



Tél.: 03 83 20 10 00
Fax: 03 83 20 92 08
E-mail: etico@etico.fr
99, avenue Carnot - BP 90084
54132 ST-MAX Cedex

Economie - Technicité - Ingénierie - Coordination

REHABILITATION LOURDE DU BATIMENT D **MONPLAISIR à VANDOEUVRE LES NANCY**

RAPPORT

Analyse structurelle

Maitre d'ouvrage :
Crous de Lorraine
75 Rue de Laxou
54000 Nancy

B.E.T. ETICO – Mars 2026

RAPPORT D'ANALYSE STRUCTURELLE

CROUS – Montplaisir – Bâtiment D

Objet : Analyse des structures existantes et appréciation de leur compatibilité avec le projet de restructuration.

Base documentaire : Rapports Bureau Veritas du 30/05/2023 (indice 0) et du 19/04/2024 (indice 2).

SOMMAIRE

1. PRESENTATION ET PERIMETRE DE L'ANALYSE.....	3
2. ANALYSE DES STRUCTURES EXISTANTES.....	3
2.1 RECONNAISSANCE DES VOILES	3
2.2 RECONNAISSANCE DES DALLES EN BETON ARME	4
2.3. CARACTERISTIQUES DU BETON EXISTANT ET ETAT APPARENT.....	4
3. STABILITE DES OUVRAGES	5
3.1. VOILES EN BETON ARME.....	5
3.2 STABILITE AU FEU DES VOILES.....	6
3.3 DALLES EN BETON ARME.....	6
3.4 STABILITE AU FEU DES DALLES.....	7
3.5 INCIDENCE DU CHANGEMENT DE DESTINATION DES LOCAUX.....	8
3. ADAPTATIONS A PREVOIR POUR LE PROJET DE RESTRUCTURATION.....	9
5. LIMITES DE L'ANALYSE ET INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES.....	9
6. CONCLUSION GENERALE.....	10

1. Présentation et périmètre de l'analyse

La présente analyse a pour objectif de synthétiser les données exploitables issues des rapports de diagnostic établis par Bureau Veritas relatifs au bâtiment D du site CROUS de Montplaisir.

Les documents de référence pris en compte sont les suivants :

- Rapport du 30 mai 2023 – indice 0 ;
- Rapport du 19 avril 2024 – indice 2.

Ces documents ont notamment pour objet la reconnaissance des bétons, ainsi que l'identification du ferrailage au droit des voiles et des dalles.

Les méthodes utilisées sont non destructives. En conséquence, les diamètres d'armatures annoncés doivent être considérés avec prudence car n'ont pas été vérifiés par sondages destructifs.

L'analyse qui suit s'inscrit donc dans le cadre d'une appréciation technique sur existant, à confirmer ponctuellement par des investigations complémentaires en phase PRO ou en phase préparation travaux.

2. Analyse des structures existantes

Les reconnaissances mentionnées dans les rapports ont permis d'identifier plusieurs caractéristiques des ouvrages en béton armé existants. Les résultats sont rappelés ci-après de manière structurée.

2.1 Reconnaissance des voiles

Les investigations ont permis d'identifier les éléments suivants pour les voiles, murs de refend et murs périphériques.

Élément	Niveau / zone	Caractéristiques relevées	Observations
Mur de refend	Sous-sol	Épaisseur 10 cm ; mur et jambage ; absence d'armatures verticales ou horizontales	Épaisseur très faible
Mur de refend	Étages	Épaisseur 10 cm ; armatures verticales repérées avec espacement > 40 cm En extrémité Ø8 et Ø6 mentionnés ; Enrobage ≈ 3,5 cm vertical et 2 cm horizontal	Ferrailage peu dense au regard d'un ouvrage porteur sur plusieurs niveaux
Mur de refend	Rez-de-chaussée	Repérage de trois nappes d'armatures en about d'un mur	À confirmer localement par sondages
Mur pignon	Sous-sol	Épaisseur 20 cm ; une nappe de ferrailage vertical et horizontal	Configuration en relation avec la reprise de la poussée des terres
Façade sud	Sous-sol	Épaisseur 20 cm ; une nappe de ferrailage	Configuration en relation avec la reprise de la poussée des terres

Au regard des données, il apparaît que les voiles intérieurs, notamment les refends de 10 cm d'épaisseur, constituent les éléments les plus sensibles de l'ouvrage.

