1993 724.433 f

# Méthodes de relevé

## Techniques de relevé, modalités, évaluation du coût

Entretien et rénovation des constructions, bâtiment

PI-BAT

Office fédéral des questions conjoncturelles

# Méthodes de relevé

## Techniques de relevé, modalités, évaluation du coût

Les travaux à entreprendre sur des bâtiments existants, la plupart du temps alors qu'ils sont occupés, exigent une planification soignée et, avant tout, des plans précis. Mais, fréquemment, les plans anciens n'existent plus ou sont très incomplets. Un relevé exact de l'ouvrage est alors, la plupart du temps, inévitable. Dans le cadre du programme d'impulsions PI-BAT, la présente publication réunit toute la documentation nécessaire pour permettre l'exécution de ce relevé (dont le coût n'est généralement pas négligeable) avec les techniques les plus évoluées et afin de satisfaire aux meilleures exigences de qualité. Le document comprend la définition de différentes modalités qui doivent être précisées avant le relevé, telles que: l'ampleur de la rénovation, les documents de base, le degré d'exactitude, les moyens techniques complémentaires, le personnel, le déroulement systématique, ainsi que l'évaluation du coût.

Toutes les méthodes de relevé, ainsi que leur domaine d'application, sont présentées chacune de manière détaillée et claire. Ces techniques sont ensuite approfondies au travers d'exemples. Un chapitre traite de l'élaboration et de l'exécution des plans.

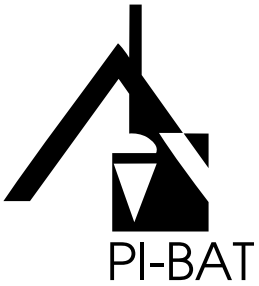
La présente documentation est un aide-mémoire pratique pour le professionnel.

ISBN 3-905234-55-6
Edition originale: ISBN 3-905234-16-5

1993, 68 pages
N° de commande 724.433 f

# Méthodes de relevé

## Techniques de relevé, modalités, évaluation du coût




**Office fédéral des questions conjoncturelles**
**Programme d'impulsion PI-BAT – Entretien et rénovation**

**Groupe de travail**
Heinz Hirt, Ralph Ammann
FORM+STATIK, HIRT+PARTNER AG, Spiez

**Suisse romande, édition française**
Traduction: L. Girard, Ecublens
Coordination: J.-L. Genre, EPFL-LESO, Ecublens

**Mise en page et photocomposition**
Consortium DAC/City Comp SA
Lausanne et Morges

ISBN 3-905234-55-6
Edition originale: ISBN 3-905234-16-5

Copyright © 1993 Office fédéral des questions conjoncturelles, 3003 Berne, avril 1993.
Reproduction d'extraits autorisée avec indication de la source.
Diffusion: Coordination romande du programme d'action «Construction et Energie», EPFL-LESO, Case postale 12, 1015 Lausanne (N° de commande 724.433 f)

Form 724.433 f 04.93 1000 XXXXX

# 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 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 architectoniques 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.

Les objectifs de PI-BAT seront poursuivis 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 Messieurs Reto Lang, Andreas Bouvard, Niklaus Kohler, Gustave Marchand, Ernst Meier, Andreas Schmid, Dieter Schmid, Rolf Saegesser, 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.

### Documentation

Lors d'opérations de rénovation, de nouvelles techniques de relevé sont aujourd'hui de plus en plus utilisées. La gamme de ces techniques est très vaste et va du remplacement du double mètre par de petits appareils électroniques de poche jusqu'à des systèmes de mesure couplés à des installations CAO.

Ce manuel décrit le déroulement systématique d'un relevé.

A côté de la présentation complète des techniques de relevé, le manuel contient des données sur les modalités (précision, moyens techniques complémentaires, personnel, déroulement du relevé), ainsi que sur l'estimation du coût.

Le présent document 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 aussi la responsabilité de leurs textes. Des améliorations sont encore possible et des suggestions éventuelles peuvent être adressées soit au directeur du cours, soit directement à l'Office fédéral des questions conjoncturelles.

Pour terminer nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de la présente publication.

Dr Heinz Kneubühler
Directeur suppléant de
l'Office fédéral des questions
conjoncturelles

# Table des matières

**1 Comment utiliser cette brochure** 7

**2 Introduction** 9

**3 Avant le relevé** 11
**3.1 Modalités / principes** 13
**3.2 Bases de facturation** 19

**4 Techniques de relevé** 21
**4.1 Toutes les techniques d'un seul coup d'œil** 23
**4.2 Relevés manuels** 24
**4.3 Relevés géodésiques** 28
**4.4 Relevés photographiques** 31
**4.5 Relevés photogrammétriques** 32
**4.6 Comparaison entre les différentes techniques de relevé des façades** 34

**5 Elaboration des plans / présentation des plans** 35
**5.1 Choix de la présentation des plans** 37
**5.2 Exécution des plans – anciennes et nouvelles techniques de travail** 40
**5.3 Liaison entre le travail analogique et le travail numérique des plans** 40
**5.4 Liaison entre données numérisées** 44
**5.5 Calcul des métrés** 44

**6 Exemples** 47
**6.1 Exemple 1** 49
**6.2 Exemple 2** 50
**6.3 Exemple 3** 52
**6.4 Exemple 4** 54

**Annexes** 59
**Descriptif des prestations pour les relevés** 61
**Description des produits** 63
**Bibliographie** 64
**Publications du programme d'impulsions PI-BAT** 65

# 1. Comment utiliser cette brochure

### Public visé

Cette publication s'adresse aux architectes et autres professionnels qui interviennent dans la planification et dans l'exécution de la maintenance ou de la rénovation d'un bâtiment.

### Technique

Lors d'opérations de rénovation, de nouvelles techniques de relevé sont aujourd'hui de plus en plus utilisées. La gamme de ces techniques est très vaste et va du remplacement du double mètre par de petits appareils électroniques de poche jusqu'à des systèmes de mesure couplés à des installations CAO.

### Contenu

Ce manuel décrit le déroulement systématique d'un relevé. En plus de la présentation complète des techniques de relevé, la publication contient des données sur les modalités (plans, précision, moyens techniques complémentaires, personnel, déroulement du relevé), ainsi que des données sur les coûts.

### Facturation

Le chapitre «Base de facturation» a pour but de rendre les facteurs économiques transparents, aussi bien pour le mandant que pour le mandataire. L'annexe A, «Descriptif des prestations pour les relevés» n'est à considérer que comme un simple exemple de descriptif d'une offre.

### Terminologie

Les propositions pour la terminologie de la maintenance ou de la rénovation des bâtiments sont reprises de brochures précédemment publiées du programme d'impulsion (voir la bibliographie de l'annexe B).

### Recommandation

Le relevé est une mesure préliminaire importante pour l'exécution d'une planification soignée. Nous recommandons, avant le début d'un relevé, de lire le chapitre 3 «Avant le relevé», de faire l'inventaire des différentes variantes possibles pour ce relevé et de choisir ensuite, sur la base de critères de choix, la combinaison la mieux appropriée pour les mesures.

# 2. Introduction

## Plans

La maintenance et la rénovation de bâtiments exigent des plans aussi bien pour la planification que pour l'exécution des travaux. Les plans anciens ne sont souvent plus disponibles, ne correspondent plus à l'état actuel des lieux à la suite de transformations successives ou sont simplement trop imprécis. Lorsque ces documents manquent ou doivent être complétés, des relevés sont nécessaires.

## Rentabilité

Un travail professionnel et économique n'est possible que lorsque différents moyens de relevés sont à disposition et qu'on les utilise à bon escient. Le coût, partiellement incompressible, d'un relevé conforme aux règles de l'art est, en dernier ressort, toujours justifié. Pour être rentable, une rénovation de bâtiment doit en effet être durable et la maintenance d'un immeuble n'est possible qu'à partir d'une bonne connaissance des spécificités de l'ouvrage. Il est important d'acquérir cette connaissance par un travail aussi précis que possible, soigné et exécuté dans les règles de l'art.

## Définition

Par l'expression «relevé», on entend le report des formes tri-dimensionnelles d'un ouvrage en dessins à l'échelle adéquate de projections horizontales, vues, coupes en projection orthogonale, établis à partir de mesures exactes. Le relevé réside ainsi d'une part dans la mesure de l'ouvrage et d'autre part dans la représentation graphique de ces mesures.

# 3. Avant le relevé

**3.1 Modalités / Principes** 13
**3.1.1 Ampleur de la rénovation** 13
**3.1.2 Plans et documents** 14
**3.1.3 Précision** 14
**3.1.4 Moyens techniques complémentaires** 15
**3.1.5 Personnel** 18
**3.1.6 Systématique de déroulement du diagnostic** 18

**3.2 Bases de facturation** 19

# 3. Avant le relevé

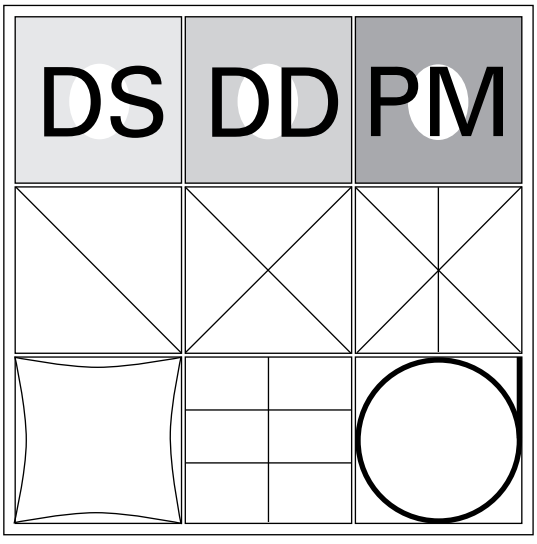
**Qualité**
Les relevés peuvent être établis avec diverses méthodes de mesure et divers moyens de mesure. Le choix de ces moyens joue un rôle déterminant pour la qualité et le coût du relevé.

## 3.1 Modalités / Principes

**Conditions préliminaires**
Pour qu'un relevé soit correctement exécuté, il faut, en plus du respect du déroulement prévu pour le diagnostic, que les différents points suivants soient préalablement définis:
- L'ampleur de la rénovation.
- Les plans et les documents.
- La précision.
- Les moyens techniques complémentaires.
- Le personnel.
- La systématique de déroulement du diagnostic.

### 3.1.1 Ampleur de la rénovation

**Types de rénovation**
En fonction de la taille de l'opération, on différencie divers niveaux pour la rénovation d'un immeuble. Pour le choix de la méthode du relevé, il est nécessaire de classer l'objet dans l'un des types de rénovation suivants:



**Diagnostic sommaire**
A cette phase, le bâtiment est évalué de manière globale et le coût total des travaux de remise en état prévus est estimé par une méthode simple.

**Diagnostic détaillé**
Pour l'analyse fine, chaque partie du bâtiment doit être appréciée en fonction de l'usage qui en est fait et de sa capacité fonctionnelle. Les documents disponibles sont analysés et, le cas échéant, complétés.

**Plan des mesures**
L'exécution effective d'une rénovation comprend la définition des travaux à exécuter, l'estimation détaillée des coûts ainsi que le programme des travaux.

**Rénovation I**
Intervention à l'intérieur de la structure existante du bâtiment.

**Rénovation II**
Complément à la structure existante.
L'adjonction est conçue comme un élément indépendant. La partie existante est remise à neuf.

**Rénovation III**
«Construction nouvelle» complète à l'intérieur de l'ancienne enveloppe existante du bâtiment. Problème de la démolition intérieure.

**Rénovation IV**
Modification de l'aspect extérieur:
a sans intervention sur la structure existante,
b avec intervention sur la structure existante,
c rénovation rendant l'objet méconnaissable.

**Fenêtres**
Le remplacement des fenêtres doit être accompagné d'une large réflexion, car cette intervention peut entraîner des modifications très importantes de l'aspect architectural d'un bâtiment.

**Protection des monuments historiques**
Rénovations prenant en considération la protection des monuments historiques.

### 3.1.2 Plans et documents

Avant de procéder aux relevés, on devrait se poser les questions suivantes:

- Des plans antérieurs sont-ils susceptibles d'être retrouvés dans les archives? Si oui,
  - quels sont les plans disponibles?
  - sont-ils dessinés à la main ou par CAO?
  - dans quelle mesure correspondent-ils à l'état actuel de la construction?
- L'établissement des plans sera-t-il effectué à la main ou par CAO (travail ultérieur)?
- A quelle échelle les plans doivent-ils être exécutés?

### 3.1.3 Précision

Lors d'un relevé, il faut différencier la précision des mesures de celle de leur représentation.

**Précision des mesures**
La précision des mesures correspond à l'exactitude des mesures exécutées ainsi qu'à celle du réseau de mesures.

**Précision de la représentation**
La précision de la représentation est fonction de l'échelle du plan. Sur des plans à petite échelle (par exemple 1:100, précision de la représentation ± 5 cm), la précision des mesures est supérieure à celle de leur représentation; pour des plans à plus grande échelle, les valeurs mesurées peuvent être reportées exactement. La précision de la représentation correspond ainsi à celle des mesures.

La précision est divisée en classes de I à IV:

**Degré de précision I**
Représentation schématique, mais cependant complète, par le levé direct sur place ou à l'aide d'esquisses suivies d'un report approximatif sans échelle, soit à la main, soit à la planche à dessins.

**Degré de précision II**
Relevé approximatif, à l'échelle 1:50 à 1:100.
La précision de représentation doit être de ± 10 cm (dans ce cas, l'ensemble de la construction doit être correctement proportionné et les dégradations doivent être lisibles).

**Degré de précision III**
Relevé exact, avec indication des dégradations, aux échelles 1:50 à 1:25. Les mesures doivent être exécutées dans un système tri-dimensionnel. La précision de représentation doit être de ± 2,5 cm.

**Degré de précision IV**
Relevé exact tenant compte des dégradations dans une échelle de 1:25 ou plus. La précision de représentation est fixée par l'échelle et par les exigences de ± 2 cm (échelle 1:25) jusqu'à ± 0,5 cm (échelle 1:10).

### 3.1.4 Moyens techniques complémentaires

**Equipement**

La diversité des tâches à exécuter, les problèmes liés aux difficultés des mesures à entreprendre sont différents d'un objet à l'autre et exigent des équipements adéquats qui varient en fonction des circonstances. Il y a cependant un équipement de base qui devrait être disponible pour chaque relevé sur place. Des compléments apportés à cet équipement de base, ou des mesures confiées à des tiers avec des moyens adéquats, seront fonction de l'importance de la mission et des moyens financiers.

