



Direction de la conservation des monuments et des collections

ABBAYE DU THORONET (83)

Mission de suivi et d'analyse des mouvements sur le bâti de l'abbaye

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

TABLE DES MATIERES

<u>Chapitre 1 : Clauses communes propres à l'opération</u>	<u>2</u>
1.1 Présentation du site	2
1.2 Protection au titre des monuments historiques et des sites	2
1.3 Activités des lieux et horaires de travail	2
1.4 Reconnaissance des lieux	3
1.5 Limites de prestations	3
1.6 Respect du site et de son environnement	3
<u>Chapitre 2 : Clauses générales propres à la mission</u>	<u>3</u>
2.1 Objet du marché - Présentation de l'opération	3
2.2. Durée et délai d'exécution	4
2.3 Description des prestations	4
2.3.1 Vérification et complément de l'instrumentation	4
2.3.2 Suivi et rapports des données	5
2.3.3 Rapport final de synthèse	5
<u>Pièces graphiques</u>	<u>7</u>

Chapitre 1 : Clauses générales propres à l'opération

1.1 Présentation du site

L'abbaye du Thoronet, propriété du Ministère de la Culture, a été remise en dotation au Centre des Monuments Nationaux (CMN), par arrêté du 2 juillet 2007, qui en assure l'ouverture au public et la conservation.

L'abbaye du Thoronet, fondée par des moines de l'ordre de Cîteaux dans l'arrière-pays varois, fut édifiée pour l'essentiel entre 1160 et 1190 et achevée en 1250. Elle constitue un ensemble architectural de l'époque romane présentant les caractéristiques de l'architecture cistercienne. Ses bâtiments conventuels s'organisent autour d'un cloître aux solides arcatures.

Fortement endommagée par des remaniements intervenus au 18^e siècle puis par les destructions révolutionnaires, l'abbaye a été progressivement rachetée par l'Etat à partir de 1854. Aujourd'hui relevée des ruines, elle a retrouvé son apparence d'origine grâce à d'importants travaux de restauration menés par Antoine-Henry Revoil et Jules Formigé.

L'exploitation de mines de bauxite, à ciel ouvert et son extraction souterraine concernant 80 % de la surface du gisement, à proximité de l'abbaye, a engendré des mouvements de sols ayant des répercussions sur les bâtiments de l'abbaye. La morphologie et le contexte hydrologique de la colline s'en sont trouvés modifiés et les poches d'eau résiduelles de l'ancienne mine ont accentué ce phénomène, ainsi que les effondrements des galeries provoqués après exploitation.

Au début des années 1980 et malgré l'arrêt de l'activité de l'exploitation de la mine, une masse énorme de la colline, qui se manifestait par une faille qui avançait de 0,85 mètre par an, s'est mise en mouvement à huit cent mètres environ du monument. À une centaine de mètres de l'abbaye un autre mouvement, plus lent, a eu des effets alarmants sur les maçonneries nécessitant notamment l'étalement de la grange dimière et du mur sud du verger.

Les étais sont mis en place en 1984 et la surveillance des bâtiments par instrumentation débute en 1987.

Une galerie en forme de fer à cheval de 520 mètres de long et de 8 m² de section, a également été créée en 1990 pour collecter des drains verticaux. Elle a permis d'évacuer les eaux vers le vallon du Tombereau en aval de l'abbaye. Le but du drainage était de consolider les terrains proches de l'abbaye pour enrayer le glissement en augmentant le coefficient de frottement des terrains.

M. Laurent ALBERTI, Architecte et Urbaniste en Chef de l'Etat, est le Conservateur du monument.

1.2 Protection au titre des monuments historiques et sites

L'abbaye du Thoronet est classée au titre des monuments historiques par liste de 1840.

Les bâtiments se situent en site classé (loi de 1930) par décret du 19 décembre 2001.

1.3. Activités des lieux et Horaires de travail

La mission se déroulera dans un site occupé, il conviendra de se rapprocher du gestionnaire des lieux afin d'harmoniser les activités.