Les murs périphériques ou de pignon, plus épais, présentent une réserve de capacité a priori plus confortable.

2.2 Reconnaissance des dalles en béton armé

Les planchers intermédiaires et le plancher bas/rez-de-chaussée ont également fait l'objet de reconnaissances.

Les informations principales sont reprises ci-dessous.

Élément	Épaisseur / portée	Ferraillage repéré	Observations
Dalles intermédiaires	Épaisseur 0,11 m	Ferraillage inférieur sur appui : $e \approx 14,5$ cm ; $\varnothing 8$ à $\varnothing 10$ mm ; enrobage depuis le dessus $\approx 7,5$ cm	Donnée à rapprocher des calculs du rapport VERITAS
Dalles intermédiaires	Travées courantes	Fer inférieur de travée : $\varnothing 8$ à $\varnothing 10$; enrobage ≈ 2 cm depuis la sous-face	Valeur d'enrobage à vérifier localement
Plancher du rez-de-chaussée	Épaisseur non rappelée explicitement	Armatures inférieures $e \approx 17$ cm ; enrobage $\approx 1,5$ cm sous-face	Enrobage faible vis-à-vis du feu et de la durabilité
Dalle terrasse Zone chambres	Épaisseur 0,12	Armatures $\varnothing 10$ espacés à 13,5 cm	
Zone escalier	Portée $\approx 2,70$ m	Armatures $\varnothing 10$ espacés à 13,5 cm	
Poutre incorporée	Portée $\approx 1,30$ m	3 barres inférieures $\varnothing 14$; enrobage ≈ 3 cm ; reprise d'une dalle de 2,35 m	

Les informations montrent des dalles pleines relativement minces, de l'ordre de 11 à 12 cm, avec cependant des portées modestes.

Cette combinaison est cohérente avec un fonctionnement de plancher courant de bâtiment d'habitation, sous réserve que les sections d'aciers mentionnées soient effectivement présentes.

L'enrobage apparaît localement faible, notamment au rez-de-chaussée. Ce point est important à la fois pour la durabilité des aciers et pour la stabilité au feu.

2.3. Caractéristiques du béton existant et état apparent

Les mesures sclérométriques / pachométriques mentionnées dans les rapports mettent en évidence des résistances comprises entre 34 et 39 MPa. Pour les vérifications, une valeur de calcul de 30 MPa est retenue. Cette valeur est cohérente au regard des résultats annoncés. (-10 % de la plus faible valeur).

La résistance du béton peut ainsi être considérée comme satisfaisante dans le contexte du projet. Le point de vigilance principal ne réside donc pas, a priori, dans la résistance en compression du matériau, mais davantage dans la géométrie des éléments, le niveau de ferraillage effectivement présent et les conditions d'enrobage.

La profondeur de carbonatation est annoncée entre 2,5 et 3,5 cm selon les mesures.

Cette valeur conduit à recommander des sondages complémentaires destinés à apprécier l'état réel de corrosion des armatures, notamment dans les zones de sous-sol, qui sont les plus exposées à l'humidité et aux désordres de durabilité.

Il conviendra donc de prévoir, pendant les études PRO, quelques sondages localisés et, le cas échéant, un traitement des zones dégradées ou susceptibles d'être carbonatées au droit des aciers, en particulier au sous-sol.

3. Stabilité des ouvrages

L'analyse de stabilité ci-après reprend les données pour apprécier l'aspect structurelle. Elle ne constitue pas une note de calcul exhaustive, mais une synthèse à partir des éléments disponibles.

3.1. Voiles en béton armé

Les voiles intérieurs présentent une épaisseur de 10 cm, ce qui demeure faible pour des ouvrages sollicités par des charges verticales sur cinq niveaux par endroit.

Cette épaisseur, bien que rencontrée dans l'existant ancien ou dans certains bâtiments à trame légère, impose une attention particulière dès lors que des ouvertures nouvelles ou des augmentations de charge sont envisagées.