**Matériel**

Le choix des moyens techniques complémentaires du tableau suivant n'indique que l'ordre de grandeur du coût de l'investissement nécessaire.

**Appareils – instruments pour mesures manuelles**

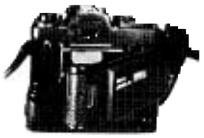
| | Désignation | Investissement (en Fr.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | <100 | 100-1000 | 1000-5000 | 5000-10 000 | 10 000-50 000 | >50 000 |
| | Double mètre | X | | | | | |
| | Mètre à ruban ou chevillère 20/30/50 m | X | | | | | |
| | Appareil de mesure par ultrason distance jusqu'à 15 m par pression manuelle | | X | | | | |
| | Latte de nivellement, 4 à 5 m, repliable | | X | | | | |
| | Barre de mesures télescopique, avec lecture directe de 1,28 à 8 m | | X | | | | |
| | Niveau | X | | | | | |
| | Fil à plomb | X | | | | | |

## Instruments de mesure géodésique

| | Désignation | Investissement (en Fr.) <100 | 100-1000 | 1000-5000 | 5000-10 000 | 10 000-50 000 | >50 000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Equerre à prismes avec niveau incorporé | | X | | | | |
| | Niveau laser automatique, avec plan horizontal et vertical | | | | X | | |
| | Niveau automatique | | | X | | | |
| | Théodolite optique | | | | X | | |
| | Théodolite électronique avec ou sans tachéomètre | | | | | X<br>X | |
| | Appareil enregistreur | | | | X | | |
| | Distancemètre pour portées moyennes et haute précision | | | | | X | |
| | Réflecteur avec support | | X | | | | |

### Instruments de relevé photogrammétrique

L'appareil de photogrammétrie est un appareil photographique dans lequel une plaque, avec un réseau gravé précis de croix de mesure, est montée devant le plan du négatif. Ces croix de mesure apparaissent également sur l'agrandissement de la photo.

| | | Investissement (en Fr.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Désignation | <100 | 100-1000 | 1000-5000 | 5000-10 000 | 10 000-50 000 | >50 000 |
|  | Caméra de mesure<br>Objectif calibré de 50 mm | | | | | X | |

### Moyens complémentaires pour l'interprétation des mesures

| | | Investissement (en Fr.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Désignation | <100 | 100-1000 | 1000-5000 | 5000-10 000 | 10 000-50 000 | >50 000 |
| | Laptop | | | | X | | |
| | Ordinateur portable avec moniteur | | | | | X | |
| Système digital de mesures et de dessins simultanés | Table à digitaliser (exploitation de la photogrammétrie) | | | X | | | |
| | Equipement CASOB complet de mesures | | | | | | X |
| | Restituteur photogrammétrique (pour l'exploitation des images stéréo) | | | | | | X |
| Programme de dessins | Software CAO | | | | | X | |
| | CASOB (y compris interface pour systèmes CAO et licences primaires) | | | | | X | |
| Programme de mensurations | Programme de calcul de coordonnées, (y compris appareils d'enregistrement) | | | | | X | |
| Programme pour la photogrammétrie | Software pour l'exploitation des photographies | | | | | X | |

### 3.1.5 Personnel

Architectes, techniciens du bâtiment, dessinateurs du bâtiment

Aides géomètres, apprentis

Géomètres, techniciens et dessinateurs géomètres

Personnel spécialement formé pour l'appareil de photogrammétrie

### 3.1.6 Systématique de déroulement du diagnostic

**• Classer**

**• Situation de rénovation**

Villa
Maison individuelle
Immeuble collectif I
Immeuble collectif II
Immeuble collectif III
Immeuble en îlot
Dépôt en zone de construction
Ancienne fabrique
Zone industrielle ou artisanale
etc.

**Diagnostic sommaire** → **Relevés dimensionnels**
méthode additionnelle

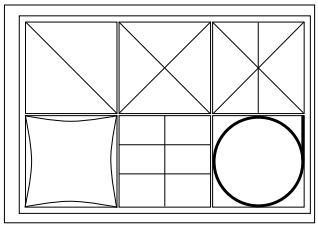
**• Situation de fait**
**• Données**
  • Structuration
  • Visualisation
**• Proposition pour la méthode**

**Diagnostic détaillé**

**Méthodes de relevé**
– Comparaison
– Exigences pour la précision
– Accessibilité
– Coût

**Plan des mesures**

**• Types de rénovations**



Rénovation I
Rénovation II
Rénovation III
Rénovation IVa, b, c
Fenêtres
Monuments historiques

## 3.2 Bases de facturation

**Prise en compte du coût**

Les données relatives à la calculation des coûts indiquées ici doivent permettre au mandant ou au mandataire de se faire une idée du coût du relevé dimensionnel projeté et de ses répercussions, lors de l'étude d'une offre. Un ordre de grandeur ou une évaluation en francs ne peuvent pas être indiqués ici, car chaque relevé dimensionnel présuppose une situation de départ différente.

Les coûts relatifs entre les degrés de précision I, II, III et IV devraient se situer dans un rapport de 1:3:4:5.

**Qualité**

La qualité du relevé du bâtiment est déterminée par la densité des informations relevées.

**Degré de difficulté**

Lors de la calculation des coûts, on tiendra compte des multiples difficultés qui peuvent se présenter pour le relevé de l'objet considéré:

**Type de construction**

Des bâtiments aux murs crépis et massifs sont en principe plus faciles à relever que ceux qui, par exemple, sont exécutés en constructions à colombages. Des constructions compliquées, éventuellement seulement partiellement visibles, nécessitent plus de temps. Beaucoup de petites pièces, ne permettant pas de longs alignements, ont une incidence négative. Les bâtiments isolés sont plus faciles à mesurer que des constructions contiguës.

**Etat**

Des bâtiments délabrés ne peuvent être relevés précisément qu'avec des mesures compliquées. Pendant les mois d'hiver, les relevés dimensionnels peuvent être rendus plus difficiles.

**Utilisation**

Le relevé d'un bâtiment habité ou non déblayé nécessite sensiblement plus de temps que celui d'un bâtiment vide. Des travaux de construction exécutés pendant le relevé peuvent également entraîner des pertes de temps.

**Coût approximatif**

Pour délimiter les coûts, il faut clarifier, avant le début du relevé, les questions du chapitre 3.1 «Modalités». A partir de là, il est possible de faire une approximation du coût et le métreur peut préparer une offre exacte (voir le formulaire d'offre à l'annexe A).

**Travail par CAO**

Lorsque le relevé est achevé au bureau par une installation CAO, il est recommandé d'utiliser une méthode de relevé permettant d'obtenir les degrés de précision III ou IV.

# 4. Techniques de relevé

**4.1 Toutes les techniques d'un seul coup d'œil** 23

**4.2 Relevés manuels** 24
**4.2.1 Mesures complémentaires** 24
**4.2.2 Mesures à la chevillère et mesures triangulées** 25
**4.2.3 Mesures à partir d'axes tirés au cordeau, cotes et niveaux** 26
**4.2.4 Réseau de mesures orthogonales au laser** 27

**4.3 Mesures géodésiques** 28
**4.3.1 Levés polaires** 28
**4.3.2 Visées directes** 29
**4.3.3 Relevés avec assistance d'ordinateurs (CASOB, SYLLABE)** 30

**4.4 Relevés photographiques** 31
**4.4.1 Relevés orthogonaux avec ou sans correction** 31

**4.5 Relevés photogrammétriques** 32
**4.5.1 Stéréophotogrammétrie** 32
**4.5.2 Mesures multi-images** 33

**4.6 Comparaison entre les différentes techniques de relevé des façades** 34

# 4. Techniques de relevé

## 4.1 Toutes les techniques d'un seul coup d'œil

| | Techniques | Domaines d'application |
|---|---|---|
| **Relevés manuels** | Mesures complémentaires | – Diagnostic sommaire<br>– Evaluation approximative du coût<br>– Travaux de maintenance |
| | Mesures à la chevillère et mesures triangulées | – Diagnostic sommaire<br>– Documentation simple sur un bâtiment, en représentation plane<br>– Bases de discussion pour des avant-projets<br>– Recherche de mesures pour des estimations de coût<br>– Maintenance simple |
| | Mesures à partir d'axes tirés au cordeau, cotes et niveaux | – Diagnostic détaillé / planification des interventions<br>– Documentation simple sur un bâtiment (plans / coupes)<br>– Relevé de dégâts de construction<br>– Rénovations I, II et III |
| | Réseau de mesures orthogonales au laser | – idem mesures à partir d'axes tirés au cordeau |
| **Relevés géodésiques** | Levé polaire | – Pour la détermination de points d'appui dans le bâtiment (en combinaison avec des relevés manuels) ou sur le bâtiment (en combinaison avec des relevés photographiques)<br>– Diagnostic détaillé / planification des travaux<br>– Rénovations I à IV |
| | Visée directe | – Pour la détermination de points d'appui sur des bâtiments (en combinaison avec des relevés photographiques)<br>– Diagnostic détaillé / planification des travaux<br>– Rénovations III et IV<br>– Fenêtres<br>– Conservation des monuments historiques |
| | Relevés avec assistance d'ordinateurs (par exemple CASOB) | – Diagnostic détaillé / planification des travaux<br>– Rénovations de villages et de villes<br>– Rénovation de quartiers anciens<br>– Rénovations I à IV<br>– Fenêtres<br>– Conservation des monuments historiques |

| | Méthodes | Domaines d'application |
|---|---|---|
| Relevés photographiques et photogrammétriques | Relevés orthogonaux avec ou sans correction | – Bases pour des rénovations de façades<br>– Prescriptions<br>– Recherches historiques<br>– Reconstruction à partir d'anciennes photos<br>– Eventuellement rénovation IV<br>– Fenêtres/conservation des monuments historiques |
| | Stéréophotogrammétrie | – Façades désagrégées avec des points difficilement identifiables<br>– Objets difficilement accessibles<br>– Cas particuliers de restauration<br>– Rénovation de villages et de villes<br>– Assainissements de quartiers anciens<br>– Commandes de matériaux (façades)<br>– Analyse fine / planification des travaux<br>– Rénovation IV<br>– Fenêtres<br>– Conservation des monuments historiques |
| | Mesures multi–images | – Rénovation de villages et de villes<br>– Assainissements de quartiers anciens<br>– Commandes de matériaux pour les façades (façades)<br>– Diagnostic détaillé / planification des travaux<br>– Rénovation IV<br>– Fenêtres<br>– Conservation des monuments historiques |

## 4.2 Relevés manuels

### 4.2.1 Mesures complémentaires

**Technique de mesure**

Par mesures complémentaires, on entend la mesure de cotes individuelles à l'aide de doubles-mètres, de mètres à ruban ou d'instruments de mesure par ultrasons. Les alignements, les angles droits et les lignes verticales sont admis ou supposés réalisés. Le contrôle des angles n'est pas réalisé. Les volumes ne sont reliés ni horizontalement, ni verticalement.

**Documents/travaux ultérieurs**

Le résultat du relevé est, dans le meilleur des cas, des esquisses, qui sont insuffisantes pour l'établissement ultérieur de plans.

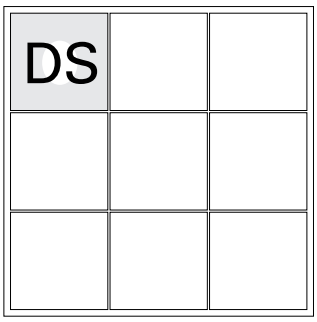
**Précision**

Avec cette méthode de mesure, on ne peut garantir aucune précision.

**Moyens techniques complémentaires**

**Personnel**

**Domaine d'application**




**Avantages**

- Relevés rapides et bon marché.
- Chacun peut exécuter les «mesures complémentaires».

**Désavantages**

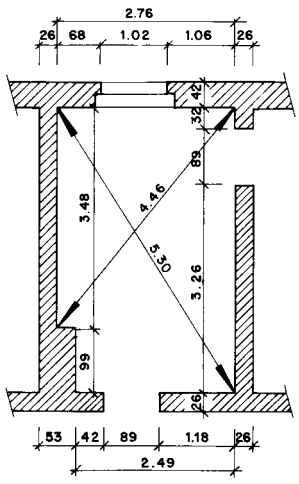
- Manque de précision.
- Risques d'erreurs.

### 4.2.2 Mesures à la chevillère et mesures triangulées

**Technique de mesure**

Par mesures à la chevillère, on entend les mesures successives exécutées sur une chevillère à partir d'un point fixe. Avec des mesures triangulées complémentaires (diagonales), on peut déterminer les plans horizontaux de bâtiments, de locaux, etc.

**Esquisse**




**Documents / Travaux ultérieurs**

On obtient une restitution sous forme de plans relativement proches de la réalité. Avec des mesures des hauteurs, on peut compléter les plans dans la troisième dimension.

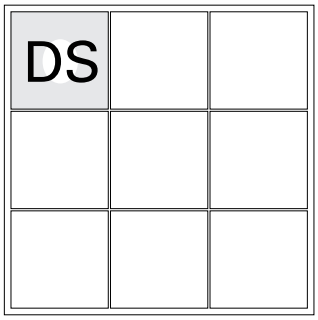
**Précision**

Degré de précision I.

**Moyens techniques complémentaires**

**Personnel**

**Domaine d'application**




**Avantages**

- Relevés simples que chacun peut exécuter.
- Complétée par le relevé géodésique de points fixes dans et sur le bâtiment, la méthode permet le relevé rapide et bon marché jusqu'au degré de précision III.

**Désavantages**

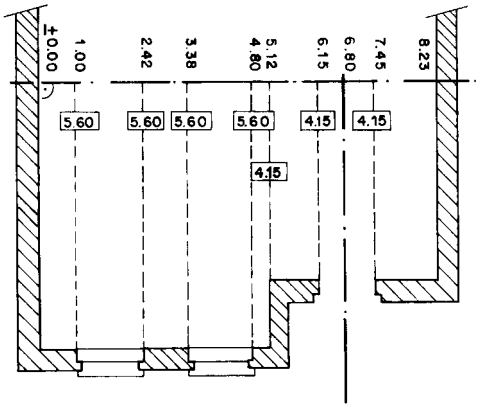
- Méthode compliquée pour le relevé des détails.
- Sans recours à des méthodes plus précises, ce relevé n'est pas utilisable pour des travaux ultérieurs par CAO.

