemins et de routes		20								
Réduction de la durabilité en cas d'utilisation professionnelle des locaux (particulièrement pour les revêtements de sols, parois et plafonds)										
Bureaux						0.20				
Artisanat, production						0.25				
Magasins						0.25				
Restaurants						0.50				

5.7 Adresse des bâtiments examinés

Bâtiments ayant fait l'objet de relevés sur place

Hinwil	15 bâtiments
Saint-Gall	8 bâtiments
Winterthour	9 bâtiments
Zurich-Affoltern	4 bâtiments
Zurich-Albisrieden	5 bâtiments
Zurich-Altstetten	10 bâtiments
Zurich-Aussersihl	6 bâtiments
Zurich-Oerlikon	10 bâtiments
Zurich-Riesbach	1 bâtiment
Zurich-Schwammendingen	8 bâtiments
Zurich-Wipkingen	3 bâtiments
Zurich-Wollishofen	7 bâtiments
	86 bâtiments

Bâtiments appartenant à l'UBS-IWORAG (immeubles sélectionnés)

Affoltern am Albis	2 bâtiments
Birsfelden	1 bâtiment
Fribourg	2 bâtiments
Genève	1 bâtiment
Küsnacht	1 bâtiment
Lausanne	3 bâtiments
Mollis	6 bâtiments
Neuchâtel	3 bâtiments
Pully	2 bâtiments
Rapperswil	1 bâtiment
Rüschlikon	3 bâtiments
Schaffhouse	11 bâtiments
Saint-Gall	8 bâtiments
Winterthour	8 bâtiments
Zurich	36 bâtiments
Zurich (campagne)	26 bâtiments
	114 bâtiments

5.8 Indice zurichois du coût de la construction

L'Office de statistique de la Ville de Zurich a publié pour la première fois en 1932 un indice du coût de la construction avec des données relevées dès 1920, année de référence 1914 = 100.

Jusqu'en 1940 cet indice est établi une fois par année le 1er juin. Dès 1941 le calcul se fait tous les 6 mois.

1. Bâtiment servant au calcul de l'indice, 1932
Le premier indice zurichois a été établi sur la base d'un immeuble à appartements de 8 trois pièces à la Schaffhauserstrasse, réalisé en 1925/26.
2. Bâtiment servant au calcul de l'indice, 1938
Dès 1938 cet indice est établi sur la base d'un immeuble à appartements comprenant 3 deux et trois pièces d'une coopérative d'habitation au 59 de la Zeppelinstrasse à Zurich-Unterstrass, réalisé en 1932. Le bâtiment était équipé d'une installation centrale de chauffage et d'eau chaude, ainsi que de salles de bains.
En 1948 le bâtiment est adapté – en particulier pour l'aménagement intérieur – au confort moderne.
3. Bâtiments servant au calcul de l'indice, 1957
Dès 1957 ce sont 3 immeubles à appartements construits en 1954 par la Coopérative de la Limmattal au 209-221 du Letzigraben à Zurich-Albisrieden qui servent de référence au calcul de l'indice. Dans ces immeubles, on a relevé les données de 6 deux pièces, de 33 trois pièces et de 3 trois pièces et demie.
En 1966, les appartements sont adaptés au standing usuel.
4. Bâtiments servant au calcul de l'indice, 1977
Depuis octobre 1977 les calculs de l'indice sont basés sur le quartier communal du « Utohof », réalisé en 1971-1973. Il englobe un immeuble-tour de 10 étages et deux immeubles de 5 et 6 étages comprenant au total 162 appartements.
5. Bâtiments servant au calcul de l'indice, 1988
Dès 1988, c'est le quartier de la « Limmatstrasse » construit en 1983-85 qui sert à établir l'indice du coût de la construction. Sur les 147 appartements, seuls 43 ont été retenus pour fournir les données pour le calcul de l'indice.

