

Recommandations pratiques pour la réalisation de diagnostics structurels des bâtiments



EDITIONS
LE MONITEUR



Sommaire

Introduction	7
Liste des sigles et abréviations	9
Glossaire.....	11
1 Missions de diagnostics structurels	13
2 Détails des investigations	31
3 Modalités d'intervention sur un bâtiment existant.....	75
4 Retours sur expérience : cas d'usage	83
Index.....	111
Table des matières	113

Missions de diagnostics structurels

1.1 Diagnostics de niveau 1 ou de niveau 2

Deux grandes familles de diagnostics structurels sont à distinguer (fig. 1.1) :

- les diagnostics de niveau 1, basés sur un simple examen visuel et, éventuellement, un examen documentaire ;
- les diagnostics de niveau 2, basés sur des investigations et des moyens plus approfondis, pouvant prendre la forme :
 - d'un examen à l'aide d'un drone,
 - d'essais sur site ou en laboratoire,
 - d'auscultations,
 - de moyens de surveillance,
 - d'une modélisation ou d'un recalcul partiel ou total.

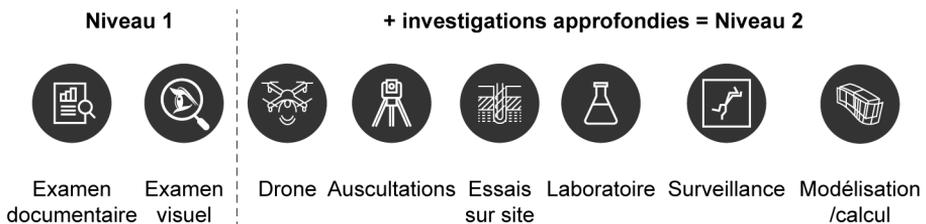


Fig. 1.1. Types de diagnostics structurels et moyens mis en œuvre.

La question récurrente est de déterminer les investigations adaptées à entreprendre dans le cadre d'un diagnostic pour obtenir un résultat permettant de formuler des recommandations fiables. Cette question est souvent laissée à l'appréciation de l'opérateur de diagnostic qui propose une campagne d'investigations en fonction de son expérience et de ses moyens disponibles.

La campagne d'investigations doit être déterminée en fonction de l'objectif et de la démarche du maître d'ouvrage : quel est l'objectif ? Quels sont les enjeux du maître d'ouvrage ? Le diagnostic s'inscrit-il dans un projet de réhabilitation ?

1.2 Démarches de diagnostics

Nous allons définir à présent les différentes missions de diagnostics en fonction du besoin et des objectifs du maître d'ouvrage. Les moyens pour réaliser des diagnostics structurels sont multiples : ils doivent être mis en œuvre de manière pertinente, en fonction des informations recherchées et du niveau de maîtrise des risques visé.

Le demandeur (propriétaire, exploitant, maître d'ouvrage...) ou son représentant peut avoir besoin d'un diagnostic structurel dans trois cas (fig. 1.2) :

- afin de surveiller l'état de son bâtiment de manière ponctuelle ou périodique : on parle de **démarche préventive** ;
- à la suite d'un sinistre, un désordre, une pathologie ou à la suite d'un simple doute sur la performance d'un ouvrage : il s'agit d'une **démarche curative** ;
- dans le cadre d'un projet de travaux sur l'existant (réhabilitation, extension, surélévation, rénovation...) ou de la modification de la destination ou de l'usage d'un ouvrage : on parle de **démarche travaux**.

Les échantillonnages associés aux moyens d'investigations mis en œuvre doivent être définis en fonction des buts poursuivis ainsi que des niveaux de performance du programme recherchés dans le cas d'un programme de travaux.

Démarche préventive	Je souhaite surveiller l'état d'un bâtiment existant (démarche préventive)	D0 – Diagnostic structurel préventif
Démarche curative	Je décèle un désordre, une anomalie, une pathologie sur un ouvrage	D1 – Diagnostic structurel curatif
Démarche travaux	J'ai un projet de travaux sur un bâtiment existant	D2A – Diagnostic sommaire de faisabilité D2B – Diagnostic structurel préréhabilitation D3 – Surveillance en cours de travaux

Fig. 1.2. Missions de diagnostics associées aux différentes démarches

Les missions sont détaillées ci-après.

