

9. PLAN D'EXECUTION DES TRAVAUX

9.1 Ensemble de contrats des travaux

Le présent projet a pour objectif d'atténuer la congestion en améliorant des intersections sur le boulevard Mitterrand, qui est en proie à d'importants embouteillages, et il serait souhaitable que des échangeurs soient construits à un stade précoce. En ce qui concerne les trois intersections cibles (carrefour de l'École de police, carrefour Riviera 3, carrefour Palmeraie), le carrefour de l'École de police et le carrefour Riviera sont à une distance d'environ 3 km l'un de l'autre, et le carrefour Riviera 3 et le carrefour Palmerais à 0,7 km environ. Les trois intersections cibles étant proches les unes des autres, à la suite de consultations avec l'AGEROUTE, il a été convenu de les regrouper en un seul marché (ensemble de contrats), afin de réduire la durée d'exécution des travaux en optimisant l'emploi des engins de construction et des coffrages sans délimitation entre les travaux.

9.2 Plan de déplacement des infrastructures d'utilité publique

9.2.1 Avant-propos

Le plan de déplacement (préliminaire) des infrastructures d'utilité publique qui gêneront lors de l'exécution du présent projet est examiné dans le cadre de la présente étude. Toutefois, le déplacement des infrastructures d'utilité publique étant à la charge de la partie ivoirienne, le plan de déplacement (préliminaire) sera proposé à l'AGEROUTE, l'homologue pour le présent projet, et un accord portant sur la responsabilité et la compétence en matière de déplacement définitif devra être obtenu auprès de l'AGEROUTE.

9.2.2 Infrastructures d'utilité publique à déplacer

Les infrastructures d'utilité publique à déplacer à chacune des intersections sont indiquées au Tableau 9.2.1.

Tableau 9.2.1 Infrastructures d'utilité publique à déplacer par intersection

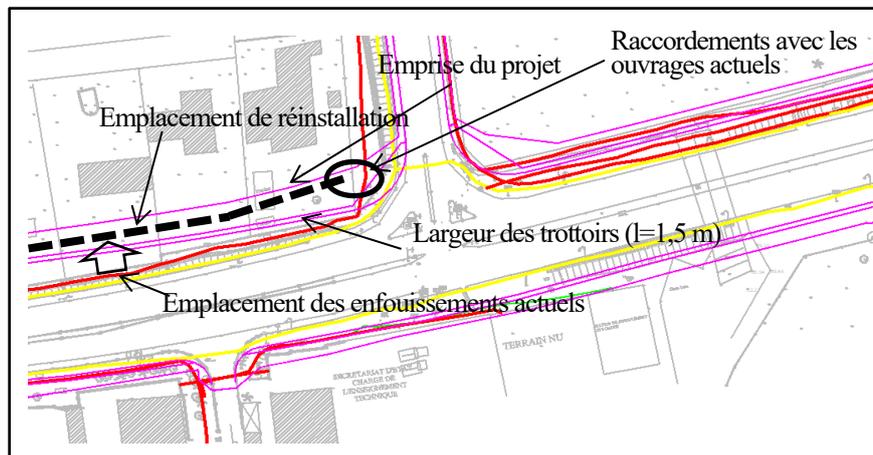
Système	Infrastructures d'utilité publique	Supervision	Type
Carrefour de l'École de police			
Électricité	Câbles aériens	CI-ENERGIES/CIE	Câbles électriques
	Lignes à haute tension		Câbles électriques
	Lignes à basse tension		Câbles électriques
Télécommunications	Câbles aériens	ORANGE / CITELCOM / MTN / MOOV / ANSUT	Câbles de télécommunications
	Câbles de télécommunications		Conduits/câbles de télécommunications
Services d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement	Services d'assainissement	SODECI	Conduites d'eau potable (Φ800)
	Services d'approvisionnement en eau potable		Conduites d'eaux usées (Φ500, 600)
Système de gestion	Caméra de surveillance	Ministère de l'Intérieur / DITT	Câbles de vidéo protection