## 4.2.3 Mesures à partir d'axes tirés au cordeau, cotes et niveaux

### Technique de mesure

Avec l'introduction d'un réseau de mesures, un pas capital est franchi dans l'exactitude d'un relevé. Avec ce système on tend, par exemple des cordeaux ou des ficelles, que l'on fixe aux deux extrémités, ce qui permet de relier plusieurs locaux voisins. Si, en plus, on introduit une référence de niveau, les points peuvent être définis dans un système tridimensionnel. Le nivellement peut être exécuté avec un niveau à bulles, une latte à niveaux ou avec un niveau optique. Pour relier plusieurs niveaux différents, on utilisera au moins deux fils à plomb que l'on mesurera sur les réseaux de cordeaux des différents plans. Il est recommandé d'exécuter le dessin directement sur place. On évite ainsi d'oublier des mesures et l'on s'aperçoit immédiatement des erreurs.

### Esquisse




### Documents/travaux ultérieurs

Grâce à l'exécution du plan sur place, on obtient une documentation proche de la réalité avec le relevé du système constructif principal.

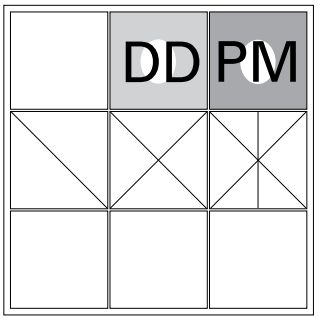
### Précision

Degré de précision II.

### Moyens techniques complémentaires

### Personnel

### Domaine d'application




### Avantages

- Lorsque les dimensions sont reportées sur place, à l'échelle, cela garantit un relevé complet.
- Moyen simple pour un relevé tridimensionnel.
- Avec le complément d'un relevé géodésique, la précision peut être augmentée.

### Désavantages

- Inapproprié pour des constructions dont les locaux sont de formes compliquées.
- Construction du système de mesures exigeant beaucoup de temps.
- Le report est un travail de longue haleine et le contrôle des axes est difficile.
- Les habitants, les utilisateurs ou les artisans travaillant dans l'immeuble sont gênés par les cordeaux.

### 4.2.4 Réseau orthogonal de mesures au laser

**Technique de mesure**

L'utilisation de laser permet d'échapper aux limitations des mesures exécutées à partir d'axes tirés au cordeau ou à l'exigence d'un champ visuel dégagé pour des mesures ponctuelles (lors de l'utilisation de niveaux ou de théodolites)

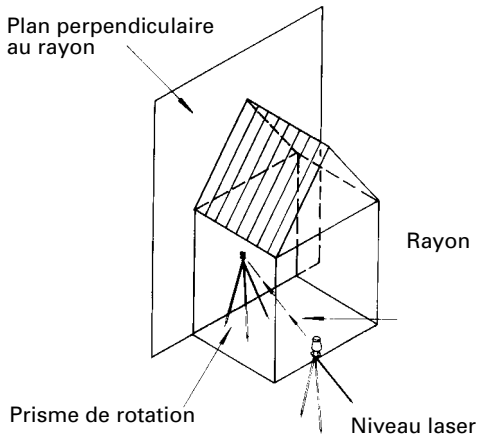
**Niveau laser**

Avec un niveau laser rotatif à calage automatique de la ligne de visée, tournant à une vitesse déterminée, on obtient un trait rouge visible sur la surface de réflexion. En déplaçant une règle perpendiculairement au niveau du laser (verticalement), on peut alors facilement reporter un grand nombre de mesures de niveau. La plupart des lasers permettent non seulement de définir des plans horizontaux, mais également des plans verticaux.

**Axes du laser lors de changements de niveau**

La rotation d'un prisme permet de transformer le rayon horizontal du laser en rayon vertical. Le rayon se dessine comme un trait sur la surface réceptrice. Ceci permet de réaliser un transfert orthogonal des axes de mesures et de les marquer de manière simple sur l'ouvrage.

**Esquisse**




**Documents/travaux ultérieurs**

Un réseau de mesures orthogonales peut être reporté sans problème sous forme de dessin et vérifié. Il permet de réaliser des plans et des coupes fidèles à la réalité.

**Précision**

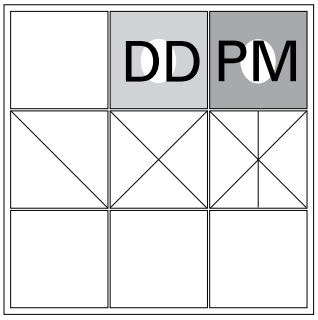
Degrés de précision II et III.

**Moyens techniques complémentaires**

Prisme rotatif

**Personnel**

**Domaine d'application**




**Avantages**

- Travail en continu et précis par un seul collaborateur.
- Le marquage d'un local, de manière rapide, simple et précise est possible.
- Un réseau orthogonal de mesures est facile à reporter sur un dessin et facile à vérifier.

**Désavantages**

- Les relevés de détail ne sont possibles qu'avec beaucoup de travail ou sont même pratiquement irréalisables.
- Le système est inapproprié pour des constructions dont les volumes intérieurs sont compliqués.

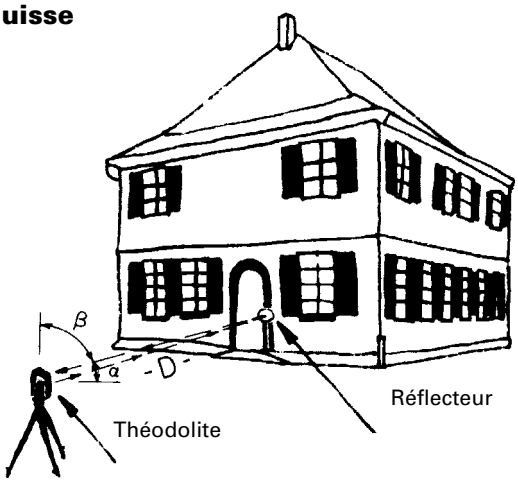
# 4.3 Relevés géodésiques

## 4.3.1 Levés polaires

### Technique de mesure

Des mesures ponctuelles individuelles sont exécutées avec un théodolite à enregistrement automatique des données. Des réflecteurs sont placés au point de mesures. Grâce au programme de mesures, les points déterminés, dans le réseau de mesures, sont calculés et enregistrés. Un «pur» levé polaire est rarement utilisé pour le relevé d'un bâtiment, mais il s'est avéré utile de combiner ce levé polaire (mesures de points individuels) avec des relevés manuels ou photogrammétriques (voir domaine d'application).

### Esquisse




### Documents/travaux ultérieurs

Au bureau, le géomètre transforme les valeurs mesurées en coordonnées tridimensionnelles. Le dessinateur reporte les coordonnées à la main ou directement par CAO.

### Précision

Degrés de précision III à IV.

### Moyens techniques complémentaires

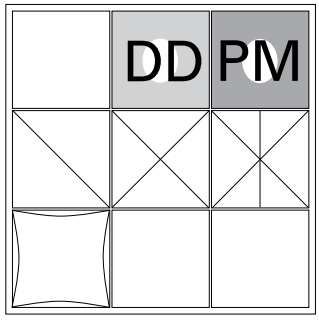
appareil d'enregistrement inclus

programme de mesure CAO

### Personnel

### Domaine d'application

En combinaison avec des relevés manuels, la méthode polaire permet de déterminer avec précision des points de référence pour des mesures à la chevillère, des axes tirés au cordeau, des niveaux, des points fixes et des axes pour laser. En combinaison avec des relevés photogrammétriques (pour des relevés de façades), la méthode polaire permet de déterminer exactement des points fixes qui, plus tard, serviront de points de référence pour l'exploitation ou la numérisation des photographies.




### Avantages

- Utilisables en combinaison avec des relevés manuels et photogrammétriques.
- Le plus simple des relevés géodésiques.

### Désavantages

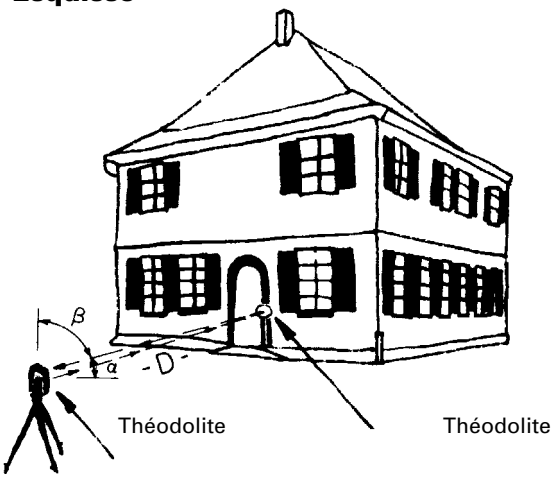
- Avec le réflecteur, le relevé des détails est très difficile ou pratiquement impossible.
- Les mesures ne peuvent être exécutées que par un collaborateur qualifié.

## 4.3.2 Visées directes

### Technique de mesure

Grâce à deux théodolites, dont l'un est équipé avec un oculaire laser, une cible est clairement déterminée sur l'objet à mesurer. La base entre les deux théodolites est déterminée par une installation de mesures électro-optique. Le point visé est déterminé exactement par la mesure des angles horizontaux et verticaux. Lorsque l'on doit exécuter un grand nombre de mesures, elles peuvent être stockées sur place dans un ordinateur (par exemple HP 85). De cette manière il n'est pas nécessaire de coder les valeurs mesurées et l'on économise un report ultérieur dans un ordinateur.

### Esquisse




### Documents/travaux ultérieurs

Les coordonnées peuvent être calculées au bureau avec un programme ou à la main et reportées avec un système CAO. Grâce à la haute précision du relevé, on peut établir des plans de détail à grande échelle.

### Précision

Degré de précision IV

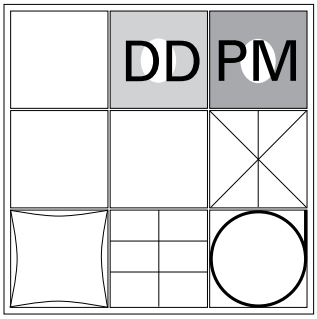
### Moyens techniques complémentaires

avec oculaire laser

CAO, éventuellement avec programme de coordonnées enregistrées sur place HP 85

### Personnel

### Domaine d'application




### Avantages

- degré de précision IV.
- degré d'erreur < 0,01%.
- lorsqu'un ordinateur est utilisé sur le lieu du relevé, les mesures peuvent être immédiatement contrôlées sur l'écran

### Désavantages

- Inapproprié pour la saisie d'un petit nombre de points de mesure à partir d'une même position de l'instrument.
- Transport délicat de l'ordinateur lors du déplacement des instruments.
- Instruments coûteux.
- Les mesures ne peuvent être exécutées que par des collaborateurs qualifiés.

### 4.3.3 Relevés avec assistance d'ordinateurs (CASOB, SYLLABE)

**Technique de mesure**
Les systèmes tels que CASOB, SYLLABE permettent d'établir sur le lieu du relevé des dessins précis et à l'échelle, simultanément aux mesures et avec entrée directe des données dans les systèmes CAO courants. Les mesures sont codées et introduites dans l'ordinateur. L'opérateur décide, lors du codage, de la manière de traiter le point (par exemple: petites croix de repérage numérotées, droites, courbes, lignes ininterrompues, en tirets, etc.). Les données enregistrées permettent l'exécution du plan sur place, à l'aide d'une table traçante et sans le recours de la CAO.

**Méthodes de mesures**
CASOB met à disposition cinq systèmes de mesures (dont le choix peut être modifié pendant le relevé):

1) Mesures polaires avec réflecteur.
   C'est le procédé de mesure le plus courant et il correspond au paragraphe 4.3.1: «Levés polaires».
2) Mesures polaires sans réflecteur.
   Ici intervient un mesureur de distance électronique travaillant sans réflecteur (procédé par impulsions temporisées). Cette méthode ne convient cependant que lorsque des mesures de points précis près des angles et des arêtes ne sont pas possibles.
3) Mesures par visées directes avec deux théodolites électroniques.
   Correspond au paragraphe 4.3.2: «Visées directes».
4) Mesures par visées directes avec un théodolite électronique et un théodolite optique. L'utilisation est la même qu'au point 3. Mais ici, l'angle mesuré par le théodolite optique est reporté à la main (coûts d'investissement moins élevés).
5) Définition d'un plan de référence par la mesure de points (pour le relevé de points dans ce plan). On fixe avec ce procédé un plan horizontal ou vertical par la détermination de trois points de ce plan par l'une des méthodes 1 à 4 ci-dessus. Des mesures d'angles permettent ensuite de déterminer la position des points visés de ce plan.

**Documents/travaux ultérieurs**
Les dessins digitalisés peuvent être tracés sur les lieux du relevé à n'importe quelle échelle. CASOB, SYLLABE ne sont pas liés à un système CAO. Des interfaces pour tous les systèmes CAO peuvent être utilisées, en vue des travaux ultérieurs.

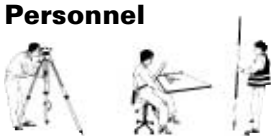
**Précision**
Degrés de précision III à IV (en fonction de la méthode de mesure).

**Moyens techniques complémentaires**
Moyens du procédé de relevés polaires standards (pour les autres méthodes, moyens auxiliaires, voir page 22).

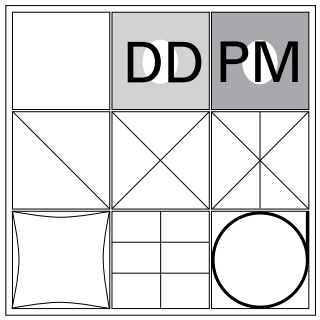
Programme CASOB
ou SYLLABE,
système de levé-traceur

CAO

**Personnel**



**Domaine d'application**




**Avantages**
- Degré de précision jusqu'à IV.
- Possibilité de contrôler les mesures en tout temps et facilement.
- Le dessin digitalisé peut être exécuté à toutes les échelles souhaitées.
- Ce procédé s'applique à tous les types de relevés.