5.8.1 Répartition du coût des bâtiments servant au calcul de l'indice

	Indice 1 1932-37 en ‰	Indice 1 1932-37 en ‰	Indice 2 Zeppelinstr. 1938-47 en ‰	Indice 2 Zeppelinstr. 1938-47 en ‰	Indice 2 Zeppelinstr. 1948-56 en ‰	Indice 3 Letzigraben 1957-76 en ‰
Année de l'évaluation	1934	1937	1938	1947	1948	1957
Gros œuvre	418	434	409	399	405	370
Terrassements, maçonnerie, canalisations	305	316	280	264	261	10
Fouilles						294
Terrassements, maçonnerie, béton armé						17
Pierre artificielle	23	23	16	18	17	22
Charpente	64	67	69	79	83	8
Ferblanterie	7	7	19	17	17	17
Couverture	19	21	25	21	27	2
Couverture de toit plat						
Aménagement intérieur	474	490	509	479	478	489
Serrurerie	10	12	13	12	12	17
Serrurerie spéciale						4
Volets, stores à rouleaux	10	10	12	13	13	10
Protections solaires			5	5	5	5
Plâtrerie	80	72	59	54	51	52
Sol et paroi en céramique	23	21	22	21	19	12
Carrelage						7
Chapes						84
Installations sanitaires	58	64	83	81	91	
Alimentation gaz de cuisine	11	12				
Installation électrique	24	26	28	27	28	56
Chauffe-eau (fourniture)	22	22				
Cuisinière, machines à laver linge/vaisselle			33	35	24	
Vitrier	25	25	30	30	34	40
Menuiserie	87	92	64	57	63	64
Ferrements (fourniture)	4	6	4	5	5	8
Sol en parquet	37	36	25	30	28	9
Linoléum			19	17	16	10
Peinture	36	37	39	39	36	36
Tapisserie	11	13	12	9	6	11
Fumisterie	36	42				
Chauffage central			39	39	43	
Installation de chauffage						47
Chaudière à mazout						7
Isolation						8
Production d'eau chaude			22			
Chauffage/déshumidification				3	3	
Nettoyage				2	1	2
Ensemble des autres frais	108	76	82	122	117	141
Frais de construction et d'administration						21
Raccordements	23			8	8	
Raccordement eau						5
Raccordement électricité						3
Jardinage				32	30	24
Aménagement extérieur, maçonnerie						10
Honoraires d'architecte, direction des travaux	63	73	79	64	61	63
Taxes	6	3	3	5	5	8
Intérêts intercalaires	16			13	13	7
Coût total	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Figure 5.8

5.8.1 Répartition du coût des bâtiments servant au calcul de l'indice (suite)

Indice 4 Utohof 1.4.1977 CFC N°	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 CFC N°		Indice 4 Utohof 1.4.1977 en ‰	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 en ‰
	0	Terrain	0.00	1.7
	05	Conduites de raccordements aux réseaux		1.6
	051	Terrassements		1.3
	052	Canalisations		0.3
	09	Honoraires		0.1
	091	Architecte		0.1
1	1	Travaux préparatoires	53.78	19.7
10		Relevés, études géotechniques	0.74	
	11	Déblaiements, préparation du terrain		3.7
	112	Démolitions		3.7
	13	Installation de chantier en commun		2.5
	131	Clôtures		1.5
	133	Bureau de la direction des travaux		0.9
17	17	Fondations spéciales, protection de fouilles, étanchement des ouvrages enterrés	45.84	11.0
	172	Enceintes de fouilles		7.7
	173	Etayages		1.5
	176	Epuisement des eaux à ciel ouvert		1.8
19	19	Honoraires	7.20	2.5
191	191	Architecte	2.62	1.6
192	192	Ingénieur civil	3.61	0.9
193.0		Géomètre	0.97	
2		Bâtiment	785.65	897.3
20	20	Excavation	15.47	18.6
201.0		Installation de chantier	0.14	
201.1	201.1	Terrassements	15.33	18.6
21	21	Gros œuvre 1	281.69	304.1
211	211	Travaux de l'entreprise de maçonnerie	248.90	243.9
211.0	211.0	Installation de chantier	19.97	14.7
211.1	211.1	Echafaudages	11.78	5.7
211.3	211.3	Fouilles en rigole	3.58	7.9
211.4	211.4	Canalisations intérieures	2.59	2.0
211.5	211.5	Béton, béton armé	114.42	111.6
211.6	211.6	Maçonnerie	94.10	102.1
211.7		Conduits de fumée spéciaux	2.46	
212		Construction préfabriquée en béton (balustrade, escaliers)	24.94	
212.1		Balustrade	21.32	
212.1		Escaliers	3.62	
214	214	Construction en bois	2.73	12.1
214.1	214.1	Charpente	2.73	4.0
	214.4	Parements extérieurs, corniches		8.2
	215.5	Revêtements extérieurs		48.0
216		Travaux en pierre artificielle	5.12	
22	22	Gros œuvre 2	78.99	100.9
221	221	Fenêtres, portes extérieures, portes	35.10	52.8
221.0	221.0	Fenêtres en bois	27.42	22.6