Carrefour Riviera 3			
Électricité	Câbles aériens	CI-ENERGIES/CIE	Câbles électriques
	Lignes à haute tension		Câbles électriques
Télécommunications	Câbles aériens	ORANGE / CITECOM / MTN / MOOV / ANSUT	Câbles de télécommunications
	Câbles de télécommunications		Conduits/câbles de télécommunications
Services d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement	Services d'assainissement	SODECI	Conduites d'eau potable (Φ800)
	Services d'approvisionnement en eau potable		Conduites d'eaux usées (Φ500, 600)
Système de gestion	Caméra de surveillance	Ministère de l'Intérieur / DITT	Câbles de vidéo protection
Carrefour Palmeraie			
Électricité	Câbles aériens	CI-ENERGIES/CIE	Câbles électriques
	Lignes à haute tension		Câbles électriques
Télécommunications	Câbles aériens	ORANGE / CITECOM / MTN / MOOV / ANSUT	Câbles de télécommunications
	Câbles de télécommunications		Conduits/câbles de télécommunications
Services d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement	Services d'assainissement	SODECI	Conduites d'eau potable (Φ800)
	Services d'approvisionnement en eau potable		Conduites d'eaux usées (Φ500, 600)
Système de gestion	Caméra de surveillance	Ministère de l'Intérieur / DITT	Câbles de vidéo protection

Source : Mission d'étude de la JICA

9.2.3 Principe de base relatif aux déplacements des infrastructures d'utilité publique

Eu égard au déplacement des infrastructures d'utilité publique, dans le cadre du présent projet, un dégagement maximal de 2 m sera assuré de l'extrémité de la route jusqu'à l'emprise du projet. Par conséquent, le principe de base qui sera appliqué consistera à déplacer les infrastructures d'utilité publique avec ce dégagement.

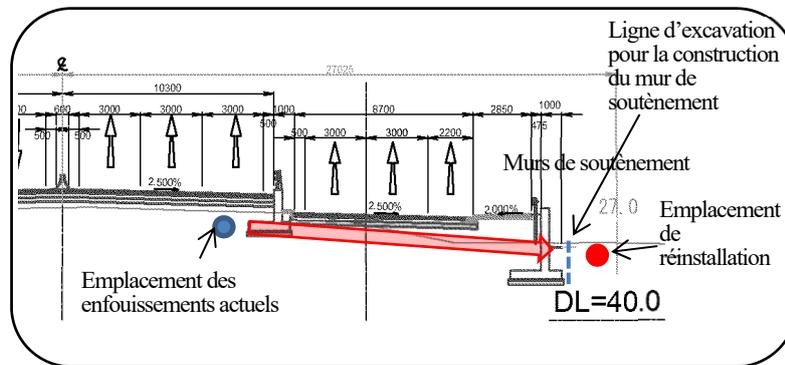


Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.1 Schéma conceptuel des déplacements des infrastructures d'utilité publique

9.2.4 Principes de base relatifs au plan de déplacement des infrastructures d'utilité publique dans des murs de soutènement

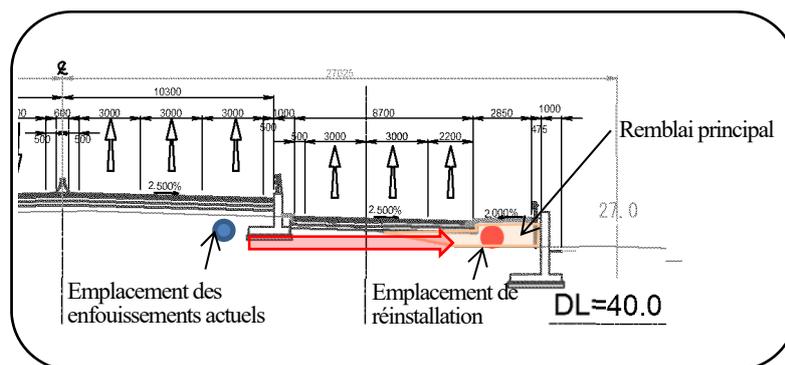
Un mur de soutènement sera construit sur les sections où des différences de hauteur avec le bas-côté se produisent, et les infrastructures d'utilité publique seront déplacées dans l'emprise du projet et les espaces des murs de soutènement indiqués à la Figure 9.2.2.



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.2 Schéma conceptuel des déplacements des infrastructures d'utilité publique (proposition de base du mur de soutènement)

Toutefois, la structure présentée à la Figure 9.2.3 est proposée dans le cas où il serait préférable d'un point de vue de continuité et de maintenance de procéder à des enfouissements sous les surfaces piétonnières. Toutefois, étant qu'avec cette proposition il n'est pas possible de déplacer les infrastructures d'utilité publique avant le démarrage du projet, et qu'il faut donc attendre l'achèvement de la construction de talus, après le démarrage des travaux, il est nécessaire de coordonner avec le plan d'exécution des travaux de construction des ponts lors de son adoption.