**Désavantages**
- Coûts d'investissement élevés.
- Transport délicat lors des déplacements des appareils.
- Inapproprié pour la saisie d'un petit nombre de points de mesure à partir d'une même position des instruments.

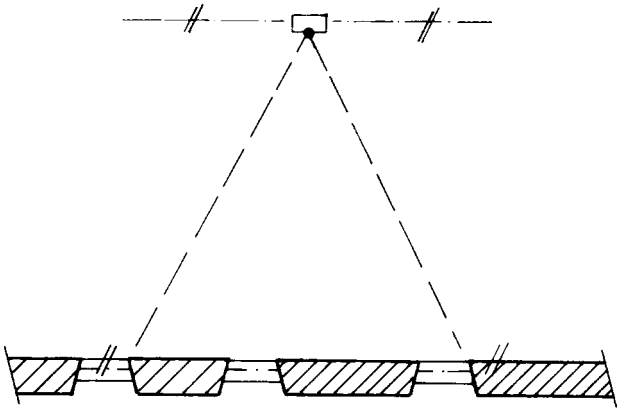
## 4.4 Relevés photographiques

### 4.4.1 Relevés orthogonaux avec ou sans correction

**Technique de mesure**

1. Relevé sans correction.
   Un appareil photographique d'amateur est orienté de telle manière que le plan de l'image soit approximativement parallèle au plan de l'objet. Une référence de longueur permet de fixer l'échelle de l'agrandissement, mais tout ce qui se trouve hors du plan de référence de l'objet est déformé par la perspective. L'agrandissement est dessiné sans travaux complémentaires à la table lumineuse, fournissant ainsi un plan de l'objet.
2. Relevé avec correction.
   Le procédé est identique à celui du relevé orthogonal sans correction avec, en plus, la prise en compte de l'angle de l'appareil photographique avec le plan de l'objet. A l'aide de la technique orthophotographique, ce procédé permet de corriger le relevé de façades jusqu'à une inclinaison de 60 degrés de l'angle de prise de vue.

**Esquisse**



**Appareil photogrammétrique**
Des relevés exécutés avec l'appareil photogrammétrique, à la place d'un simple appareil photographique, permettent également d'améliorer la qualité des relevés.

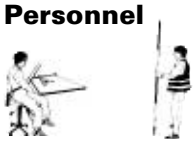
**Documents/travaux ultérieurs**
Le report de la photographie sous forme de dessin fournit un document fidèle à l'original ou une représentation schématique d'un objet plan.

**Précision**
Variable en fonction de la position du relevé, de l'appareil photographique, de l'utilisation de filtres, des caractéristiques d'agrandissement de l'objectif, du papier photographique et du tracé du dessin jusqu'au degré de précision II.

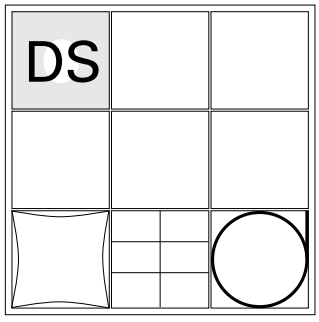
**Moyens techniques complémentaires**

table lumineuse

**Personnel**



**Domaine d'application**




**Avantages**
- Relevés rapides.
- Moyen de mesure simple.
- Les plans peuvent être réalisés à la table lumineuse de manière rapide et économique.

**Désavantages**
- Procédé utilisable uniquement pour des surfaces «réellement» plates.
- Précision.

# 4.5 Relevés photogrammétriques

## 4.5.1 Stéréophotogrammétrie

### Expert

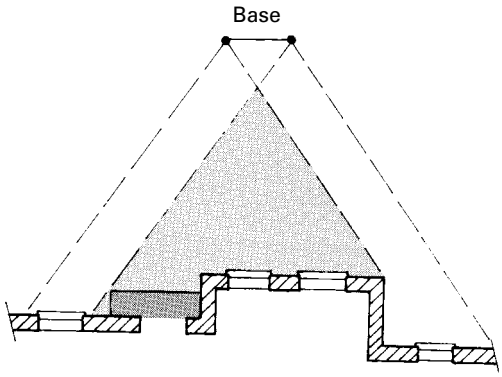
Etant donné l'importance des appareils mis en jeu et les connaissances nécessaires, les travaux stéréophotogrammétriques doivent être exécutés par un spécialiste.

### Technique de mesure

Ce procédé consiste à prendre deux prises de vue se recouvrant, avec un appareil photogrammétrique, à partir de deux points. Le rapport entre la distance du relevé et la dimension de la base sera décidé en fonction de la précision désirée sur le restituteur photogrammétrique.

Pour l'exploitation sur le restituteur photogrammétrique au bureau, il faut avoir mesuré des distances de référence entre au minimum quatre points d'appui, afin de s'assurer de la précision de mesures exigée. Pour transférer l'objet dans un système de coordonnées (s'il n'existe pas déjà des points de référence sur l'objet), on calculera deux points par axe de coordonnées.

### Esquisse




### Documents/travaux ultérieurs

Il est possible d'obtenir des reproductions de la surface fidèles et à grande échelle, en relation avec les dégradations et les déformations du bâtiment.

### Précision

Elle sera déterminée par la densité des points d'appui, jusqu'au degré de précision IV.

### Moyens techniques complémentaires

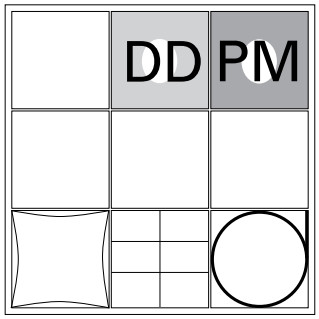
Restituteur photogrammétrique et moyens complémentaires pour un relevé géodésique pour la détermination des coordonnées.

### Personnel

Formation pour l'utilisation de l'appareil photogrammétrique

Formation pour l'utilisation du restituteur photogrammétrique

### Domaine d'application




### Avantages

- Se prête à tous les types de relevés de façades.
- Se prête à l'établissement des documents de base pour toutes les études techniques constructives.
- Exploitation rapide et économique puisque seule une photo (image stéréographique) est mesurée.
- Valeur documentaire et archivage.
- L'exploitation des photos peut être faite au bureau à tout moment.
- Degré de précision IV (plus exact que les mesures multi–images).
- Intégralité garantie des parties visibles.
- Exploitation tridimensionnelle.

### Désavantages

- Dispositif coûteux pour le relevé et l'exploitation.
- Formation spéciale des collaborateurs.

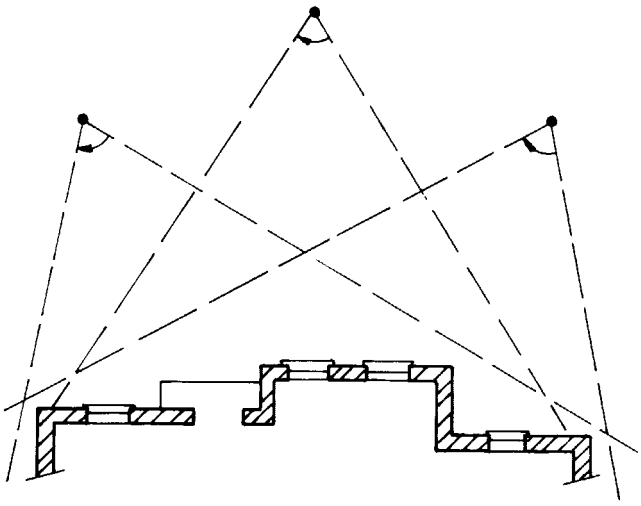
## 4.5.2 Mesures multi-images

### Technique de mesure

Par ce procédé, on prend plusieurs photos de l'objet concerné avec l'appareil photogrammétrique, sous quasiment tous les angles souhaités. Pour l'exploitation ultérieure à la planche à numériser, afin de fixer l'échelle et permettre le contrôle, on place sur les photos au moins un élément dont la dimension est connue. Ceci peut par exemple s'effectuer en plaçant sur l'objet une latte de nivellement visible sur les images. Pour le transfert dans un système de coordonnées (s'il n'existe pas de points de référence sur l'objet), on calculera sur les images deux points par axe de coordonnées.

S'il existe une surface vraiment plane sur l'objet, l'exploitation à la planche à numériser est également possible à l'aide d'une seule photo.

### Esquisse



### Documents/travaux ultérieurs

En prenant en considération les dégradations du bâtiment et ses déformations, il est possible d'obtenir des reproductions de la surface fidèles et à grande échelle, en relation avec les dégradations et les déformations du bâtiment.

### Précision

Elle sera déterminée par la densité des points d'appui jusqu'aux degrés de précision III à IV.

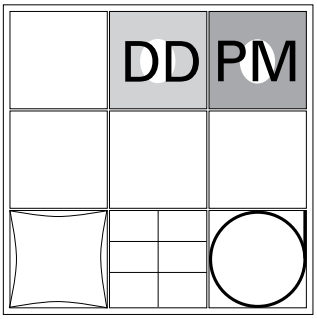
### Moyens techniques complémentaires

et moyens complémentaires pour un relevé géodésique pour la détermination des coordonnées

Programme photogrammétrique

### Personnel

### Domaine d'application




### Avantages

- Se prête à l'établissement des documents de base pour toutes les études techniques constructives.
- Valeur documentaire et archivage.
- L'exploitation des photos peut être faite au bureau, à tout moment.
- Degré de précision IV.
- Intégralité garantie des parties visibles.
- L'angle sous lequel la photo sera prise n'a pas d'influence.
- Evaluation tridimensionnelle.

### Désavantages

- N'est pas possible pour les façades avec des points difficilement identifiables et pour le relevé précis des surfaces courbes tridimensionnelles.
- Moins précis que la stéréophotogrammétrie.

## 4.6 Comparaison entre les différentes techniques de relevé des façades

| **Thème** | **Relevés à la main** | **Relevés géodésiques** | **Relevés photogrammétriques / géodésiques** |
|---|---|---|---|
| Moyen de mesure | bon marché | cher | le plus cher |
| Echafaudage | nécessaire | pas nécessaire | pas nécessaire |
| Mesure | point après point | point après point, sans contact | par points et par lignes, sans contact |
| Relevé | très long | long | rapide |
| Temps | sensible au vent | sensible au vent | sensible au vent (détermination des points d'appui) |
| Formation | minime | moyenne | spéciale |
| Valeur des documents | faible | moyenne | très haute |
| Précision | faible | haute | haute |
| Erreur répétitive | possible | maîtrisée | maîtrisée |
| Reprise | comme le premier relevé | comme le premier relevé | depuis les archives, simple |
| Suppléments | comme le premier relevé | comme le premier relevé | depuis les archives, simple |
| Mesure du toit | très malaisée | malaisée | simple |
| Intégralité | dépendant des accès | dépendant de la vue | dépendant de la vue |
| Relevé incomplet | fréquent | possible | impossible pour les parties visibles |

# 5. Elaboration des plans Présentation des plans

**5.1 Elaboration des plans / Présentation des plans** 37
**5.1 Choix de la présentation des plans** 37
**5.1.1 Déroulement systématique du choix de la méthode de travail des plans** 38
**5.1.2 Moyens techniques complémentaires** 39

**5.2 Exécution des plans – anciennes et nouvelles techniques de travail** 40
**5.2.1 Elaboration analogique des plans** 40
**5.2.2 Elaboration numérisée des plans** 40

**5.3 Liaison entre le travail analogique et le travail numérique des plans** 40
**5.3.1 Plans disponibles sur la planche à dessins** 41
**5.3.2 De l'écran à la planche à dessins (hardcopy)** 41
**5.3.3 Plans disponibles sur l'écran** 41

**5.4 Liaison entre données numérisées** 44

**5.5 Calcul des métrés** 44
**5.5.1 Relevé manuel des métrés** 45
**5.5.2 Planimètre** 45
**5.5.3 Calcul des métrés par CAO** 45
**5.5.4 Système à planche de numérisation (EMU)** 46

# 5. Elaboration des plans Présentation des plans

## 5.1 Choix de la présentation des plans

**Choix**
Il est très important de choisir une présentation des plans optimale pour tous les participants à la construction. Il est alors fondamental que le choix du système de plans soit déjà décidé en commun au début du travail. Pour chaque cas particulier, la meilleure et la plus économique des méthodes, qui sera mise en œuvre, doit être appréciée soigneusement.