Tab. 2.1. Liste des investigations pouvant être mises en œuvre dans le cadre d'un diagnostic

Niveau	Thème	Domaine	N°	Types d'investigations	Fréquence
Niveau 1	Examen	Documentaire	ExD	Examen documentaire	Base
		Visuel	ExV	Examen visuel	Base
	Drone	-	InsD	Examen par drone	Option
	Moyens d'accès	-	Macc	Moyens d'accès	Base
Niveau 2	Reconnaissance	Reconnaissance	Re1	Sondage	Base
			Re2	Caméra endoscopique	Option
	Essais et auscultations Béton	Dispositions constructives	Be1.1	Sondage destructif	Base
			Be1.2	Auscultation pachométrique	Base
			Be1.3	Auscultation radar	Base
	Essais et auscultations Béton	Caractéristiques du béton	Be1.4	Essai sclérométrique	Base
			Be1.5	Mesure par ultrason	Option
			Be1.6	Essai de compression	Base
			Be1.7	Essai de fendage	Rare
	Essais et auscultations Béton	Caractéristiques des armatures	Be1.8	Essai de traction sur armatures	Option
Be1.9			Essai à l'arbalète	Rare	
Be2.1			Mesure au corrosimètre	Option	
Essais et auscultations Béton	Risques de corrosion	Be2.2	Mesure de résistivité du béton de surface	Option	
		Be2.3	Essai de carbonatation	Option	
		Be2.4	Essai d'arrachement sur béton	Option	

2.2.4 Sondage ou examen par caméra endoscopique

La reconnaissance des structures comprend notamment la réalisation de sondages dans les parements, habillages, revêtements... afin d'avoir une bonne visibilité des structures en place pour les identifier et pour accéder aux éléments concernés par les essais. Elle peut comprendre l'utilisation de dispositifs endoscopiques qui permettent de visualiser des zones masquées par des revêtements, des parements ou des doublages sans avoir à effectuer de dépose ou de sondages destructifs (tab. 2.2 ; photos 2.3. et 2.4).

Cette étape permet de prévoir les essais et auscultations à mettre en œuvre dans le cadre du diagnostic envisagé.

Tab. 2.2. Liste des investigations dans le cadre des reconnaissances de structure

Domaine	N°	Investigations	Objectif
Reconnaissance	Re1	Sondage	Réaliser un sondage dans un parement, un doublage, etc.
	Re2	Caméra endoscopique	Examiner une partie de structure non visible derrière un habillage.



Photo 2.3. Exemple de sondage destructif

Tab. 2.6. Caractéristiques et modalités de l’auscultation ferromagnétique à l’aide d’un radar [Be1.3]

[Be1.3]	Auscultation ferromagnétique – Radar
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer la répartition et l’enrobage des armatures – Identifier la présence de vides, cavités éventuelles – Identifier les changements de matériaux
Référentiel	Notice du fabricant
Principe	Le radar envoie des ondes magnétiques qui sont réfléchies de manières différentes en fonction des matériaux rencontrés. Celles-ci sont captées par une antenne réceptrice, puis traitées pour produire une imagerie continue.
Type	Auscultation
Avantages	Il s’agit d’une méthode non destructive. Le radar permet de détecter également la présence de réseaux (canalisations, gaines électriques ou autres) en amont de la réalisation de sondages destructifs.
Inconvénients	La profondeur d’auscultation reste limitée et variable en fonction des appareils (jusqu’à 80 cm pour les appareils les plus puissants). Le radar ne permet pas d’estimer le diamètre des armatures.

Tab. 2.7. Caractéristiques et modalités de l’essai sclérométrique [Be1.4]

[Be1.4]	Essai sclérométrique
Objectif	Mesurer la dureté de la surface d’un ouvrage en béton et évaluer l’homogénéité de plusieurs surfaces
Référentiel	Norme NF EN 12504-2 (juillet 2021) : Essais pour béton dans les structures – Partie 2 : essais non destructifs – Détermination de l’indice de rebondissement
Principe	Le scléromètre est un outil portatif projetant une bille sur la surface de l’ouvrage. La hauteur du rebondissement de la bille détermine l’indice sclérométrique du parement.
Type	Essai sur site
Avantages	Le scléromètre est un outil simple d’utilisation. L’essai permet aussi d’évaluer la dégradation du béton à la suite d’un incendie ou d’un autre désordre.
Inconvénients	La dureté mesurée ne permet pas de déterminer la compression du béton mais de comparer la dureté de plusieurs surfaces.