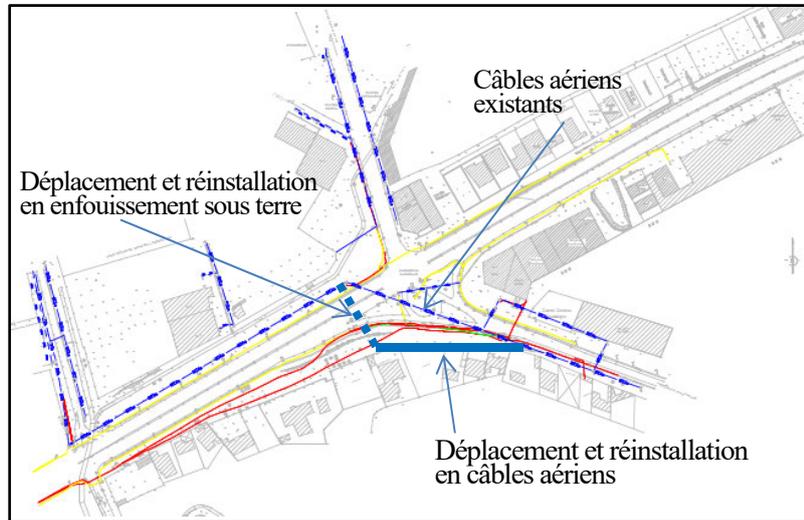


Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.3 Schéma conceptuel des déplacements des infrastructures d'utilité publique (proposition de remplacement du mur de soutènement)

9.2.5 Plan de déplacement des câbles électriques aériens

Le déplacement de câbles électriques aériens s'avère nécessaire seulement dans les alentours du carrefour Palmeraie. Les poteaux électriques dans l'emprise du projet seront déplacés comme indiqué à la Figure 9.2.4, et les câbles qui traversent le boulevard Mitterrand seront enfouis sous terre.



Source : Mission d'étude de la JICA

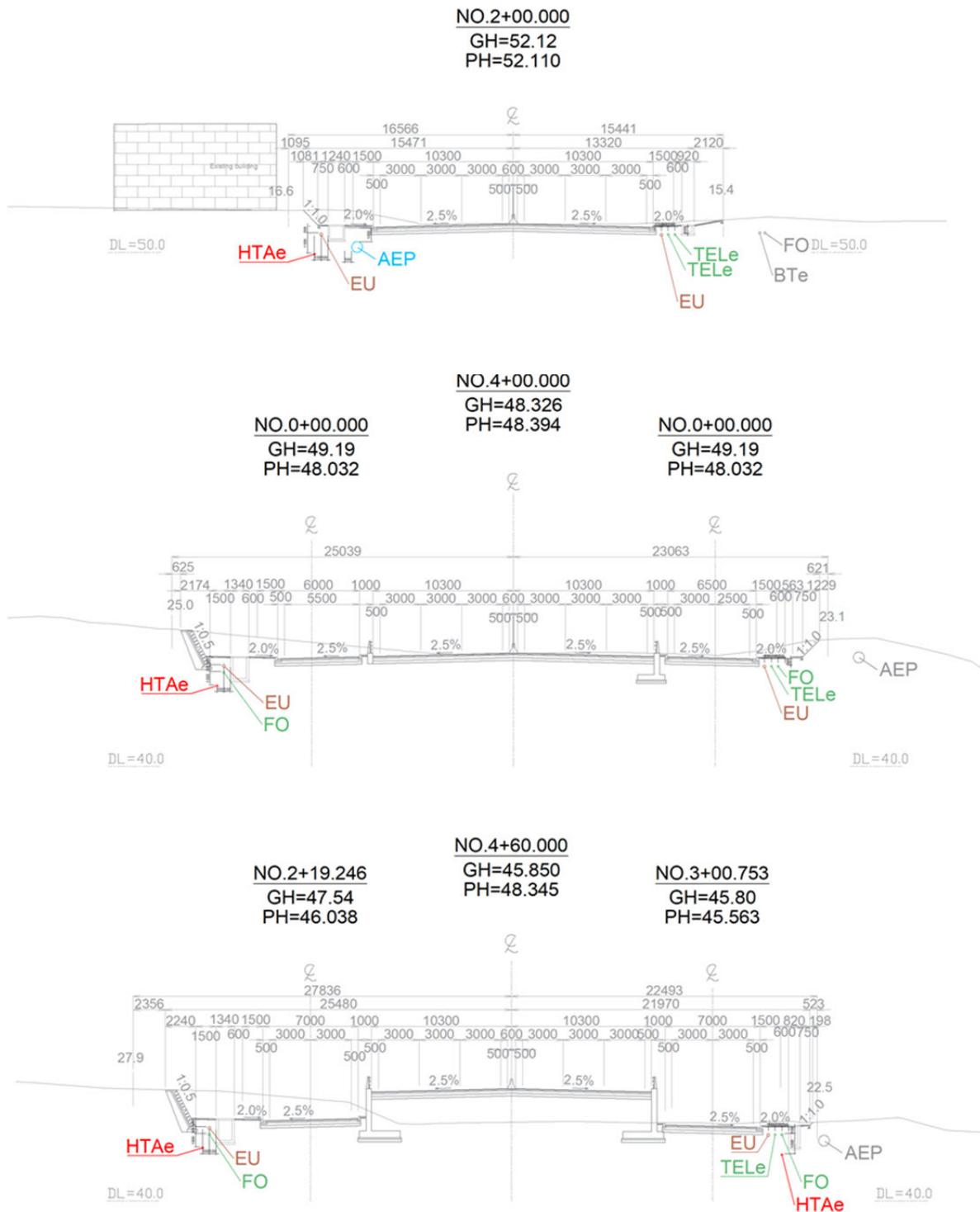
Figure 9.2.4 Schéma conceptuel des déplacements des câbles électriques aériens