Toute demande d'accès au site en-dehors des heures d'ouverture devra être réalisée 72 heures à l'avance.

Le site de l'abbaye du Thoronet est ouvert au public :

- Du 01/10 au 31/03 : de 10h à 13h, de 14h à 17h
- Du 01/04 au 30/09 : de 10h à 18h30

1.4. Reconnaissance des lieux

Avant la remise de son offre, le candidat pourra prendre connaissance des lieux pour se rendre compte de la nature de la mission à effectuer. Il tiendra compte, dans ses prix, des prestations particulières éventuelles et des sujétions de mise en œuvre propres à la mission.

Pour une visite sur le site, contacter :

Maiwenn Bodinier, ingénieur du patrimoine, chargée d'opérations, par courriel
maiwenn.bodinier@monuments-nationaux.fr

1.5 Limites de prestation

Les prestations de la présente mission devront comprendre les différents points énumérés au chapitre 2 du présent document, et toutes sujétions nécessaires au bon déroulement de la mission dans le cadre de l'opération.

1.6. Respect du site et de son environnement

Dans le cas de mise en place d'échafaudages, le candidat devra délivrer les certifications nécessaires, conformément à la législation en vigueur. Les ancrages seront réalisés dans les joints. Les dispositifs adéquats de sécurité, de signalisation et de protection vis-à-vis du personnel exécutant la mission, du public et des agents du monument seront mis en place.

Le candidat garantit également la remise en état des lieux : rebouchage des trous (mortier à la chaux et patine), sol (nivellement, revégétalisation).

Dans le cas de mise en place de cibles, celles-ci seront positionnées dans les joints et déposées par la suite.

Le titulaire comprendra donc dans son prix :

- mise en place de tout dispositif de sécurité individuelle et collective lors de la mise en place et l'usage d'échafaudages ou de toute autre intervention en hauteur (échafaudage, nacelle, filets pare chute et pare gravois, balisage, harnais de sécurité, et toute sujétion)
- toute modification des installations nécessaire à sa mission d'observation du bâti
- repli des installations
- remise en état des lieux en fin de chantier.

Chapitre 2 : Clauses spécifiques propres à la mission

Les prix des prestations devront comprendre :

- les moyens d'amenée et d'installation de moyens d'accès à l'instrumentation, si nécessaire
- les attachements écrits et figurés ou photographiques nécessaires à la localisation de l'instrumentation.

Le titulaire s'engage, si cela s'avère nécessaire pour mener à bonne fin les opérations fixées au présent cahier des charges, à augmenter les moyens mis en œuvre sans accroissement de sa rémunération.

2.1 Objet du marché - Présentation de la mission

Un suivi des mouvements des bâtiments et des terrains a été engagé depuis 1987.

Le relevé des appareils de mesure n'est plus réalisé depuis décembre 2016 ; le dernier rapport date de 2018.

Le titulaire du présent marché aura à sa disposition l'ensemble des rapports disponibles.

La présente mission a pour objet de :

- S'assurer du bon fonctionnement des dispositifs de surveillance existants et les remettre en état le cas échéant ou les remplacer s'ils sont manquants ; les compléter en 3 points (encadrement de la porte du mur de clôture au sud du mail, mur attenant à la fontaine 18e s., bâtiment d'accueil)
- Réaliser et suivre les mesures de variation pendant 36 mois, comprenant la rédaction et la transmission d'un rapport des valeurs tous les trois (3) mois ; toute valeur inquiétante devra être nécessairement indiquée sans délai.
- L'analyse des données et la rédaction d'un rapport tous les ans.

- La rédaction d'un rapport final de synthèse statuant sur l'évolution des mouvements et leur impact sur le bâti (poursuite des déformations, caractérisation de leur gravité, mesures d'urgence le cas échéant)

2.2 Durée et délai d'exécution

Le marché de prestations intellectuelles est conclu à compter de sa date de notification jusqu'à la complète exécution de la mission (document final rendu incluant les éventuelles observations du maître d'ouvrage) et la clôture financière et administrative de l'opération.