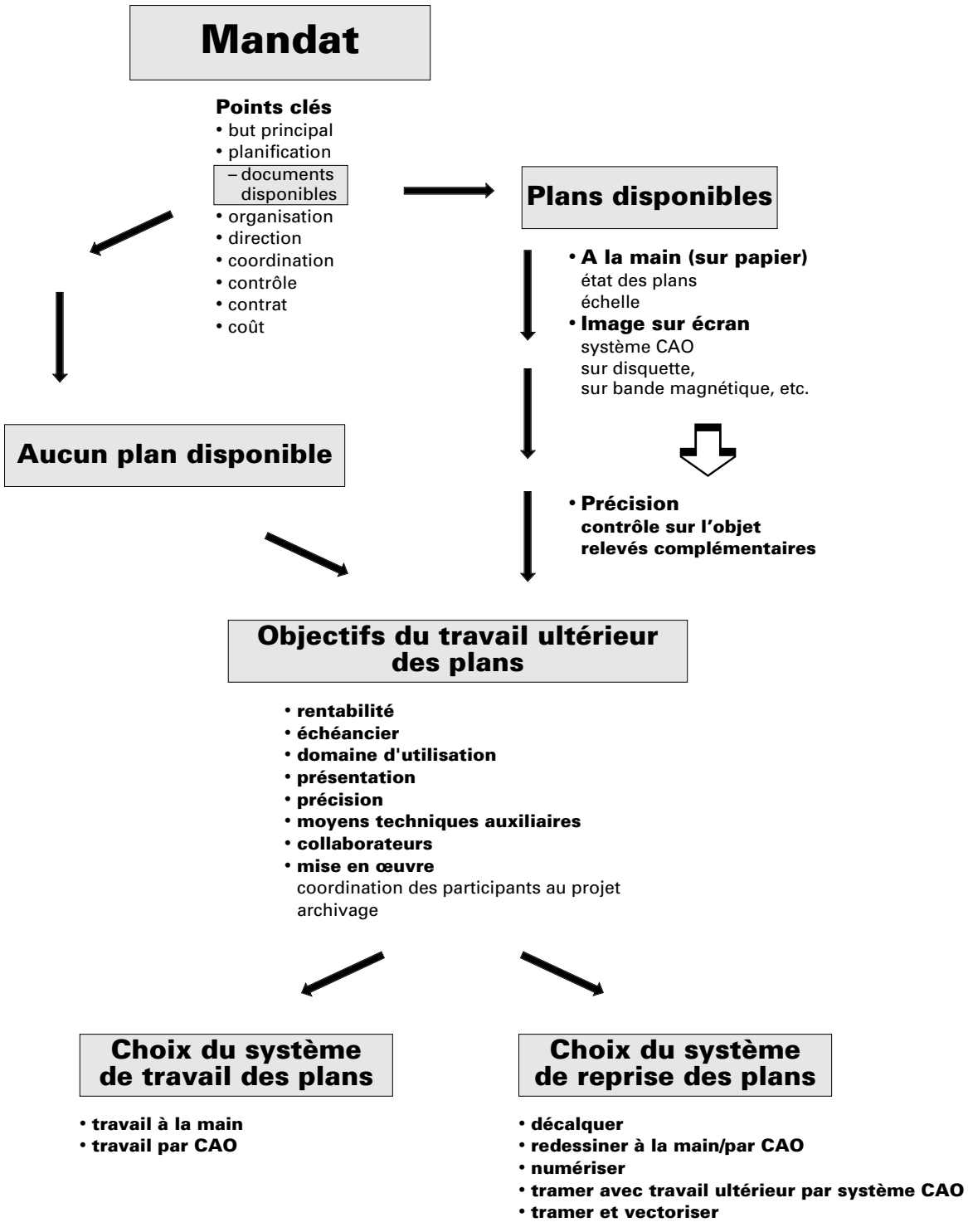
**Plans disponibles**
Lorsque des plans sont déjà disponibles, une prudence particulière s'impose. Les projeteurs ne devront pas accorder une confiance trop grande à d'anciens plans. Il est recommandé de vérifier la précision effective sur l'objet et, le cas échéant, de procéder à des relevés complémentaires. La méthode avec laquelle des plans disponibles seront retravaillés est à décider de cas en cas, ils seront soit:

- décalqués,
- redessinés,
- numérisés,
- tramés,
- tramés et vectorisés.

**Organisation**
Lorsqu'il y a combinaison d'anciens et de nouveaux plans, on risque fort de ne plus distinguer ce qui est ancien de ce qui est nouveau, ou encore ce qui est valable de ce qui ne l'est plus.

**Partenaire compétent**
Aussi nombreux que soient les problèmes à résoudre pour l'élaboration des plans, les diverses possibilités de les exécuter doivent aujourd'hui également être résolues. Mais pour ce faire, des compétences et de l'expérience sont nécessaires. Les possibilités de représentation des données doivent être connues correctement, y compris sous leur aspect économique. Pour cela, il est nécessaire que l'équipe de planification comprenne un collaborateur compétent. Il peut s'agir soit d'un collaborateur ayant de l'expérience dans les ordinateurs et les systèmes CAO, ou d'une tierce personne. Comme tierce personne, il peut s'agir par exemple d'un spécialiste des problèmes de reproduction. De tels spécialistes possèdent l'expérience et l'équipement nécessaires et ils peuvent offrir d'autres services tels que des traceurs pour l'exécution de plans colorés.

### 5.1.1 Déroulement systématique du choix de la méthode de travail des plans



### 5.1.2 Moyens techniques complémentaires

Le choix des moyens techniques complémentaires indiqués dans le tableau suivant ne permet que de fixer un ordre de grandeur des investissements nécessaires.

| Désignation | Description | Coûts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | <100 | 100–1000 | 1000–5000 | 5000–10 000 | 10 000–50 000 | >50 000 |
| Ordinateur | calculateur, écran, clavier | | | | | X | |
| Programme CAO | programme, y compris introduction et formation d'un collaborateur | | | | | X | |
| Traceur (plotter) | traceur au crayon ou à plume | | | | | X | |
| | traceur à jet d'encre | | | | | X | |
| | traceur électro-statique | | | | | | |
| | en couleur | | | | | | X |
| | noir-blanc | | | | | | X |
| Table à digitaliser | grandeur A3 | | | X | | | |
| | grandeur A0 | | | | X | | |
| Scanner | grandeur A0, y compris software (prix variables en fonction de la résolution et de la qualité) | | | | | X | X |
| Planimètre | planimètre mécanique | | X | | | | |
| | planimètre électronique | | | X | | | |
| | planimètre digital | | | X | | | |
| Programme de mesures | programme, y compris table à digitaliser A0, installation, introduction | | | | | X | |

## 5.2 Exécution des plans: anciennes et nouvelles techniques de travail

**Planification**
Aujourd'hui, différentes techniques de travail sont de plus en plus utilisées simultanément pour les projets de construction. Les connaître et les employer à bon escient est la base d'une planification satisfaisante. On différencie:
- l'élaboration analogique des plans et
- l'élaboration numérisée des plans.

### 5.2.1 Elaboration analogique des plans

**Technique**
L'exécution des plans par la méthode analogique est faite à la table à dessins. A l'aide de crayons ou d'encre de chine, les plans sont dessinés sur papier ou sur calque.

**Moyens techniques complémentaires**
Table à dessins, papier à dessin, instruments de dessin. Aujourd'hui, les techniques de reproduction offrent par ailleurs différents moyens techniques complémentaires pour la présentation, la réduction ou l'agrandissement.

**Domaine d'application**
L'exécution des plans à la main sera encore longtemps utilisée, car elle est toujours la solution la plus rationnelle pour la représentation de certains problèmes (petits travaux, esquisses, etc.) et parce que tous les participants au projet ne sont pas équipés avec des systèmes CAO.

**Avantages**
- pas de grands investissements,
- pas de formation spéciale des collaborateurs,
- correspond à la manière dont la plupart des données sur les constructions existantes sont saisies et archivées.

**Désavantages**
- la présentation différente du même plan, pour différents buts, n'est pas possible,
- les modifications doivent être exécutées à la gomme ou à la lame de rasoir,
- vitesse de travail.

### 5.2.2 Elaboration numérisée des plans

**Technique**
La numérisation des plans est effectuée à l'aide d'un système CAO. Les plans sont dessinés à l'écran avec une table à digitaliser (tablette) ou avec la souris. Les plans originaux sont stockés sur disquettes, sur bandes magnétiques ou sur disques optiques. A l'aide d'un traceur, les données sont reportées sur papier ou sur calque. Les modifications peuvent être introduites à l'écran et une nouvelle édition est possible.

**Moyens techniques complémentaire**
Ordinateur, programme CAO, traceur.

**Domaine d'application**
Le travail numérisé des données est actuellement déjà largement répandu et pratiquement un bureau sur deux travaille par CAO. Comme les avantages du travail numérisé sont reconnus, on peut admettre que l'effectif et les domaines d'application vont encore croître.

**Avantages**
- exécution rapide des plans,
- conservation rationnelle des plans,
- diverses représentations d'un plan, en fonction des buts, possibles,
- introduction simple des modifications,
- calcul automatique des cotes,
- possibilité d'utiliser des symboles et des bibliothèques pour reporter des détails répétitifs.

**Désavantages**
- coût des investissements pour le hardware et le software,
- formation spéciale des collaborateurs.

## 5.3 Liaison entre le travail analogique et le travail numérique des plans

**Plans existants**
Lorsque, pour un projet, des présentations de plans analogiques et numériques sont disponibles et mélangées, et lorsque tous les participants sont d'accord d'uniformiser, on dispose en principe de trois possibilités:

– plans disponibles sur la planche à dessins,
– de l'écran à la planche à dessins (hardcopy),
– plans disponibles sur l'écran.

### 5.3.1 Plans disponibles sur la planche à dessins

**Technique**
Les plans disponibles sont directement retravaillés ou les données souhaitées sont redessinées sur un nouveau support à l'aide d'une table lumineuse.

**Moyens techniques complémentaires**
Planche à dessins, instruments de dessin, papier à dessin, éventuellement table lumineuse.

**Domaine d'application**
– copies de plans et d'informations disponibles sur de nouveaux supports (par exemple plans cadastraux, réseaux de conduites, etc.),
– base pour relevés,
– esquisses.

**Avantages**
– pas de grands investissements,
– exécution rationnelle d'esquisses, de bases pour les relevés et les discussions.

**Désavantages**
– précision,
– les modifications doivent être exécutées à la lame de rasoir ou à la gomme.

### 5.3.2 De l'écran à la planche à dessins (hardcopy)

**Technique**
Reporter tous les plans sur la planche à dessins est vraiment facile. Les plans sont exécutés avec le traceur et retravaillés à la main, comme s'ils avaient été exécutés à la main. Mais, avec ce système, tous les avantages de plans travaillés par CAO sont perdus, tels que la rapidité, la productivité lors de modifications des plans ou la liberté de présenter différemment le même plan en fonction de différents buts.

**Moyens techniques auxiliaires**
Planche à dessins, instruments de dessin, papier à dessin.

**Domaine d'application**
– travail ultérieur de plans CAO par des participants au projet sans CAO,
– comme tous les participants à l'établissement des plans ne disposent pas d'un système CAO, le travail ultérieur des plans à la main restera toujours utilisé.

**Avantages**
– les différents projeteurs travaillent selon la méthode à laquelle ils sont habitués et utilisent leurs moyens techniques complémentaires indépendamment des autres projeteurs.

**Désavantages**
– tous les avantages du système CAO sont perdus,
– perte de rapidité dans le processus d'exécution des plans,
– lors d'un projet ultérieur (transformation, construction annexe, etc.), le problème des différentes possibilités d'exécution des plans réapparaît.

### 5.3.3 Plans disponibles sur l'écran

**Variantes**
Exécuter tous les plans par CAO est par contre déjà plus difficile. Pour ce faire, il existe différentes variantes qui doivent être appréciées en fonction des buts d'utilisation fixés pour chaque problème. Le choix est dépendant de ce que l'on désire obtenir et des possibilités du programme utilisé. On distingue entre :
– construire,
– numériser,
– travailler au scanner.

#### 5.3.3.1 Construire

**Technique**
Les données disponibles sur des plans dessinés à la main sont restituées à neuf par CAO.

**Moyens techniques complémentaires**
Ordinateur, programme CAO, traceur.

**Domaine d'application**
Lorsque des plans exacts doivent être établis, la restitution à neuf par CAO est la plupart du temps inévitable.

**Avantages**
- précision,
- les modifications peuvent être exécutées facilement,
- travail ultérieur par CAO,
- les dessins sont exécutés à l'échelle et peuvent ainsi être cotés automatiquement,
- la présentation et la répartition des éléments correspondent aux idées de l'auteur du projet.

**Désavantages**
- exige beaucoup de temps,
- possible uniquement à partir de plans cotés.

### 5.3.3.2 Numériser

**Technique**
Cette technique présuppose une table à digitaliser raccordée à l'installation CAO. Le plan disponible y est fixé et l'échelle convenable choisie ou calculée. On marque avec une pointe des points du plan, qui sont directement saisis par le système CAO (numérisation manuelle). Le dessin est ensuite encore complété.

**Moyens techniques complémentaires**
Ordinateur, programme CAO, table à digitaliser.

**Domaine d'application**
- Complément de plans informatisés disponibles avec des données additionnelles, par exemple données de base de plans de géomètres, conduites, environnement, etc.

**Avantages**
- La numérisation est pratiquement possible avec chaque installation CAO.
- La numérisation permet de ne retenir que ce qui est utile pour l'utilisateur; les données sans importance peuvent être abandonnées.
- La numérisation permet d'établir directement les données des vecteurs, lesquels peuvent être imprimés avec tous les traceurs.
- Lorsque la quantité de données est peu importante (environ 3 à 4 heures), la numérisation est plus économique que l'usage du scanner.
- Les données numérisées peuvent être déjà préparées pour des étapes ultérieures du travail (par exemple pour une répartition stratigraphique).
- Lorsqu'une tablette (table à digitaliser) est raccordée à un système CAO et qu'il peut être utilisé pour la numérisation, des plans de petits formats peuvent être numérisés sans autre moyen auxiliaire.

**Désavantages**
- La numérisation demande beaucoup de travail.
- L'achat d'une table à digitaliser neuve ou plus grande est éventuellement nécessaire.
- La table à digitaliser occupe beaucoup de place.
- La précision des mesures dépend du modèle et du soin avec lequel le processus de numérisation est exécuté.

### 5.3.3.3 Scanner

**Processus**
Les plans sur papier sont automatiquement numérisés et travaillés avec un scanner, de telle sorte qu'ils peuvent être repris ultérieurement par CAO.

On distingue deux types de scanner: par quadrillage et par vectorisation.

Ces deux méthodes de scanner comprennent différentes étapes de travail. Chacune de ces étapes exige un engagement financier important et beaucoup de temps; mais elles assurent par ailleurs également des grandes possibilités d'utilisation. En fonction du but à atteindre, on choisira en conséquence entre le quadrillage et la vectorisation ainsi que les étapes de travail nécessaires dans chaque cas.

**Mandat**
Comme la saisie automatique des plans exige un système scanner complexe et que l'achat d'un tel système ne serait, pour la plupart des bureaux, pas économique, ce type de travail est en général confié à des tiers (reprographie).

## Le quadrillage

### Technique

Avec le quadrillage, le plan est saisi par le scanner, avec résolution automatique de l'image sous forme de points, comme une image de télévision. Une présentation biaisée est ensuite corrigée dans les directions longitudinales et transversales, le cas échéant un fond de plan coloré peut être éliminé.

### Domaine d'utilisation

- Construction d'un modèle.
- Saisie de plans analogiques existants.
- Lorsque l'image du quadrillage est utilisée comme fond, le système CAO permet d'y superposer directement les données obtenues par le quadrillage.
- Comme base pour le travail d'expert (plan stratigraphique).
- Entretien des bâtiments.

### Avantages

- Le quadrillage est le mode de travail le plus rapide et le plus économique avec un scanner. La saisie d'un plan de format A0 peut être exécutée dans une journée et coûte environ Fr. 50.– à Fr. 100.–.
- Avec un système CAO approprié (par exemple AUTOCAD), les données obtenues peuvent être directement travaillées ou reprises avec des données de vecteurs qui permettront, ensemble, d'exécuter le dessin.