9.2.6 Plan de déplacement des infrastructures d'utilité publique par intersection (préliminaire)

En ce qui concerne les travaux de déplacement des infrastructures d'utilité publique, chacun des concessionnaires devra terminer les travaux de déplacement des infrastructures d'utilité publique à la charge de la Côte d'Ivoire avant le commencement de la construction du présent projet. Le plan de déplacement des infrastructures d'utilité publique (préliminaire) est indiqué de la Figure 9.2.5 à la Figure 9.2.14 du présent chapitre en tant que document de référence.

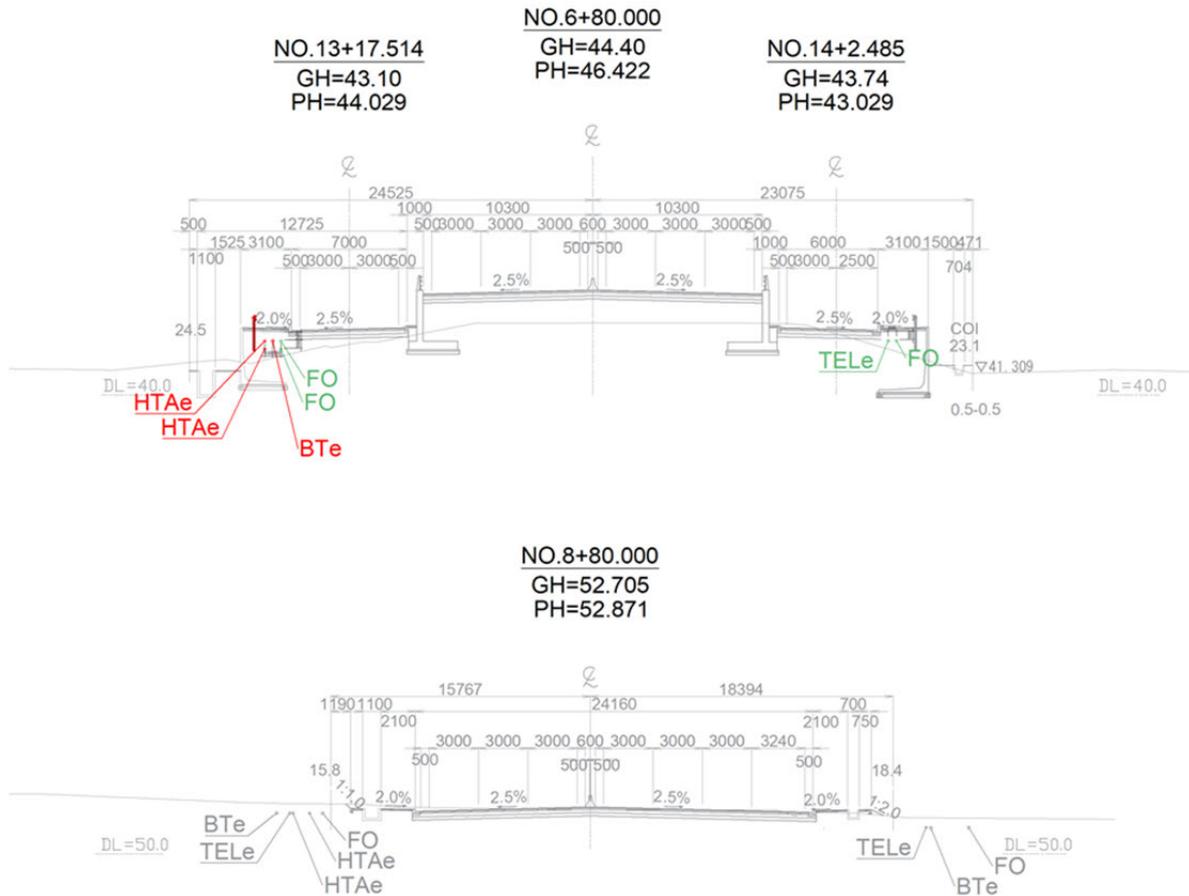


Source : Mission d'étude de la JICA
Figure 9.2.5 Vue en plan du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire) - École de police (1/2)



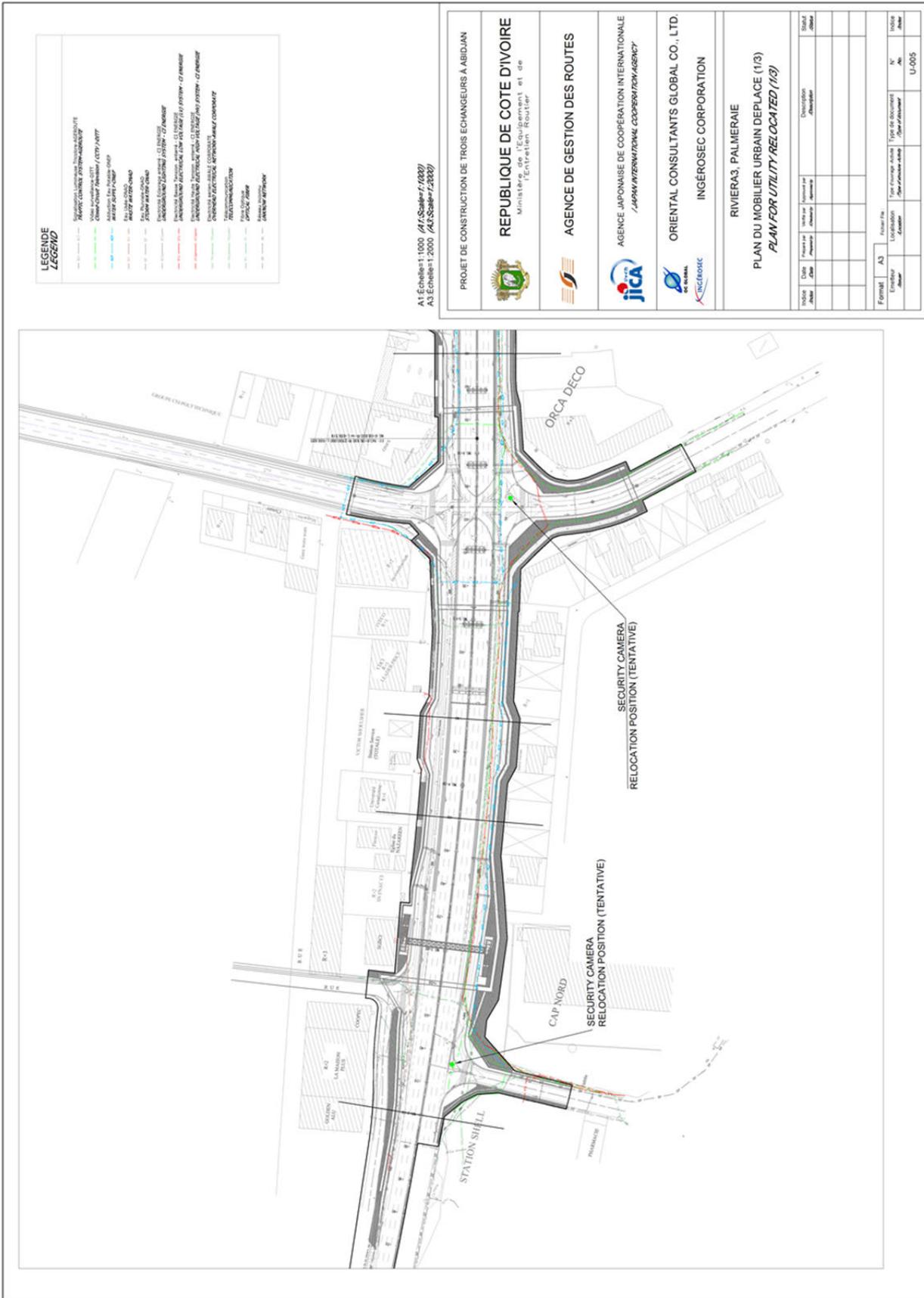
Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.7 Vue transversale du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire) - École de police (1/2)