Tab. 2.41. Caractéristiques et modalités de l'essai de compression [Ma1.1]

[Ma1.1]	Essai de compression
Objectif	Déterminer la résistance en compression d'un élément de maçonneries
Référentiel	Norme NF EN 1052-1 (octobre 1999) : Méthodes d'essai de la maçonnerie – Partie 1 : détermination de la résistance à la compression
Principe	L'essai consiste à soumettre un élément de maçonnerie en laboratoire à un effort de compression jusqu'à la rupture.
Type	Essai en laboratoire
Avantages	L'essai permet de déterminer la résistance à la compression d'une maçonnerie, ce qui permet de calculer avec précision la résistance d'une élévation, en vue d'un programme de travaux par exemple.
Inconvénients	Il faut pouvoir prélever sur site un élément de maçonnerie, ce qui peut s'avérer complexe. En effet, il faut que ce prélèvement soit faisable du point de vue technique (maçonneries avec une cohésion satisfaisante...) et du point de vue du client (prélèvement destructif sur le mur). De plus, pour les maçonneries anciennes, les résultats peuvent présenter une grande variabilité de résultats en fonction de la localisation des prélèvements.

Tab. 2.42. Caractéristiques et modalités de l'auscultation à la caméra thermique des parois [Ma1.2]

[Ma1.2]	Auscultation à la caméra thermique des parois
Objectif	Vérifier la constitution et l'harpage des murs en maçonnerie, vérifier la présence de chaînages
Référentiel	Notice de la caméra thermique
Principe	Cet essai consiste à ausculter sur site une paroi afin de déterminer les changements de composition (maçonneries) des murs.
Type	Auscultation sur site
Avantages	L'essai est simple à réaliser.
Inconvénients	L'auscultation doit être effectuée par temps de chauffe (hiver). La technique ne permet pas de déterminer le type de maçonnerie en présence.

Maîtrise d'ouvrage

Syndic de copropriétés

Contexte

Les immeubles résidentiels connaissent des problématiques majeures de solidité pouvant entraîner des effondrements totaux ou partiels. Il incombe aux propriétaires de maintenir l'immeuble en bon état et de s'assurer que les garanties de sécurité sont bien respectées de manière à ne pas compromettre la sécurité des occupants et des tiers.

Besoins

Audit par une tierce partie du parc du bâtiment en gestion afin de détecter les signes de désordres, et plus précisément les bâtiments datant de plus de 10 ans.

Type/Nature de la mission

Mission D0 – Diagnostic structurel préventif

Description de la mission

Le périmètre de la mission concerne les parties communes, les façades (depuis le sol), ainsi que les balcons (accessibles depuis les logements). Il s'agit de relever les désordres visibles par examen visuel, sans moyen d'accès.

À l'issue de ce diagnostic, le rapport précise l'ensemble des observations relevées, qui sont ensuite classées par niveau de risque selon les cotations suivantes (tab. 4.01-1).

Tab. 4.01-1. Cotation des risques associés aux constats réalisés

Cotation	Description du risque
R1	Risque imminent : intervention immédiate pour mise en sécurité
R2	Risque moyen avec nécessité de mener des diagnostics plus approfondis
R3	Risque faible ne nécessitant pas forcément la réalisation de diagnostics complémentaires
R4	Absence de risque

En cas de risques identifiés avec une cotation R1 ou R2 (tab. 4.01-2 et tab. 4.01-3), il est alors recommandé de réaliser **un diagnostic de niveau 2** sur l'ouvrage concerné.