Figure 5.9

5.8.1 Répartition du coût des bâtiments servant au calcul de l'indice (suite)

Indice 4 Utohof 1.4.1977 CFC N°	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 CFC N°		Indice 4 Utohof 1.4.1977 en %	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 en %
221.3		Fenêtres et portes en métal	6.85	
	221.4	Fenêtres en aluminium		17.3
221.5		Vitrage	0.83	
	221.6	Portes extérieures, portes en métal		10.4
	221.8	Eléments spéciaux d'éclairage naturel (ext.)		2.6
222	222	Ferblanterie	6.77	7.9
223	223	Protection contre la foudre	0.78	1.1
224	224	Couvertures	6.04	22.9
	224.0	Couvertures des combles		10.4
224.1	224.1	Etanchéités souples (toits plats)	6.04	12.5
225.1	225.1	Etanchement des joints	2.33	0.4
226.1	226.1	Crépis (gros œuvre)	24.79	2.0
227.1	227.1	Peintures extérieures	3.18	2.8
	228	Fermetures ext. mobiles, protection contre le soleil		11.0
	228.1	Volets roulants		7.8
	228.3	Stores en toile		3.2
23	23	Installations électriques	27.78	46.6
231-235		Installations, téléphone, lustreries	26.12	
236.4		Antennes radio et TV	1.66	
24	38	Installations de chauffage/ventilation	38.59	38.0
241		Brûleurs	0.93	
242	242	Production de chaleur	6.46	4.0
243	243	Distribution de chaleur	23.73	18.8
243.6		Isolation du système de distribution de chaleur	0.31	
244	244	Installation de ventilation	5.63	14.2
247.4	247.4	Abri PC, ventilation	1.53	0.9
25	25	Installations sanitaires	84.69	75.6
251 + 254		Appareils, tuyauterie	57.93	
	251	Appareils sanitaires courants		17.8
	253	Appareils sanitaires d'alimentation et d'évacuation		1.5
	254	Tuyauterie sanitaire		19.8
255	255	Isolation d'installations sanitaires	3.04	2.5
	256	Unités avec installations sanitaires incorporées		10.4
258	258	Agencements de cuisines (bois, métal)	23.72	23.6
26	26	Installations de transport (ascenseurs)	23.84	5.9
261	261	Ascenseurs et monte-charge	23.84	5.9
27	27	Aménagements intérieurs 1	117.43	124.6
271	271	Plâtrerie	43.55	33.3
	271.0	Crépis et enduits intérieurs		30.5
	271.1	Cloisons, revêtements et habillage en plâtrerie		2.8
272	272	Ouvrages métalliques	5.21	52.8
272.1	272.1	Eléments métalliques	1.43	4.4
272.2	272.2	Ouvrages métalliques courants (serrurerie)	3.78	48.4
273	273	Menuiserie	54.52	36.7
273.0	273.0	Portes intérieures en bois	21.47	19.7
273.1	273.1	Armoires murales, rayonnages, etc.	12.79	10.1
273.3	273.3	Menuiserie courante	20.26	7.0