Le délai global prévisionnel de la mission est fixé à 3 ans, incluant les délais d'approbation de la maîtrise d'ouvrage.

La mission devrait démarrer au printemps 2026.

<i>Désignation des prestations</i>	<i>Délais</i>
Diagnostic préalable des installations existantes	8 semaines à compter de date de la notification du marché
Remise en fonctionnement des installations	8 semaines à compter de la validation du diagnostic préalable
La première, la deuxième et la troisième années : Un relevé des données tous les trois mois ; Un rapport d'analyse des données à l'issue de douze mois	1 mois à partir de la mise en fonctionnement des installations, puis tous les trois mois 4 semaines à compter de la réception des relevés des 12 mois de l'année écoulée
Un rapport final de synthèse des 36 mois d'observation	6 semaines à compter de la date de transmission du rapport d'analyse de données de la troisième année

2.3 Description de la prestation

2.3.1 – Vérification et complément de l'instrumentation

Les dispositifs existants permettent de mesurer les éventuels mouvements dans les élévations des différentes parties de l'abbaye par :

- Des mesures locales
- Des mesures globales

Les mesures locales étaient réalisées par deux dispositifs :

- Les extensomètres à corde vibrante ont été posés dans une zone difficile d'accès nécessitant le recours à un échafaudage.
- Les extensomètres à billes ont été mis en place aux emplacements accessibles depuis le niveau du sol.

Les convergencemètres permettaient de réaliser les mesures de déplacements globaux.

Une numérotation des dispositifs de mesures a été mise en œuvre. Les rapports reprendront strictement les identifications déjà existantes et la compléteront le cas échéant pour les nouveaux dispositifs selon la norme suivante, établie par une lettre suivie de 3 chiffres :

- La lettre désigne le type d'appareil mis en place, corde vibrante (C), extensomètre à billes (B), convergencemètre à fil d'invar fixe (G) ou mobile (D).
- Le premier chiffre désigne le n° du bâtiment référence
- Les deux derniers chiffres sont le n° d'ordre du dispositif

Ces indications sont également à reporter sur un plan de repérage par le titulaire à partir de documents qui seront fournis par la maîtrise d'ouvrage. Des dessins de principe pourront être réalisés afin de rendre lisibles les implantations.

Un diagnostic de l'état des installations sera réalisé au préalable de la reprise des relevés, considérant également la documentation existante.

Après validation de ce diagnostic, les appareils déjà en place sur le site, feront l'objet :

- d'une révision,
- d'une éventuelle remise en état ou d'un changement d'élément,
- d'une fourniture et pose éventuelle d'élément neuf, le cas échéant.

2.3.2 – Suivi et rapports des données

Cette prestation comprend le relevé de l'instrumentation existante et à poser, à réaliser tous les trois mois, pendant 36 mois. Un état des valeurs sera rédigé et transmis à la même fréquence.

En complément, un scann laser 3D de la grange dimière (extérieur et intérieur) sera réalisé tous les 6 mois. Dans le même temps, les 7 cibles topographiques de la grande dimière (ainsi que les cibles et clous de référence) seront également relevées.

Les valeurs seront étalonnées à partir des valeurs précédentes afin de permettre une analyse dans les rapports annuels et final, en corrélation avec l'ensemble des rapports existants.

En cas d'évolution majeure, le bureau d'études devra alerter la maîtrise d'ouvrage sans délai.

Un rapport d'analyse des données sera également réalisé et transmis au bout de 12 mois, 24 mois et 36 mois.

2.3.3 – Rapport final de synthèse

Cette prestation comprend la rédaction et la transmission d'un rapport final de synthèse, sur la base des rapports des données observées sur 36 mois et de tous les éléments d'étude déjà produits sur l'édifice qui seront communiqués au titulaire par la maîtrise d'ouvrage.

Ce rapport constatera l'existence d'éventuels mouvements, en présentant leur évolution à partir de l'ensemble des données disponibles et caractérisera leur impact sur le bâti concerné.

Des dessins de principe pourront être réalisés.