### Désavantages

- Les données du quadrillage ne peuvent pas être lues par tous les systèmes CAO usuels. Dans la plupart des cas, un supplément au programme standard est nécessaire pour le travail par quadrillage. Selon l'application, le coût de ce complément varie entre Fr. 1500.– et Fr. 10 000.–.
- L'exécution de dessins à partir des données du quadrillage n'est possible qu'avec des traceurs électrostatiques ou laser.
- La précision des mesures varie fortement avec la qualité et la régularité du document de base.

## La vectorisation

### Travail ultérieur des données obtenues par quadrillage

La vectorisation est nécessaire pour le travail ultérieur des plans passés au scanner (données du quadrillage) avec des systèmes CAO qui ne peuvent utiliser que des données vectorielles ainsi que lorsque les exigences fixées pour les documents le demandent.

### Technique

Dans une première étape du travail, la vectorisation grossière, un dessin linéaire approximatif est tracé automatiquement à partir des données du quadrillage.

Lors de la deuxième étape du travail, la reconnaissance automatique, les interruptions entre les traits sont, jusqu'à un certain point, automatiquement fermées, les lettres sont reconnues en tant que texte et les éléments géométriques cohérents, tels que les cercles et les ellipses, sont regroupés.

Lors de la troisième étape du travail, la mise au point manuelle, la qualité graphique du dessin linéaire est améliorée et les dessins sont structurés sous forme de plans CAO. Les petites fautes de la vectorisation grossière sont améliorées à l'œil, les données des plans stratigraphiques sont séparées et les éléments répétitifs des plans sont stockés dans la bibliothèque.

### Domaine d'application

- Pour les systèmes CAO qui ne peuvent pas travailler les données du quadrillage.
- Lorsque la numérisation n'est pas possible (pas de tablette, surcharge de travail de bureau).

### Coût

Le coût de la vectorisation grossière est d'environ Fr. 500.– pour un plan de format A0. La reconnaissance automatique et la mise au point manuelle sont généralement facturées en fonction du temps passé. En fonction de la qualité des documents de base et des résultats exigés, la vectorisation peut être jusqu'à 20 à 30 fois plus chère que le quadrillage, pour obtenir un dessin CAO.

### Avantages

- Les dessins linéaires, à partir de chacune des étapes de travail de la vectorisation, peuvent être stockés dans différents formats vectoriels

(par exemple MTF, DXF, IGES). A partir de ces données, les plans vectorisés peuvent être aujourd'hui lus et travaillés dans pratiquement tous les systèmes CAO.
- Les plans vectorisés peuvent être imprimés avec tous les traceurs.

**Désavantages**
- Cher.
- La précision des cotes est également fonction de la qualité des documents de base.
- La quantité de données, pour un plan en vectorisation grossière, est environ 4 à 5 fois plus importante que celle de l'original. Après le travail manuel, elle est encore environ deux fois plus importante. La rapidité de travail de l'ordinateur est influencée par cette quantité de données.
- La mise au point manuelle ultérieure est exécutée par un profane, qui n'a pas de compétences par rapport à l'objet traité.

## 5.4 Liaison entre données numérisées

**Echange de données**
Pour les travaux de numérisation, on dispose d'un choix entre de nombreux programmes conçus pour différents secteurs de la branche de la construction. Mais comme, pour la majorité des programmes, des échanges directs de données ne sont pas possibles, ces échanges doivent être exécutés à partir de programmes nommés programmes de transfert.

**Perte de données**
Avec l'utilisation de ces programmes de transfert il est cependant possible de perdre diverses données d'un dessin. Par exemple, les dimensions ne sont pas reconnues en tant que lignes de cote, mais simplement en tant que lignes. De même les répartitions stratigraphiques peuvent poser des problèmes, car elles ne sont pas réglées de la même manière dans tous les systèmes CAO.

**Transfert des données**
Il peut aussi s'avérer qu'un transfert des données soit tout simplement impossible. D'anciens programmes CAO ne possèdent souvent aucun programme de transfert ou, s'il en existe un, il ne peut pas être utilisé avec un autre. Différentes versions de programmes de transfert peuvent déjà empêcher l'échange ou le transfert des données. Lorsqu'un échange des données n'est pas possible pour l'une des raisons citées, on se retrouve devant le même problème que pour le transfert de données analogiques et numériques.

**Choix du système**
Dans ces conditions, il est bien évident que l'interconnexion entre les données numérisées peut poser de gros problèmes. Il est alors important, déjà lors du choix du système qui sera acheté, de prendre en considération ces facteurs.

## 5.5 Calcul des métrés

**Planification**
Pour la plupart des constructions, les métrés ont une grande importance dans la réalisation d'une planification soignée.

**Utilisation**
Les métrés sont nécessaires pour:
- la recherche des surfaces des planchers et des volumes,
- les calculs des coûts approximatifs et des budgets préliminaires,
- les soumissions,
- l'établissement des factures,
- le contrôle des coûts, etc.

Selon les projets, le coût de la recherche des métrés peut représenter jusqu'à 10 % des honoraires.

**Calcul**
Le calcul des métrés peut être exécuté de différentes manières:
- à la main:
  a) avec une règle et une calculatrice de poche,
  b) à partir d'un métrage et avec une calculatrice de poche,
- avec un planimètre,
- par CAO et générateur de tableaux,
- avec une table à digitaliser.

### 5.5.1 Relevé manuel des métrés

**Technique**
La manière la plus usuelle d'exécuter le calcul des métrés est la recherche des quantités à partir des cotes inscrites sur les plans. Lorsque les plans ne sont pas dessinés à l'échelle et lorsque les plans reportés ne sont pas mesurables, le relevé manuel des métrés à partir des cotes des plans est le procédé le plus sûr et même pratiquement le seul qui puisse être utilisé. Les plans dessinés à l'échelle permettent de mesurer les dimensions avec une règle graduée (cutch).

**Précision**
Le relevé des métrés sur la base des cotes est très précis, alors que la précision est variable avec l'échelle du plan et avec le soin que l'on apporte à l'opération lorsque les mesures sont exécutées à la règle.

**Moyens techniques complémentaires**
Calculatrice de poche, cutch, instruments pour l'écriture, table de calculation.

**Domaine d'application**
Utilisable dans tous les cas.

**Avantages**
- Méthode la plus simple et toujours applicable pour la recherche des métrés.
- Tout un chacun peut exécuter à la main les métrés nécessaires.

**Désavantages**
- Il est indispensable d'établir un relevé très soigné des différentes étapes du travail pour garantir des métrés complets.
- Les surfaces compliquées doivent être décomposées en formes géométriques simples, entraînant ainsi des calculs longs et coûteux.

### 5.5.2 Planimètre

**Technique**
Le planimètre est un moyen technique auxiliaire simple, qui permet de mesurer des surfaces. Avec le planimètre, la courbe limitant une surface définie est suivie avec une pointe fixée à l'extrémité d'un bras. Le planimètre calcule la surface délimitée par cette courbe. Quelques systèmes disposent d'interfaces avec l'ordinateur.

**Précision**
Avec les planimètres mécaniques ou reliés à l'ordinateur, l'erreur sur les surfaces est de 0,2 %, respectivement de 0,05 %.

**Moyens techniques complémentaires**
Planimètre, instruments d'écriture.

**Domaine d'application**
- adéquat pour la recherche des surfaces compliquées et irrégulières (par exemple sur des cartes, etc.).

**Avantages**
- Des surfaces compliquées peuvent être calculées rapidement.
- Intéressant pour compléter les métrés manuels pour les surfaces irrégulières.

**Désavantages**
- De grandes surfaces ne peuvent être déterminées qu'avec une décomposition.
- Investissement important selon le type de planimètre choisi.
- Rarement utilisable dans le bâtiment.

### 5.5.3 Calcul des métrés par CAO

**Technique**
Beaucoup de bureaux étant déjà équipés avec des systèmes CAO, on comprend aisément que le calcul des métrés soit exécuté avec l'ordinateur. Un collaborateur formé sur le système CAO peut passer à l'exécution des métrés en très peu de temps. Mais tous les systèmes CAO ne sont pas équipés avec un calculateur-tableur, qui permet d'exécuter directement le travail complémentaire de calcul des métrés. Les données sont alors reportées manuellement dans un tableau.

**Précision**
La précision relative est importante (erreur < 0,2 %).

**Moyens techniques complémentaires**
Ordinateur, programme CAO.

**Domaine d'application**
Possible uniquement à partir de plans CAO.

**Avantages**
- Les métrés sont toujours basés sur l'état actuel des plans.
- Lorsqu'une installation CAO est déjà en fonction, elle peut être ainsi utilisée pour un usage complémentaire.

**Désavantages**
- Les exigences fixées pour les métrés de certaines positions ne sont pas compatibles avec la CAO.
- Seul un collaborateur formé sur CAO peut exécuter le calcul des métrés.
- Un protocole très complet doit être établi pour assurer un relevé complet des métrés.

## 5.5.4 Système à table à digitaliser (EMU)

**Technique**
Le système électronique de métrés EMU comprend une table à digitaliser couplée à une installation d'ordinateur. Le plan est fixé sur la table à digitaliser et l'échelle du plan est choisie ou déterminée par le programme (EMU). Avec le palpeur, on relève ensuite la forme à métrer. Le programme calcule alors, à partir des coordonnées des points, les longueurs ou les surfaces. Les longueurs isolées ainsi que les hauteurs peuvent être introduites directement à partir du clavier.

Rez-de-chaussée: Surface de plancher/volume net
1 aula
2 nouvelle école
3 cour vitrée
4 école actuelle

| Pos. Typ. | Surface $m^2$ | S x | Surface $m^2$ | Total $m^2$ | Hauteur m | Volume $m^3$ | Total $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 I | 510,18 | 1,00 | 510,18 | 510,18 | 5,00 | 2550,90 | 2550,90 |
| 2 I | 1471,22 | 1,00 | 1471,22 | 1981,40 | 3,00 | 4413,66 | 6964,56 |
| 3 I | –49,24 | 1,00 | –49,24 | 1932,16 | 3,00 | –147,72 | 6816,84 |
| 4 I | 555,13 | 1,00 | 555,13 | 2487,29 | 3,00 | 1665,39 | 8482,23 |

Les volumes, ainsi que les surfaces développées, peuvent être ainsi définis. Le résultat des mesures, ainsi qu'une esquisse des droites ou des surfaces métrées sont représentés simultanément à l'écran et peuvent être imprimés. Les décompositions à partir de programmes de calculation par tableurs (par exemple Microsoft Excel) permettent de préparer les données pour les travaux ultérieurs.

**Précision**
En fonction de l'échelle et de la qualité du plan de base, du soin apporté à la numérisation et de la planche de numérisation utilisée, précision jusqu'à ±0,1mm, fonction de la précision de la loupe de mesure.

**Moyens techniques complémentaires**
PC (compatibles IBM avec systèmes MS-DOS ou PC-DOS, carte graphique et écran couleur, les deux CGA, EGA ou VGA), programme EMU avec table à digitaliser.

**Domaine d'application**
Possible avec les plans à l'échelle.

**Avantages**
- Gain de temps pour le calcul des métrés.
- Temps de formation court (2 heures).
- Utilisation agréable.
- Le calcul des métrés peut être directement contrôlé à l'écran.
- Obtention de documents sous forme de tableaux ou de graphiques.

**Désavantages**
- Investissements importants.
- Possible uniquement à partir de plans à l'échelle.
- Exige des systèmes d'exploitation MS-DOS ou PC-DOS.

# 6. Exemples

**6.1 Exemple N° 1** 49

**6.2 Exemple N° 2** 50

**6.3 Exemple N° 3** 52

**6.4 Exemple N° 4** 54

# 6. Exemples

## 6.1 Exemple N° 1

### Description de la construction

**Objet**
Maison bourgeoise de 1665 à Enkirch (Allemagne) Quatre étages, sous protection des bâtiments historiques.

**Type de construction**
Maison à colombages avec façades en encorbellement.

**Etat/dommages**
A préciser à partir d'un relevé complet de la construction consistant en:

- relevé,
- documentation photographique,
- relevé des locaux (description de tous les locaux et éléments de la construction),
- recherches sur la structure,
- recherche de l'histoire du bâtiment.

**Utilisation**
Aucune.

**Plans disponibles**
☒ non disponible ☐ disponible

### Définitions

**But du relevé**
Avant la planification des travaux à exécuter il est important, économiquement, de rechercher des données fondées sur l'état physique effectif du bâtiment.

**Type de rénovation**
Rénovation II/protection des bâtiments.

**Degré de précision**
Relevé conforme, degré de précision III.

**Etablissement des documents**
☐ CAO ☒ à la main

### Relevés proposés

**Méthode de relevé**
Mesures à partir d'axes tirés au cordeau et mesures des niveaux.

**Réseau de mesures**
Un système d'axes tridimensionnels est installé à travers le bâtiment à l'aide de cordeaux. Les axes de coordonnées internes sont ensuite mesurés et marqués de manière durable à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment (pour des contrôles ultérieurs) à l'aide d'un théodolite et d'un niveau.

### Moyens techniques auxiliaires

**Relevé**
Double-mètre, mètre à ruban, cordeau, fil à plomb, niveau, équerre optique, latte de nivellement, mire de nivellement, théodolite avec réflecteur.

**Exploitation**
Toutes les mesures saisies sont reportées à l'échelle, sur place, sur carton blanc.

**Relevé, y compris exploitation et établissement des documents sur place (voir ci-dessous)**

| | |
|---|---|
| Métreur | Mise en place du réseau de mesures<br>15 h à Fr. 90.–/h = Fr. 1350.– |
| Dessinateur | Installation du réseau de mesures<br>Etablissement des plans sur place<br>65 h à Fr. 75.–/h = Fr. 4875.–<br>(4 plans et 4 coupes au 1:50) |
| Aides | Installation du réseau de mesures<br>Mesures<br>95 h à Fr. 35.–/h = Fr. 3325.– |

Frais (matériel et frais de voyage)
Fr. 400.–

**Coût du relevé**
**Fr. 9950.–**

## 6.2 Exemple N° 2

### Description de la construction

**Objet**
Façade d'immeuble à la Postgasse, Berne.

**Dimensions**
8 x 17 m.

**Accès**
Proportions exiguës, pas de recul.

**Plans disponibles**
☒ non disponible ☐ disponible

### Définitions

**But du relevé**
Documents pour la rénovation ou le ravalement de la façade.

**Type de rénovation**
Rénovation IV.

**Degré de précision**
Relevé conforme, degré de précision III.

**Etablissement des documents**
☒ CAO ☐ à la main

### Relevés proposés

**Méthode de relevé**
Stéréophotogrammétrie.

**Organisation des mesures**
A partir d'une plate-forme mobile, des prises de vue grand angulaire (deux paires de prises de vue) sont exécutées. Des points de contrôle sont déterminés sur la façade à l'aide d'un théodolite.