Tab. 4.01-2. Investigations liées à la mission [D0]

[D0] Diagnostic préventif – Parc résidentiel			
<i>Code</i>	<i>Investigations</i>	<i>Compris</i>	<i>Commentaires</i>
ExD	Examen documentaire	✓	
ExV	Examen visuel	✓	

Tab. 4.01-3. Exemple de défauts de type R1, R2 et R3

Type de défaut	Constat	Recommandations
R1	Décollement soudain du garde-corps par rapport à la façade	Vérification du positionnement des armatures structurales du balcon Interdiction de l'accès au balcon et étaieage en fonction du risque
R2	Épaufrures de béton et corrosion avancée des armatures métalliques en nez de béton (les aciers gonflent avec la corrosion) (photos 4.01-1 et 4.01-3)	Il est nécessaire de vérifier l'état de corrosion des aciers structurels.
	Fissures parallèles à la façade (photo 4.01-2)	Il convient de vérifier si les fissures concernent uniquement la chape ou la dalle également avec un diagnostic de niveau 2 (investigations complémentaires).

Type de défaut	Constat	Recommandations
R3	Fissures perpendiculaires à la façade, au niveau d'un joint de fractionnement, décollement localisé de peinture Fissure d'un relevé de garde-corps (photo 4.01-4)	Étanchéité du joint à traiter et reprise du revêtement en sous-face à prévoir à moyen terme.
	Fissure verticale de garde-corps (absence de fractionnement)	Fissure sans gravité particulière du point de vue structurel



Photo 4.01-1. Épaufrure au niveau du nez de balcon

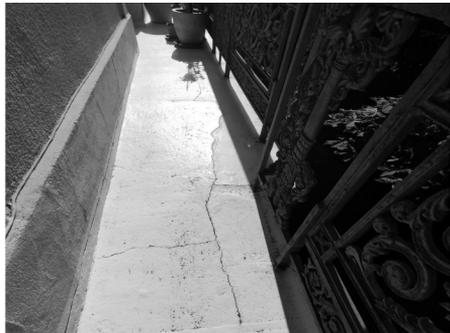


Photo 4.01-2. Fissure horizontale au niveau de l'arase supérieure

Recommandations pratiques pour la réalisation de diagnostics structurels des bâtiments



Avec un secteur du bâtiment et de la construction responsable de près de 40 % des émissions carbone de la planète et de 44 % de la consommation d'énergie en France, l'activité SOCOTEC Immobilier Durable mise en place par le groupe SOCOTEC vise à être un acteur engagé auprès de l'ensemble des parties prenantes de la filière : investisseurs, gestionnaires de patrimoine immobilier des secteurs public ou privé, responsables de sites, directions immobilières, foncières, *property managers*, administrateurs de biens, etc., tout au long du cycle de vie du bâti.

SOCOTEC Immobilier Durable est présent sur l'ensemble du territoire français avec près de 300 experts de la durabilité du bâti.

SOCOTEC Immobilier Durable concentre des expertises dans 8 grands domaines allant de la durabilité à la valorisation du patrimoine bâti.

ISBN 978-2-281-14757-5



9 782281 147575

EDITIONS
LE MONITEUR

Aujourd'hui, aucun cadre méthodologique sur la réalisation des diagnostics de structure des bâtiments existants n'existe. Pourtant, le bâti existant est soumis à l'essor du recyclage urbain, visant à limiter l'artificialisation des sols et la consommation de ressources naturelles, à la rénovation énergétique du parc bâti existant et à son vieillissement et sa vétusté...

Alors comment rénover un immeuble, le transformer, tout en assurant la pérennité de sa structure ? Comment prolonger la durée de vie des bâtiments anciens ?

Longtemps, le diagnostic structurel s'est limité à un examen visuel de la structure : la fiabilité des recommandations dépendait alors de l'expérience de l'opérateur et de la qualité des hypothèses retenues. Les moyens disponibles se sont depuis multipliés : drones, radars de béton, capteurs, etc. Ces outils permettent désormais de connaître les structures de manière fiable et de caractériser les pathologies.

Ainsi, ce guide pratique permet d'orchestrer et mettre en œuvre ces moyens avec efficacité et pertinence en :

- définissant le contenu des missions de diagnostics structurels, en fonction du contexte et des besoins du maître d'ouvrage ;
- préconisant les outils et moyens à disposition pour réaliser les investigations nécessaires, ces moyens n'étant pas exhaustifs mais représentatifs de cas d'usage courant ;
- recommandant les mises en œuvre pratiques d'intervention au sein d'un bâtiment existant.

L'ouvrage s'achève par l'analyse de cas d'usage qui trouveront un écho chez les maîtres d'ouvrage et gestionnaires d'actifs, collectivités, bailleurs sociaux, etc.