Si des investigations complémentaires étaient nécessaires à la bonne compréhension de certains phénomènes, elles devront être indiquées à la maîtrise d'ouvrage au moment du premier rapport d'analyse des données, émis au bout des 12 premiers mois d'observation.

Le titulaire de la présente commande pourra être tenu de participer à une réunion intermédiaire et une réunion de présentation du rapport final, qui pourront se tenir sur site à l'abbaye du Thoronet ou en visioconférence.

Le rapport final sera rendu en 4 exemplaires papier dont 1 reproductible et un support numérique.

Pour le support papier :

- Ensemble des pièces écrites, graphiques et photographiques avec une mise en page aux formats de diffusion normalisés A4 et/ou A3.
- Plans avec une échelle graphique.
- Reportage photographique avec indication et/ou plan de repérage.

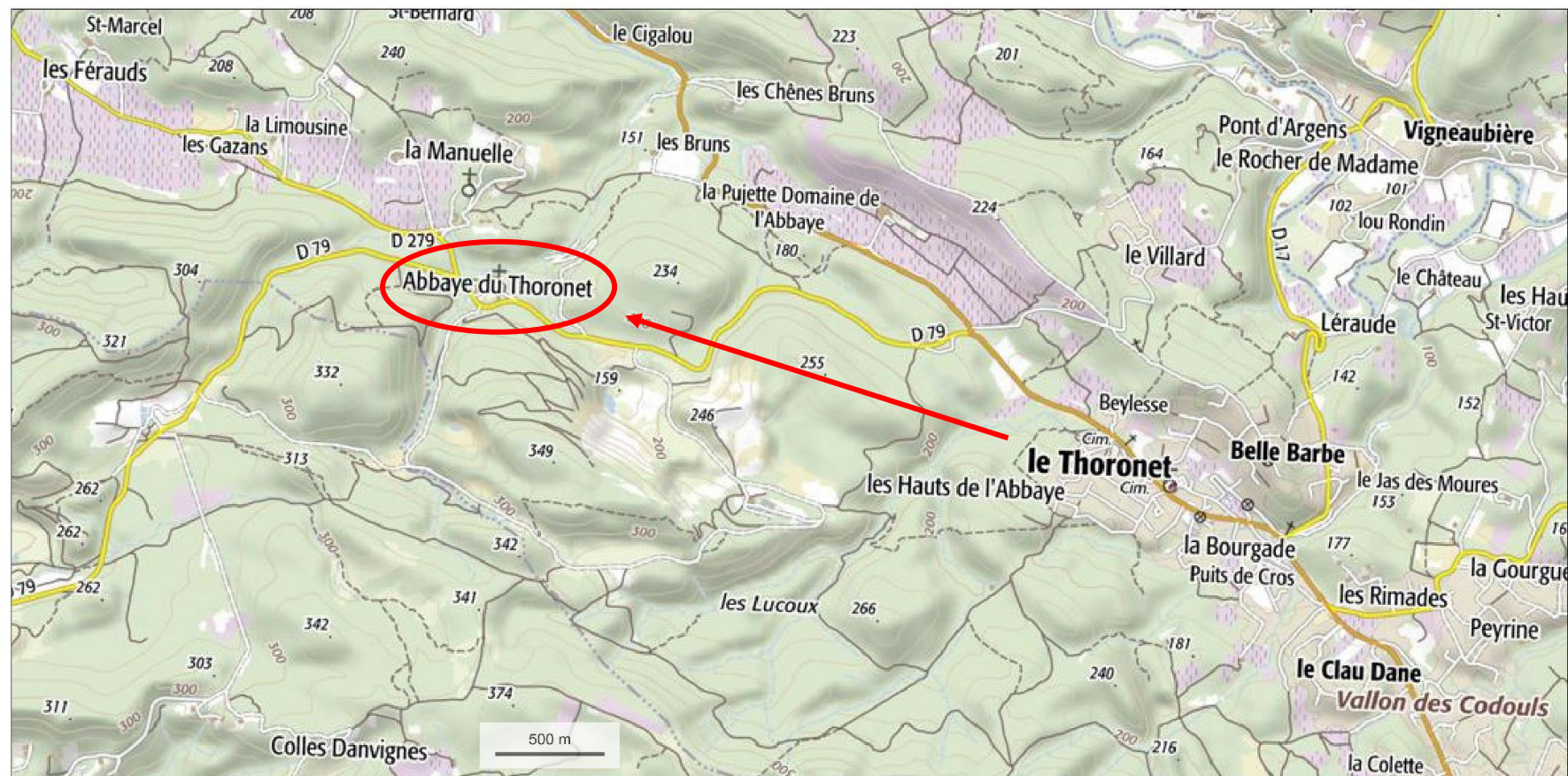
Pour le support numérique :