### Moyens techniques complémentaires

**Relevé**
Appareil photogrammétrique, théodolite avec stockage des données, réflecteur.

**Exploitation**
Programme pour le calcul des points de contrôle, restitution photogrammétrique, CAO.

### Coût du relevé

| | |
|---|---|
| Ingénieur-géomètre | Déplacement, organisation de la plate-forme et mesures des points fixes<br>2 h à Fr. 110.–/h = Fr. 220.–<br>Photos (deux paires de prises de vue)<br>2 h à Fr. 110.–/h = Fr. 220.– |
| Métreur | Mesures des points de contrôle, y compris calcul<br>3,5 h à Fr. 90.–/h = Fr. 315.– |
| Aides | Photos et mesures<br>4,5 h à Fr. 40.–/h = Fr. 180.– |
| Autres frais, plate-forme | Fr. 350.– |

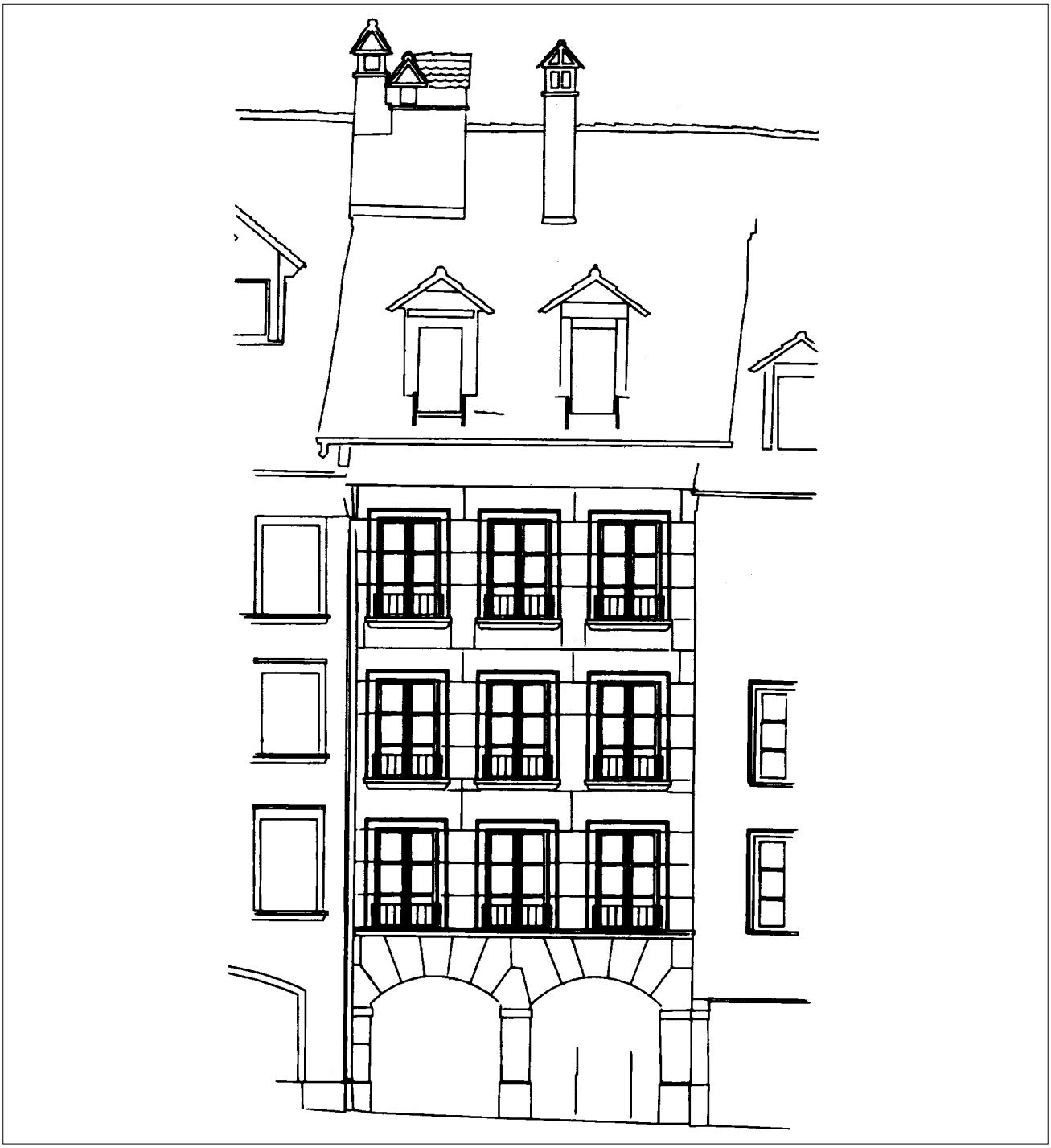
**Total du relevé**
**Fr. 1285.–**

### Coût de l'exploitation

| | |
|---|---|
| Ingénieur-géomètre | Exploitation à l'appareil de photogrammétrie et édition dans un système CAO<br>9 h à Fr. 110.–/h = Fr. 990.–<br>Appareil photogrammétrique<br>7 h à Fr. 55.–/h = Fr. 385.– |
| Divers | Copies, traceur<br>Fr. 40.– |

**Total de l'exploitation**
**Fr. 1415.–**

**Total du relevé**
**Fr. 2700.–**



*Vue de la façade.*

## 6.3 Exemple N° 3

### Description de la construction

**Objet**
Façade du restaurant Bären à Reichenbach.

**Dimensions**
13 x 13 m, deux étages.

**Accès**
Construction isolée, trois côtés accessibles et bien visibles.

**Plans disponibles**
☒ non disponible ☐ disponible

### Définitions

**But du relevé**
Base pour une rénovation éventuelle des façades.

**Type de rénovation**
Rénovation IV.

**Degré de précision**
Degré de précision IV.

**Etablissement des documents**
☒ CAO ☐ à la main

### Relevés proposés

**Méthode de relevé**
Stéréophotogrammétrie.

**Organisation des mesures**
Trois paires de vues sont exécutées avec l'appareil photogrammétrique. Pour déterminer les points de contrôle (40 points), un polygone de référence est mesuré autour de la maison.

### Moyens techniques complémentaires

**Relevé**
Appareil photogrammétrique, théodolite avec stockage des données, réflecteur.

**Exploitation**
Programme pour le calcul des points de contrôle, restituteur photogrammétrique, CAO.

### Coût du relevé,

| | |
|---|---|
| Ingénieur-géomètre | Déplacement, préparation<br>2 h à Fr. 110.–/h = Fr. 220.–<br>Photos (trois paires de prises de vue)<br>4 h à Fr. 110.–/h = Fr. 440.– |
| Métreur | Mesures des points de contrôle, y compris calcul<br>9 h à Fr. 90.–/h = Fr. 810.– |
| Aides | Mesures<br>9 h à Fr. 40.–/h = Fr. 360.– |

**Total du relevé**
**Fr. 1830.–**

### Coût de l'exploitation

| | |
|---|---|
| Ingénieur-géomètre | Exploitation à l'appareil de photogrammétrie et édition dans un système CAO<br>50 h à Fr. 110.–/h = Fr. 5500.–<br>Appareil de photogrammétrie<br>34 h à Fr. 55.–/h = Fr. 1870.– |
| Divers | Copies, traceur<br>Fr. 180.– |

**Total de l'exploitation**
**Fr. 7550.–**

**Total du relevé**
**Fr. 9380.–**

*Vue de la façade Nord.*

**Comparaison**

Les coûts d'une mesure multi-images à la place d'une stéréophotogrammétrie, dans les exemples 2 et 3, sont environ du même ordre de grandeur.

## 6.4 Exemple N° 4

### Description de la construction

**Objet**
Hôtel-de-Ville de la commune de Breitenbrunn, Bavière (Allemagne), sous protection des bâtiments historiques.

**Type de construction**
Maison isolée avec pignons en encorbellement.

**Etat/dommages**
A apprécier par un relevé du bâtiment comportant:
- un relevé analytique,
- des documents photographiques,

et traiter sous forme de:
- rapport d'appréciation, avec données sur l'état du bâtiment, les dommages, les transformations successives du bâtiment, etc.

**Utilisation**
Exploité complètement comme Hôtel-de-Ville, en service pendant le relevé.

**Plans disponibles**
☒ non disponible ☐ disponible

### Définitions

**But du relevé**
Etablissement de documents permettant la planification ainsi que la définition de critères pour les décisions administratives des autorités et de la protection des bâtiments.

**Type de rénovation**
Rénovation III/protection des bâtiments.

**Degré de précision**
Relevé conforme, degré de précision III.

**Etablissement des documents**
☒ CAO ☐ à la main

### Relevés proposés

**Méthode de relevé**
Relevé numérisé sur la base d'axes de coordonnées fixés sur place avec les hauteurs mesurées à partir d'un niveau de référence 0.

**Réseau de mesures**
Chaque point de positionnement des appareils et chaque point mesuré sur le bâtiment sont déterminés au millimètre près; les points de polygone mesurés simultanément sur le réseau voisin permettent un calcul ultérieur des coordonnées dans le réseau extérieur.

### Moyens techniques complémentaires

**Relevé/exploitation**
Le relevé est exécuté avec un théodolite électronique avec mesures électroniques des distances, un laser ponctuel pour l'identification des points et un ordinateur portable autonome. Le système de mesures CASOB permet le dessin par CAO intégrée, pendant les mesures. Les travaux ultérieurs sont exécutés également sur l'ordinateur portable qui peut mettre en mémoire les données par CAO sur place.

**Présentation**
Les dessins peuvent être tracés sur place, sans recours à une CAO, (traceur A3 ou A4 à jet d'encre).

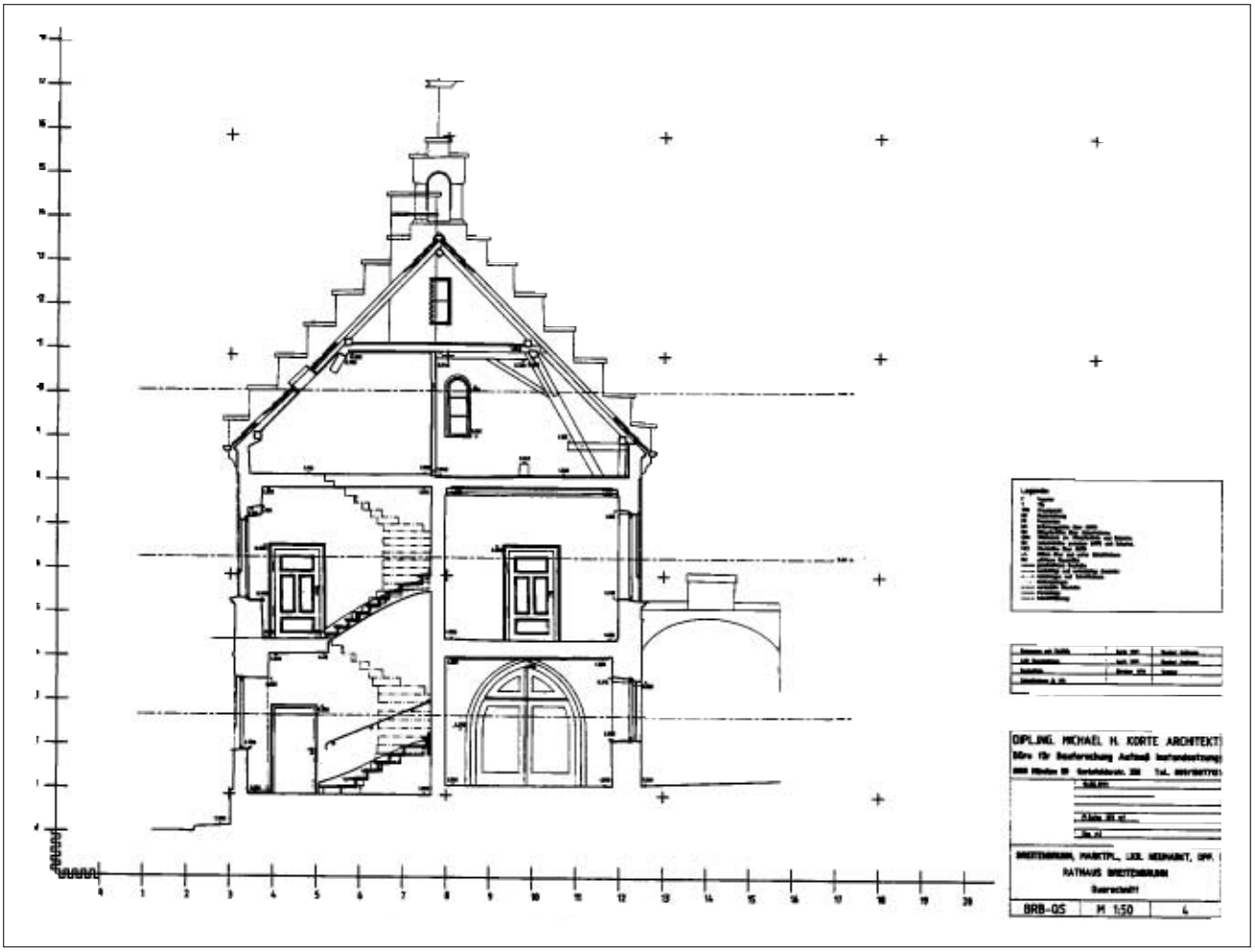
### Relevé, y compris exploitation et établissement des documents (voir ci-dessous)