Le DTU 23.1 applicable aux voiles en béton banché permet le rappel des limites usuelles suivantes :

- La longueur du mur doit être supérieure à cinq fois son épaisseur ;
- L'épaisseur doit être au moins égale à 10 cm ;
- L'élancement mécanique doit rester inférieur ou égal à 80.

Sous réserve que ces conditions géométriques soient satisfaites localement, il est possible de considérer que les murs existants sont en capacité de reprendre les charges actuelles.

Cette conclusion reste néanmoins valable pour l'état existant non modifié et ne doit pas être interprétée comme une validation automatique de toute transformation future.

$$N_{ulim} = \alpha \left[\frac{B_r \cdot f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} + A \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$\lambda = \frac{l_f \sqrt{12}}{a}$$

$L_f = 0,85 \times H$ avec $H=2,60$; Coefficient minorateur de 0,85 avec encastrement et une dalle de chaque côté

$$\lambda = 2,21 \times 3,36 / 0,10 = 76,5 < 80$$

$$\text{Mur non armé } A = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{0,65}{1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{30} \right)^2}$$

$$N_{u \max} = \text{env } 500 \text{ kN/ml (Avec B30 ; } B_r = (0,10-0,02) \times 1,00 \text{ ;}$$

La redistribution de charges liées à la création d'ouvertures est, dans un premier temps, prévu avec la mise en place de poteaux pour ne pas modifier les charges actuelles.

Les vérifications au cas par cas permettront peut-être de le supprimer pour les plus petites ouvertures.

La conservation d'un cheminement vertical continu des charges est impérative.

3.2 Stabilité au feu des voiles

En ce qui concerne la stabilité au feu, l'épaisseur brute des voiles de 10 cm est inférieure aux valeurs tabulées généralement associées à un classement REI 60 en béton armé, pour lesquelles une épaisseur minimale de l'ordre de 12 cm est requise selon l'Eurocode 2.

(2) Les valeurs d'épaisseur minimale du voile données dans le Tableau 5.4 peuvent également être utilisées pour les voiles en béton non armé (voir l'EN 1992-1-1, section 12).

Résistance au feu normalisé	Dimensions minimales (mm) Épaisseur de voile/distance de l'axe au parement pour			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Voile exposé sur un côté	Voile exposé sur deux côtés	Voile exposé sur un côté	Voile exposé sur deux côtés
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* L'enrobage exigé par l'EN 1992-1-1 est normalement déterminant.

Note : Pour la définition de μ_{fi} , voir 5.3.2 (3).

Tableau 5.4 Dimensions et distances de l'axe des armatures au parement minimales pour les voiles porteurs en béton

Il conviendra donc d'assurer la stabilité au feu non pas par la seule section béton, mais en tenant compte des protections complémentaires existantes ou projetées.

Une campagne ponctuelle de sondages permettra utilement de vérifier la présence d'un plâtre adhérent en parement, de façon à confirmer les hypothèses de tenue au feu retenues en phase projet.

3.3 Dalles en béton armé

Les dalles décrites dans le rapport présentent une épaisseur courante de 11 cm, avec des enrobages et des densités d'aciers variables selon les zones.

Les portées rappelées sont de l'ordre de 2,35 m dans les chambres, 2,70 m dans la zone d'escalier, ainsi qu'une poutre incorporée de portée 1,30 m reprenant une dalle de 2,35 m.

D'après les conclusions citées, la stabilité des dalles est assurée pour une charge d'exploitation de 1,5 kN/m². Il est toutefois noté que l'étude de Bureau Veritas aurait été menée avec une charge permanente complémentaire de 0,8 kN/m² sur la toiture comme dans les étages.

Ce point devra être repris au regard des charges réelles de toiture retenues par le projet, afin d'éviter toute surestimation ou sous-estimation des réserves disponibles.

Les éléments dictés font également apparaître une possible divergence documentaire entre, d'une part, les données de reconnaissance (page 11/44 : dalle de 11 cm, portée 2,35 m, Ø8 espacés de 15 cm, enrobage 2,5 cm) et, d'autre part, la vérification de calcul (page 43/44 : 9 Ø8, soit 4,52 cm² d'acier).