- Une copie numérique du rapport au format PDF.
- Un exemplaire numérique de chaque fichier numérique de textes (format .docx, .odt), de plans (formats .pdf et .dwg) et d'images (format .jpg et .tiff).
- Les fichiers relatifs au nuage de point en cas de relevé laser
- L'ensemble des données seront rassemblées de manière à être indépendamment exploitables.

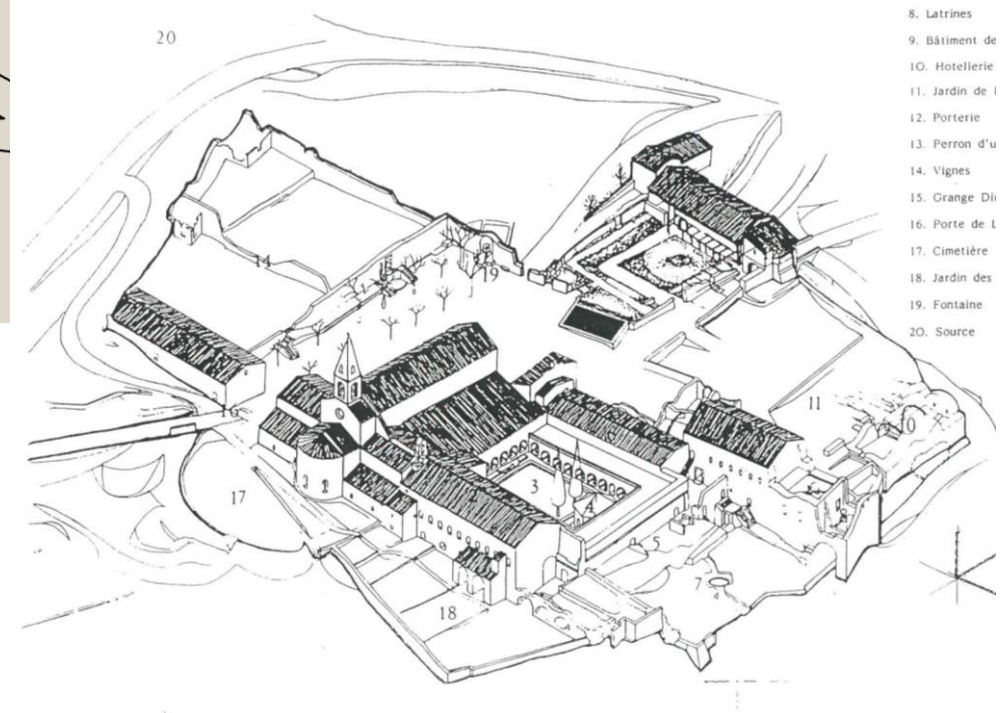
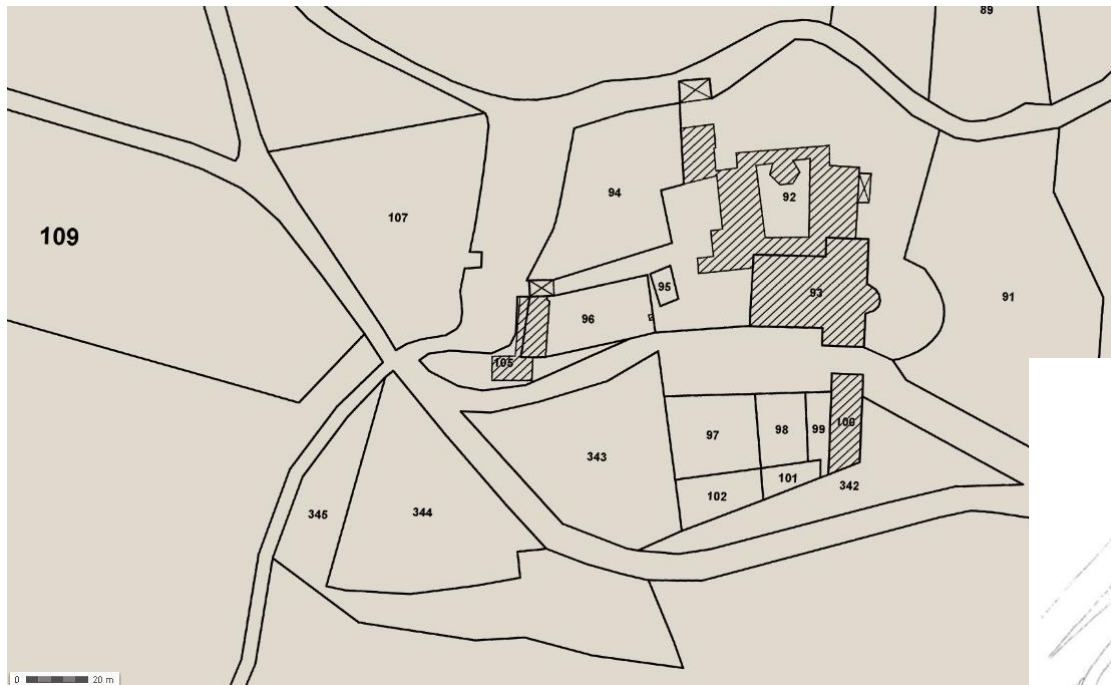
Par dérogation à l'article 35 du CCAG-PI, il est entendu que le titulaire du marché de prestation cède au Centre des monuments nationaux, à titre exclusif, l'intégralité des droits de propriété intellectuelle (droit de représentation, droit de reproduction et droit d'adaptation) afférents aux résultats et productions remis au Centre des monuments nationaux conformément aux articles L.122-2 et L.122-3 du code de la propriété intellectuelle.