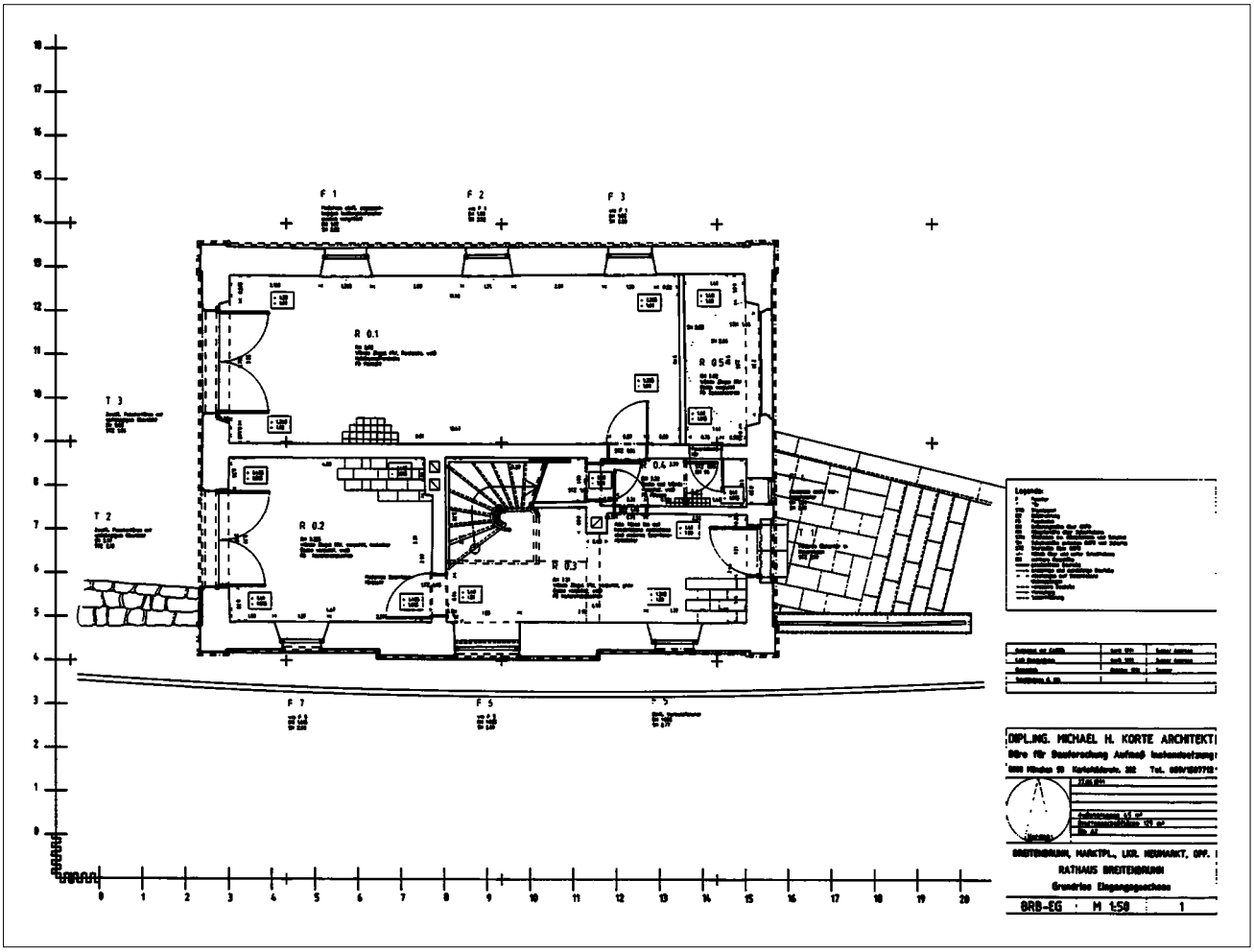
| | |
|---|---|
| Architecte | Mesures/dessins<br>4 0h à Fr. 90.–/h = Fr. 3600.–<br>avec CASOB, CAO |
| Dessinateur | Mesures/dessins<br>60 h à Fr. 75.–/h = Fr. 4500.–<br>avec CASOB et CAO |
| Aides | CASOB et CAO<br>40 h à Fr. 35.–/h = Fr. 1400.– |
| Instruments | CASOB/CAO/traceur<br>40h à Fr. 40.–/h = Fr. 1600.– |

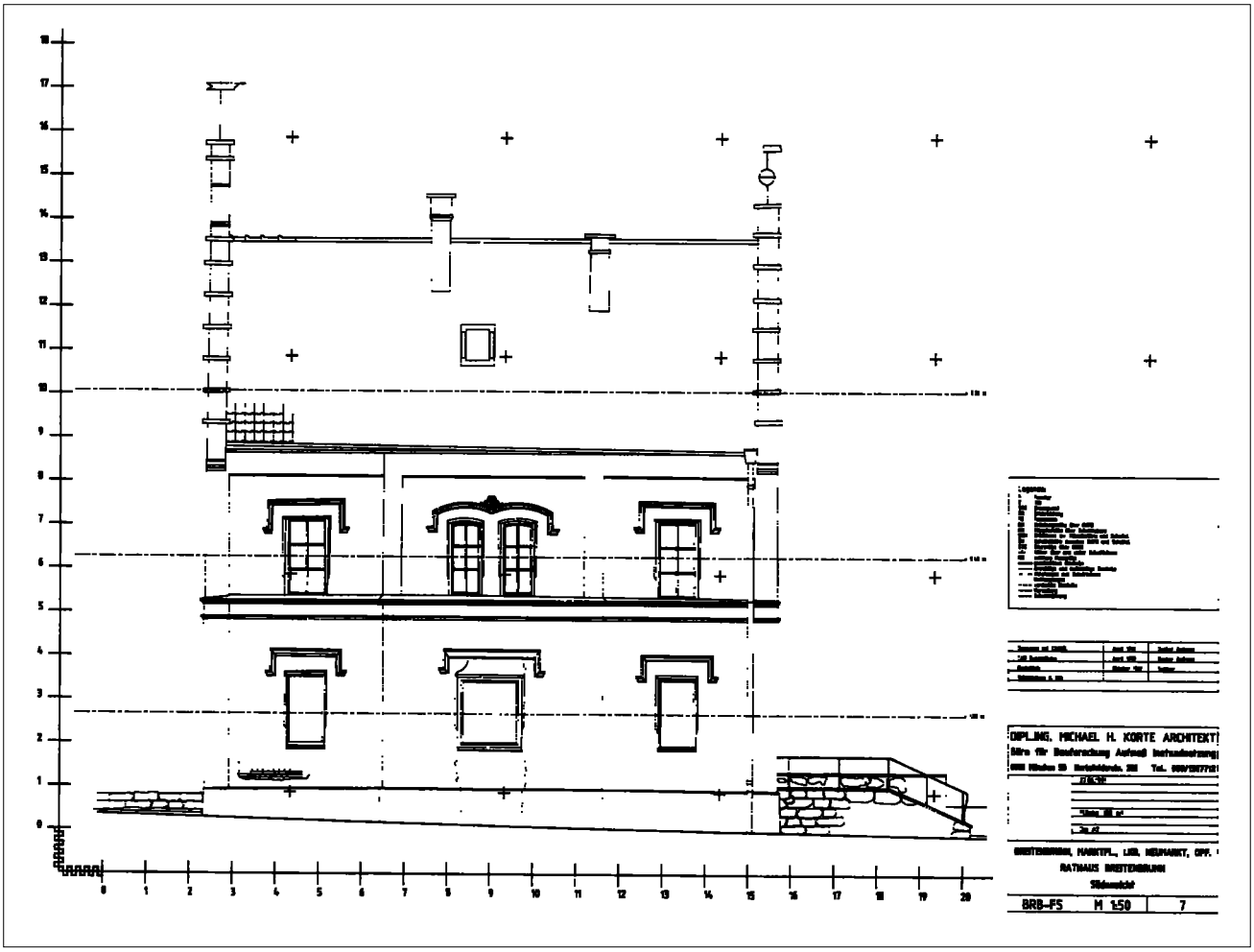
**Coût du relevé Fr. 11 100.–**

Frais non compris

**Documents**
Plan CAO
3 plans: rez-de-chaussée, 1er étage, 2e étage, échelle 1:50.
1 coupe transversale de l'escalier, 1:50.
4 façades 1:50.


DIPL.ING. MICHAEL H. KORTE ARCHITEKT
RATHAUS BRETTENBRUNN
BRB-05
M 1:50
4


F 1
F 2
F 3
R 0.1
R 0.5
T 3
T 2
R 0.2
R 0.3
F 7
F 5
F 5
DIPL.ING. MICHAEL H. KORTE ARCHITEKT
RATHAUS BREITENBRUNN
Grundriss Eingangsgeschoss
GRB-EG
M 1:50
1


DIPL.ING. MICHAEL H. KORTE ARCHITEKT
RATHAUS BRETTENBRUNN
BRB-FS
M 1:50
7

# Annexes

**Descriptif des prestations pour les relevés** 61

**Description des produits** 63

**Bibliographie** 64

**Publications du PI BAT** 65

# Descriptif des prestations pour les relevés

### Description de la construction

Objet _____

Type de construction _____

Etat/dommages _____

Utilisation _____

Plans disponibles ☐ non disponible ☐ disponible:

☐ CAO

☐ à la main

_____

_____

_____

### Définitions

But du relevé _____

_____

_____

_____

Type de rénovation _____

Degré de précision _____

Etablissement des documents ☐ CAO ☐ à la main

### Relevés proposés

Méthodes de relevé _____

Réseau de mesures _____

Moyens techniques complémentaires

Relevé _____

Exploitation _____

**Relevé**

| Nom | Profession | Coût horaire | Nombre d'heures | Coûts |
|---|---|---|---|---|
| _____ | _____ | _____ | _____ | Fr. _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ | Fr. _____ |
| _____ | _____ | _____ | _____ | Fr. _____ |

**Coût du relevé** **Fr.** _____

Exploitation/
Documents ☐ CAO ☐ à la main

| Quantité | Description | Echelle | Coût |
|---|---|---|---|
| _____ | Plans | 1 : _____ | Fr. _____ |
| _____ | Coupes | 1 : _____ | Fr. _____ |
| _____ | Vues (façades | 1 : _____ | Fr. _____ |
| _____ | Détails | 1 : _____ | Fr. _____ |
| _____ | _____ | _____ | Fr. _____ |
| _____ | _____ | _____ | Fr. _____ |
| _____ | _____ | _____ | Fr. _____ |

**Coût de l'exploitation/de l'établissement des documents** **Fr.** _____

**Coût total du relevé** **Fr.** _____

Conditions particulières:

_____

_____

_____

_____

# Description des produits

### Liste des appareils photogrammétriques usuels

| Appareil | Appareil photogrammétrique (M)<br>Appareil photogrammétrique partiel (TM) | Format<br>cm | Constante(s) | Fabricant |
|---|---|---|---|---|
| TMK | M | 9 x 12 | 60, 120 | C. Zeiss |
| P31 | M | 10 x 12 | 45, 100, 200 | Wild |
| P32 | M | 6,5 x 9 | 64 | Wild |
| UMK | M | 13 x 18 | 64, 100, 200 | Jenoptik |
| SMK 40<br>120 | M<br>M | 9 x 12<br>9 x 12 | 60<br>60 | C. Zeiss |
| Wild C 40<br>C120 | M<br>M | 6,5 x 9<br>6,5 x 9 | 64<br>64 | Wild |
| Rolleiflex<br>3003 metric<br>6006 metric | TM<br>24 x 36<br>6 x 6 | Objectifs interchangeables | Rolleiflex | |
| Leica<br>R5<br>Elcovision | TM | 24 x 36 | Objectifs interchangeables | Leitz |

### Sociétés d'assistance

ADIPLAN Bauvermessung GmbH
(Programme CASOB)
Karlsfelder Strasse 282
D-8000 Münich
Téléphone 089 / 1 50 78 12, téléfax 089 / 1 50 79 12

DIALOCIC
(Programme SYLLABE: Système de levé laser de bâtiments existants)
70, bd de Magenta
F-75010 Paris
Téléphone [1] 40 34 53 20, téléfax [1] 40 34 53 20

GEOMETRA
(Instruments de mensurations)
Muhenstrasse 13
5036 Oberentfelden
Téléphone 064 / 43 42 22, téléfax 064 / 43 45 05

LEICA AG, WILD AG, KERN AG
(Programme ELCOVISION, appareils photogrammétriques, appareils photogrammétriques partiels, instruments de mensurations)
Kanalstrasse 21
8152 Glattbrugg
Téléphone 01 / 809 33 11, téléfax 01 / 810 79 37

MULTITEC AG
(Reprographie)
Wankdorfstrasse 66
3000 Berne
Téléphone 031 / 42 00 75, téléfax 031 / 42 94 64

PKB AG (Projektmanagement, Bauadministration, Kostenplanung))
(Programme EMU)
Hurdnerstrasse 117
8640 Hurden
Téléphone 055 / 48 63 63, téléfax 055 / 48 63 72

ROLLEI Fototechnik GmbH
(Programme ROLLEIMETRIC, appareil photogrammétrique partiel)
D-3300 Braunschweig

ou

Schenkel Vermessungen AG
Nelkenstrasse 9
8006 Zürich
Téléphone 01 / 361 07 00

# Bibliographie

Bernet/Marti
Ein Plansystem für CAD und Zeichenbrett.
SIA Nr. 27-29, Juli 1991.

Boscardin M.
Elektronische Ausmassermittlung mit einem Digitalisierbrettsystem.
SIA Nr. 5, Februar 1991.

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
Baukostendämpfung durch Entwicklung eines Aufnahmesystems zur Bauplanerstellung für die Altbausanierung.
Schlußbericht. Stuttgart 1988.

Dzierzon / Zull
Altbauten zerstörungsarm untersuchen.
Köln 1990.

Korte H. Michael
Computerunterstützte Techniken der Bauaufnahme. Deutsche Bauzeitung Heft 1/Januar 1991.

Korte H. Michael
Neue Techniken der Bauaufnahme.
In Heft Bauwelt 33/1988.

Landesdenkmalamt Baden-Würtemberg
Empfehlungen für Bauaufnahmen. Stuttgart 1986.

Richter Reinhard
Einfache Architekturphotogrammetrie.
Braunschweig 1990.

Schiffer Manfred
Das verformungsgerechte Aufmaß, Methoden / Durführung. In Heft DAB 5/89.

Waldhäusl Peter
Geodätisch-Photogrammetrische Aussenvermessung von Alt- und Neubauten.
In Heft Monudoc 1986.

Wangerin Gerda
Bauaufnahme: Grundlagen, Methoden, Darstellung. Braunschweig 1986.