Figure 5.10

5.8.1 Répartition du coût des bâtiments servant au calcul de l'indice (suite)

Indice 4 Utohof 1.4.1977 CFC N°	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 CFC N°		Indice 4 Utohof 1.4.1977 en ‰	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 en ‰
275	275	Système de verrouillage	1.06	1.7
276		Dispositifs intérieurs de fermeture, protection contre le soleil	13.09	
276.1		Volets roulants (matière synthétique, métal léger)	9.81	
276.3		Stores en toile	3.28	
28	28	Aménagement intérieur 2	66.45	81.9
281	281	Revêtements de sol	34.16	54.3
281.0	281.0	Chapes	12.50	8.8
	281.1	Sols sans joints		4.4
281.2	281.2	Revêtements de sol en matières synthétiques, textiles	13.85	13.2
	281.5	Dallages en pierre artificielle		14.1
281.6		Carrelages en céramique	0.11	
281.7	281.7	Revêtements de sol en bois	3.70	10.6
281.9	281.9	Plinthes (matière synthétique, bois)	4.00	3.3
282	282	Revêtements de paroi	9.51	8.0
282.1	282.1	Travaux de tapissier-décorateur	4.47	2.4
282.4	282.4	Revêtements de paroi en céramique	5.04	5.6
283		Faux plafonds	0.23	
285.1	285.1	Peinture intérieure	17.26	16.8
286		Assèchement du bâtiment	1.16	
287	287	Nettoyage	2.91	2.7
288		Jardinage	1.22	
29	29	Honoraires	50.72	101.2
291	291	Architecte	37.77	75.6
292	292	Ingénieur civil	7.85	12.9
293.1	293	Ingénieur électricien	1.12	4.2
293.2	294	Ingénieur en chauffage et ventilation	1.63	3.8
293.3	295	Ingénieur en installations sanitaires	2.35	4.6
4	4	Aménagements extérieurs	87.77	31.2
40		Mise en forme du terrain	18.33	
401.0		Installations de chantier	0.14	
401.1		Terrassements	18.19	
41	41	Gros œuvre et aménagements intérieurs	22.59	3.1
411	411	Travaux d'entreprise de maçonnerie	14.68	3.1
411.0		Installation de chantier	1.54	
411.3		Fouilles en rigole	4.96	
411.4	411.4	Canalisations à l'extérieur du bâtiment		0.6
411.5	411.5	Béton et béton armé	7.94	2.5
411.6		Maçonnerie	0.24	
412		Canalisations	5.31	
414		Gros œuvre 2 (fenêtres, portes extérieures, ferblanterie, toits plats, crépi)	1.93	
414.1		Fenêtres et portes en métal	0.61	
414.1		Vitrage	0.07	
414.2		Ferblanterie (acier chromé)	0.11	
414.4		Couverture (toits plats)	0.67	
414.6		Crépissage	0.47	
415		Aménagements intérieurs 1 (ouvrages métalliques)	0.35	

Figure 5.11

5.8.1 Répartition du coût des bâtiments servant au calcul de l'indice (suite)

Indice 4 Utohof 1.4.1977 CFC N°	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 CFC N°		Indice 4 Utohof 1.4.1977 en ‰	Indice 5 Limmatstr. 1.4.1994 en ‰
416		Aménagement intérieur 2 (revêtements de sol, peintures)	0.32	
416.1		Revêtements de sol sans joints	0.15	
416.5		Peintures	0.17	
42	42	Jardins	30.15	17.9
421	421	Jardinage	26.72	16.4
421.0		Installation de chantier	0.08	
421.1		Chemins, escaliers, places, etc.	20.61	
421.2		Ensemencement et plantation	6.03	
422		Clôtures	0.49	
423	423	Equipements, engins	2.94	1.5
45		Installations	2.74	
453		Installations électriques	1.03	
455		Installations sanitaires	1.71	
48	45	Conduites de raccordement aux réseaux (à l'intérieur de la parcelle)	8.49	5.9
481+486		Canalisations, fouilles	5.99	
481	452	Canalisations	2.56	1.6
486.0		Installation de chantier	0.44	
486.3	451	Terrassements	2.99	3.7
483	453	Electricité (raccordement au réseau)	0.66	0.6
484		Chauffage (conduites de chauffage à distance)	0.60	
485		Sanitaire (conduites d'eau et de gaz)	1.24	
485.0		Conduites d'alimentation d'eau	0.65	
485.4		Conduites d'alimentation de gaz	0.59	
49	49	Honoraires	5.47	4.3
491	491	Architecte	4.70	2.5
492	492	Ingénieur civil	0.56	0.2
493		Spécialistes (installations)	0.21	
493.1	493	Ingénieur électricien	0.07	0.1
493.2		Ingénieur en chauffage et ventilation	0.03	
493.3		Ingénieur en installations sanitaires	0.11	
	496.5	Jardinier-paysagiste		1.5
5	5	Frais secondaires	72.80	50.1
50		Frais de concours (concours d'architecture)	2.95	
51	511	Autorisations, taxes	3.81	4.3
52	524	Reproductions, copies de plans	3.10	7.3
53	531	Assurances pour travaux en cours	0.21	0.2
54	54	Financement à partir des travaux	60.31	36.5
541		Constitution d'hypothèques sur immeubles	3.71	
542	542	Intérêts sur crédit de construction, frais bancaires	56.60	36.5
59	56	Autres frais bancaires	2.42	1.6
Total			1000.00	1000.0

Figure 5.12