Dossier graphique

Plan de situation



Zone de l'intervention



Schémas explicatifs de glissement de terrain

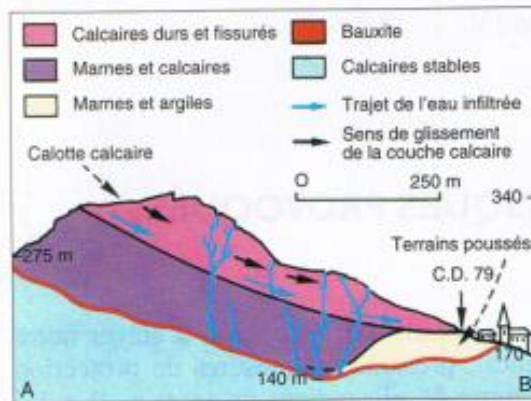


Fig. IV-2 LE THORONET – Coupe structurale simplifiée.



Fig. IV-5 IDEM – Étalement du mur sud du verger.



Fig. IV-3 IDEM – Glissement schématisé.



Fig. IV-6 IDEM – Surveillance des fissures.

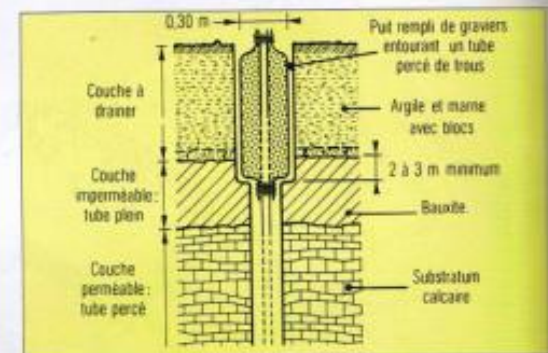


Fig. IV-7 IDEM – Coupe d'un forage drainant.