Cette divergence n'est pas de nature à remettre en cause la conclusion générale pour la portée considérée, dans la mesure où la justification reste annoncée comme assurée dans les deux cas, avec un acier de type FeE 400.

Néanmoins, elle confirme l'intérêt d'une vérification ciblée par sondages destructifs sur un nombre limité de zones représentatives avant validation définitive des hypothèses de recalcul.

3.4 Stabilité au feu des dalles

Pour ce qui concerne la résistance au feu, les valeurs tabulées de l'Eurocode conduisent, pour un objectif REI 60 sur dalle portée dans un seul sens, à des exigences minimales de 8 cm d'épaisseur et d'une distance à l'axe des armatures de 20 mm.

5.7.2 Dalles sur appuis simples sans moment sur appuis

(1) Le Tableau 5.8 indique les valeurs minimales des distances à l'axe des armatures à la sous-face des dalles sur appuis simples sans moment sur appuis pour les résistances au feu normalisé R 30 à R 240.

Résistance au feu normalisé	Dimensions minimales (mm)			
	Épaisseur de la dalle h_s (mm)	Distance a de l'axe des armatures à la sous-face		
		un seul sens porteur	deux sens porteurs	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x et l_y sont les portées d'une dalle à deux sens porteurs (selon deux directions à angle droit), l_y étant la portée la plus longue.

Il convient de prendre en compte pour les dalles précontraintes, l'augmentation de la distance des axes d'armatures à la sous-face, conformément à 5.2(5).

La distance a des axes des armatures à la sous-face indiquée dans les colonnes 4 et 5 pour les dalles à deux sens porteurs concerne les dalles appuyées sur 4 côtés ; si tel n'est pas le cas, il convient de traiter les dalles comme des dalles à un seul sens porteur.

* L'enrobage exigé par l'EN 1992-1-1 est normalement déterminant.

Tableau 5.8 D imensions et distances minimales à l'axe des armatures à la sous-face pour les dalles sur appuis simples sans moment sur appuis à un ou deux sens porteurs en béton armé ou précontraint

Avec un enrobage constaté localement de 1,5 cm et des aciers de petit diamètre, la distance à l'axe est proche de cette valeur limite.

La situation peut donc être considérée comme acceptable dans certaines zones, mais problématique localement dans d'autres si l'enrobage réel s'avère inférieur ou si les plafonds protecteurs sont absents.

Des sondages ponctuels permettront de lever le doute. Le plafond existant ou prévu par les études projet pourra apporter le complément nécessaire.

Il conviendra de vérifier par sondages l'enrobage réel, le diamètre exact des armatures ainsi que la présence ou non d'un plâtre adhérent en sous-face de dalle.

3.5 Incidence du changement de destination des locaux

Le changement de destination envisagé localement conduit à augmenter la charge d'exploitation de 1,5 kN/m² à 2,5 kN/m², soit une augmentation de 1,0 kN/m² correspondant à un usage de type catégorie C1.

Existant :

- Logements : Q = 1,50 kN/m² ;
- Toiture : Q = 1,00 kN/m² ;
- Dalle d'épaisseur 11 cm : poids propre de 2,75 kN/m² ;
- Charge permanente complémentaire : 0,50 kN/m² ;
- Voile de 10 cm : 2,50 kN/m².

				G	Q	Total
Voile	1	10,30	2,50	25,75		25,75
Dalle	4	2,35	3,25	30,55		30,55
Dalle	3	2,35	1,50		10,58	10,58
Dalle	1	2,35	1,00		2,35	2,35
			Total	56,30	12,93	69,23

Projet : La charge d'exploitation complémentaire sera de $2.35 \times 1.00 = 2.35$ kN/m²

Bilan : L'augmentation est donc en % de $69.22 + 2.35 / 69.22 = 1.0339$ soit + 3.39 %

La charge d'exploitation complémentaire induit un supplément de descente de charges estimé à +3,39 % selon les zones et la largeur de reprise considérées.

