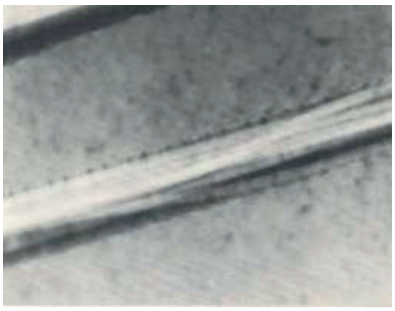
B5-1

GAMMAGRAPHIE - RADIOGRAPHIE - RADIOSCOPIE

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Visualisation de la géométrie et des défauts internes d'une structure.
PRINCIPE	La radiographie est basée sur l'exposition d'un récepteur par un faisceau de rayonnement X ou γ (gammagraphie) à travers un matériau. Le rayonnement est absorbé en fonction de la nature et de la densité du matériau, permettant d'obtenir une image en niveaux de gris de la projection du contenu du matériau sur le récepteur. Les films argentiques utilisés à l'origine comme récepteurs, sont actuellement remplacés par des écrans photostimulables permettant d'obtenir une image numérique qui peut ensuite être traitée pour en tirer une meilleure information. La radioscopie consiste à déplacer en parallèle l'émetteur et le récepteur de part et d'autre du matériau à ausculter afin de balayer en continu une grande surface de matériau; dans ce cas, l'image est numérique et lue en temps réel sur un écran déporté.   Exemples de radiogrammes obtenus en gammagraphie (CEREMA)
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif
MATURITÉ	Méthode éprouvée depuis longtemps
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	En gammagraphie : – un conteneur de transport pour l'émetteur de rayonnement ; – des gaines souples pour le déplacement de l'émetteur jusqu'à sa position pour l'exposition ; – un dispositif de commande à distance ; – des récepteurs pour l'enregistrement de l'image ; – du matériel de positionnement de l'émetteur et du récepteur. Les émetteurs sont des radioéléments artificiels (Iridium 192 et Cobalt 60).   Projecteur GMA 2500 (Cobalt 60) (CEREMA) Projecteur GAM 120 (Iridium 192) (CEREMA) En radiographie : La technique est la même que pour la gammagraphie en remplaçant le radioélément par un émetteur de rayons X de haute énergie (accélérateur linéaire ou circulaire d'électrons).

MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	En radioscopie : Un système mobile de positionnement relatif émetteur/récepteur est nécessaire pour se déplacer le long de la structure à étudier. La gammagraphie est la seule technique couramment employée.
MODALITÉS D'APPLICATIONS	
DOMAINE D'APPLICATION	Les structures de génie civil : ponts en B.A. (Poutres, nervures, dalle, poteaux d'appui), en B.P. (poutres, caissons, dalles, poteaux d'appui), bâtiments (poutres, poteaux, dalles) + éléments de structures métalliques (Ponts. à câbles) et maçonneries. Détermination de la nature, position, forme et état des objets contenus dans le béton, des hétérogénéités, des reprises, des fissures, etc. permettant entre autres : – de rechercher les défauts d'injection des conduits de précontrainte par le coulis et de repérer les anomalies des conduits et câbles ; – d'apporter des éléments de détermination du ferraillage en place (diamètre, position, etc.) ; – de positionner des objets avant perçage (câbles, etc.) ; – de rechercher les défauts de remplissage des culots d'ancrage des câbles (ponts à câbles).
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Toujours prévoir une pré-visite du site pour valider les possibilités d'intervention dans les domaines du matériel et de la radioprotection. Nécessité d'accéder aux deux faces de la structure pour les opérateurs et le matériel. Solidariser l'émetteur et le récepteur sur la structure vis à vis des vibrations et des déplacements relatifs. Respecter les conditions de radioprotection définies par la réglementation.
LIMITES D'UTILISATION	Volumes à ausculter ne présentant pas des variations importantes d'épaisseur. Emploi de l'Iridium 192 limité à 30 cm de béton. Emploi du Cobalt 60 limité à 60 cm de béton. Accélérateur de particules limité à 120 cm de béton. Taille des radiogrammes obtenus en radiographie limitée à 30 x 40 cm (35 x 43 cm en radiographie numérique). Interventions en zone urbanisée dense souvent difficiles voire impossibles à réaliser à cause des problèmes de radioprotection. Contrainte réglementaires croissantes vis-à-vis du transport des sources radioactives.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	La précision obtenue sur la position des objets dans le matériau est principalement fonction de l'épaisseur à radiographier et des conditions de mise en œuvre du matériel (espace disponible pour l'émetteur). D'une manière courante, la position des objets dans le plan XY de la face vue d'un objet peut être fournie à 1 cm près. La position en profondeur nécessite au moins deux expositions, sauf si l'on connaît précisément la taille et l'orientation de l'objet dans le matériau. D'une manière courante une précision d'1 cm sur le positionnement est réalisable. Le diamètre des armatures passives est donné à 1 diamètre près dans la gamme. Pour les conduits de précontrainte, la détection est moins bonne lorsque le contrôle est effectué verticalement, dans ce cas, les manques de coulis inférieurs au demi-volume du conduit sont peu souvent détectés (cas des dalles).
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	L'équipe d'intervention est constituée de 3 personnes habilitées sous réserve d'aptitude médicale et après formation qualifiante dans le domaine de la radioprotection et du transport des matières dangereuses : 1 Chargé d'étude ayant une spécialisation en pathologie des structures et en radiographie sur béton + 2 chargés d'investigations formés à la radiographie sur béton en plus de leurs connaissances de base en génie civil. L'interprétation des radiogrammes est de la responsabilité du Chargé d'études.
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès indispensable aux deux faces
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Les problèmes de radioprotection peuvent amener à prévoir des restrictions, voire des coupures de circulation.
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Réalisation de 10 à 20 expositions par journée de travail, en fonction de l'épaisseur à radiographier, des conditions d'accès et de radioprotection. L'échantillonnage est fonction du problème posé. Les informations obtenues sont ponctuelles et l'interprétation est fonction de l'échantillonnage choisi.

DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Validation et première interprétation sur site. Exploitation complète faite *a posteriori*
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Non
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Non
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Méthode nécessitant des mesures de sécurité vis à vis du public et des utilisateurs.
ENCOMBREMENT – POIDS	Matériel portable si emploi du radioélément Iridium 192. Matériel lourd et encombrant si radioélément Cobalt 60 ou accélérateur de particules.
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Méthode permettant de visualiser l'intérieur des structures. Seule méthode éprouvée à ce jour pour la visualisation des vides dans les conduits de précontrainte (méthode de référence). Visualisation directe sous forme d'image à une échelle légèrement supérieure à 1.
INCONVÉNIENTS	L'oxydation des pièces métalliques n'est pas directement visible sauf en cas de forte diminution d'épaisseur. L'humidité n'est pas décelable. Les conditions de radioprotection peuvent être rédhibitoires pour l'utilisation de la technique sur certains sites.
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Gammagraphie : rare – 1 équipe ressource au LRPC de Lyon ; – 1 équipe en entreprise (pour épaisseurs inférieures à 30 cm). Radiographie : très rare. Radioscopie : n'est plus disponible à ce jour.
COÛT	Élevé
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	NF A 09-202 : Essais non destructifs – Principes généraux de l'examen radiographique, à l'aide de rayons X et gamma, des matériaux béton, béton armé et béton précontraint. FD A 09-203 : Essais non destructifs – Examen radiographique à l'aide de rayons X et gamma des matériaux béton, béton armé et béton précontraint – Exemples de radiogrammes avec leur interprétation. GUINEZ R. – Contrôle non destructif des ouvrages d'art par gammagraphie, radiographie et radioscopie. – Bull. liaison des LPC 171, Jan-Fév 1991, pp 83-93. GUINEZ R. – SCORPION, bilan de dix ans d'utilisation. – Bull. liaison des LPC 207, Jan-Fév 1997, pp 79-90. ROENELLE P. – Chapitre B7 : Méthodes radiographiques d'évaluation non destructive. – In Méthode d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton – Sous la direction de D. Breysse et O. Abraham, Presses de l'ENPC – 2005.