Fig. IV-4 IDEM – Plan des ouvrages drainants.
(Les dessins sont de G. Colombet, G. Kock-Paquier, M. Poosz, C. Vibert).

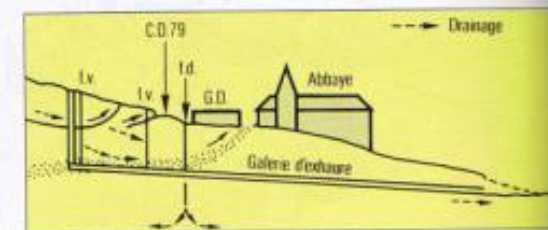


Fig. IV-8 IDEM – Coupe schématique des drainages.

Liste du matériel existant

1/ Nombre et implantation des appareils

Leur localisation a également été consignée sur plans.

EXTENSIONOMÈTRES À CORDE VIBRANTE, type « double bobine » ou « double électro-aimant ». La corde, de diamètre 4/10ème de mm, est tendue entre deux points de fixation espacés d'environ vingt centimètres :

- * Dortoir des moines : 8
- * Abbatale : 17
- * Grange dimière : 11
- * Convers haut : 6
- * Convers bas : 5
- * Cellier : 5

EXTENSIONOMÈTRES À BILLES. Un extensiomètre à billes est constitué de deux billes inoxydables de diamètre 6 mm, collées de part et d'autre de la fissure ou d'un joint à ausculter. Ces billes sont espacées, à la pose, d'environ vingt centimètres l'une de l'autre :

- * Abbatale : 17
- * Grange dimière : 23
- * Convers haut : 6
- * Convers bas : 4
- * Cellier : 6
- * Cloître : 16

CONVERGENCEMÈTRES ÉLECTRONIQUES

- * Abbatale : 19
- * Grange dimière : 2
- * Cellier : 5
- * Cloître : 3
- * Dortoir : 3

CONVERGENCEMÈTRES MOBILES

- * Abbatale : 8
- * Grange dimière : 1
- * Convers : 2

CAPTEURS de DEPLACEMENT reliés à des centrales d'acquisition

- * Fontaine 18^e s.

4 SONDES de TEMPERATURE intérieure ont été posées en 2016 comme suit :

- L'Abbatale
- Le bâtiment des Convers
- Le cellier
- La grange Dîmière

Par ailleurs, les centrales d'acquisitions de la fontaine posées en avril 2015 sont déjà équipées de sondes de température et ont été utilisées pour les mesures de température extérieure avec un enregistrement toutes les 6 heures.

2/ Relevé dimensionnel laser 3 D – Grange dimière

La grange Dîmière a fait l'objet en janvier 2015 d'un relevé dimensionnel laser 3D en extérieur et intérieur pour un résultat de 5.7 milliards de points de mesure.

Pour plus de précision, des cibles réfléchissantes de surveillance ont été posées en 7 points à l'extérieur en périphérie de la grange dîmière. Deux cibles de référence ont été positionnées sur le muret d'accès à la grange partie haute. Deux cibles de référence ont également été positionnées sur le muret d'accès à la grange partie haute afin de surveiller 4 des 7 cibles. Des clous de référence ont été positionnés derrière la grange afin de surveiller les trois autres cibles.

Les cibles ont été mesurées à l'aide d'une station totale laser « TS09 de LEICA » en raison d'une mesure tous les 3 mois la première année, puis tous les 6 mois les 2 années suivantes. En parallèle de la surveillance par cibles topographiques, noté ci-dessus, il a été réalisé des stations par scanner laser 3D afin d'avoir une vision plus étendue des mouvements et de les comparer aux cibles.

L'ensemble permettant un suivi en trois dimensions des effets de tassement, de déversement et d'inclinaison.