Cette évolution paraît acceptable sur l'existant, avec un sol d'assise sur-consolidé. Ce point sera à valider par le contrôleur technique.

En zone ERP, et dans l'hypothèse d'un ferrailage identique (section et Fe 400 MPa) à celui retenu pour les autres niveaux, la dalle est suffisamment armée en comportement isostatique pour reprendre une charge d'exploitation de 2,5 kN/m².

Cette conclusion reste favorable, mais elle devra être recoupée avec des sondages de reconnaissance des enrobages et armatures.

3. Adaptations à prévoir pour le projet de restructuration

Les ouvrages existants, et en particulier les murs porteurs de faible épaisseur, imposent une approche prudente du projet de restructuration.

Les créations d'ouvertures nécessaires à l'agrandissement des chambres ou à la recomposition des aménagements ne peuvent pas être envisagées comme de simples percements sans reprise.

Il est ainsi retenu le principe de réaliser, au droit des ouvertures nouvelles dans les murs porteurs, des portiques en béton armé ou par profiles métalliques qui se composent à chaque niveau :

- de deux jambages ;
- d'un linteau ou d'une poutre de reprise des charges supérieures ;
- d'un dispositif assurant la transmission correcte des charges vers les appuis conservés.

Ce principe permettra de reconstituer un cheminement de charges compatible avec la faible épaisseur des voiles existants. Le dimensionnement détaillé de ces portiques devra tenir compte du séquençement de chantier, des dispositions de liaison avec l'existant et des conditions d'accès au site.

Pour les grandes ouvertures prévues au-dessus du plancher haut sous-sol, il sera prévu la mise en place d'armatures complémentaires sous le plancher existant, afin de reprendre la flexion locale de réaction au charges ponctuelles et d'assurer un fonctionnement par tirant au droit du mur de sous-sol.

De manière générale, toute intervention modifiant significativement la géométrie des voiles ou des dalles devra être précédée d'un relevé précis, d'une campagne limitée mais ciblée de sondages destructifs et d'une note de calcul spécifique aux zones transformées.

5. Limites de l'analyse et investigations complémentaires

Le présent rapport constitue une synthèse technique des informations des rapports de diagnostic de Bureau Veritas. Il ne se substitue ni aux rapports originaux, ni à une note de calcul d'exécution.

Les principales limites de l'analyse sont les suivantes :

- Méthodes d'investigation essentiellement non destructives ;
- Incertitude sur le diamètre réel ;
- Données localisées ne couvrant pas nécessairement l'ensemble du bâtiment ;

Avant validation définitive du projet de restructuration stade APD, il est recommandé de prévoir à minima :

- Quelques sondages destructifs pour confirmer les diamètres d'aciers, les enrobages et le nombre de nappes ;
- Une vérification de l'état de corrosion des armatures en zones de sous-sol ;
- Une confirmation des charges permanentes retenues par le projet d'aménagement ;
- Une note de calcul complémentaire au droit des ouvertures nouvelles, trémies et renforts projetés ;

- Une analyse feu intégrant les protections conservées, déposées ou ajoutées.

6. Conclusion générale

Au vu des éléments disponibles, la structure existante du bâtiment D présente un fonctionnement globalement cohérent avec son usage initial, mais avec plusieurs sensibilités liées à la faible épaisseur de certains voiles intérieurs, à l'hétérogénéité du ferrailage relevé et à des enrobages parfois limites.

Les voiles présentent un ferrailage limité et ne peuvent être assimilés directement à des voiles BA normatifs sans vérification complémentaire.

Les résistances du béton mesurées apparaissent satisfaisantes, ce qui constitue un point favorable.

En revanche, les modifications de structure envisagées dans le cadre du projet devront être conçues avec méthode et accompagnées de renforcements localisés, en particulier par portiques de reprise pour les ouvertures dans les murs porteurs et par renforcements adaptés dans les zones de planchers transformées (trémies de ventilation de diamètre importante).

La corrosion des armatures devra être contrôlée par sondages au regard de la profondeur de carbonatation des bétons.

Sous réserve des vérifications complémentaires recommandées, le projet de restructuration peut être considéré comme techniquement réalisable.