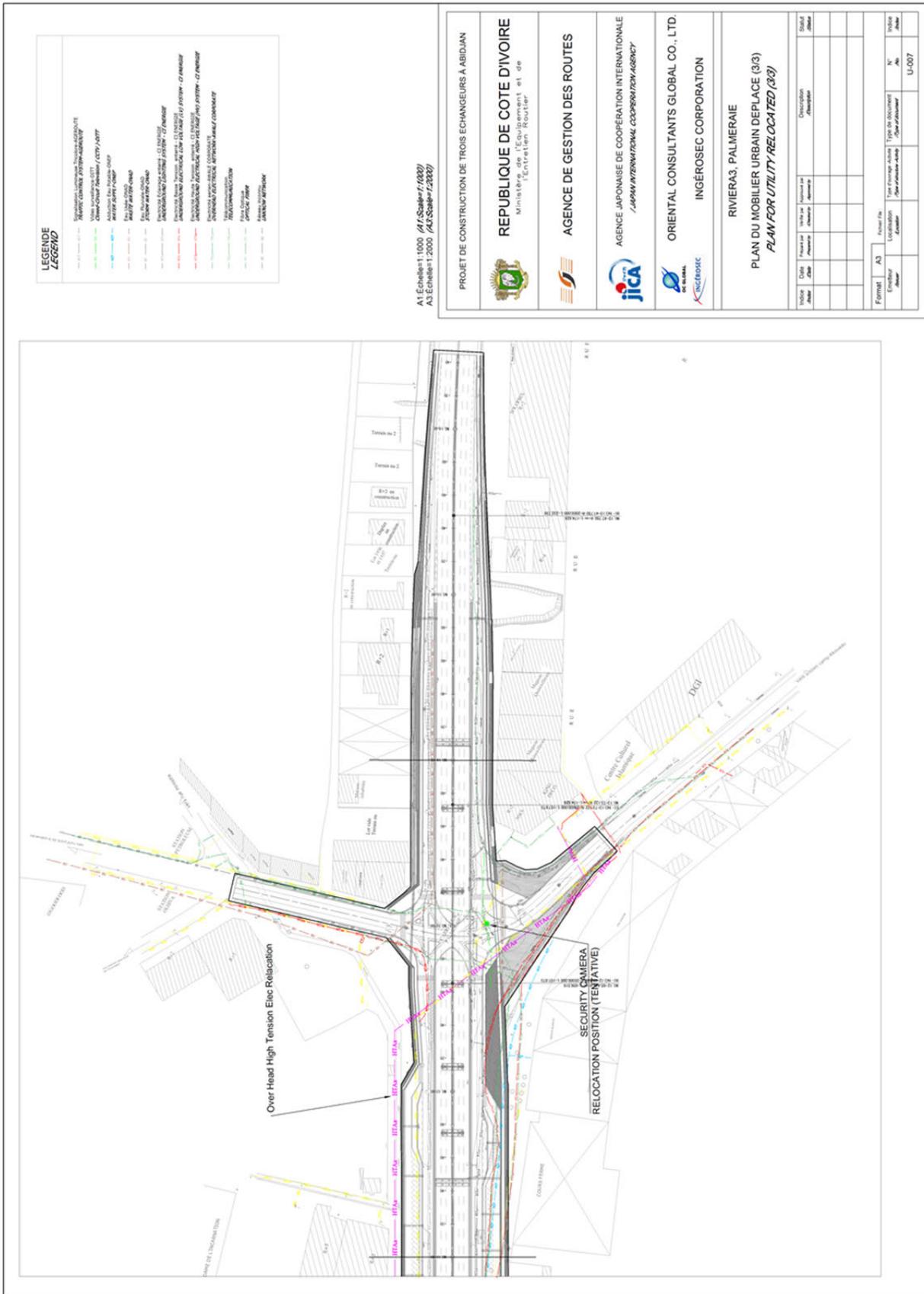
Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.8 Vue transversale du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire)
- École de police (2/2)



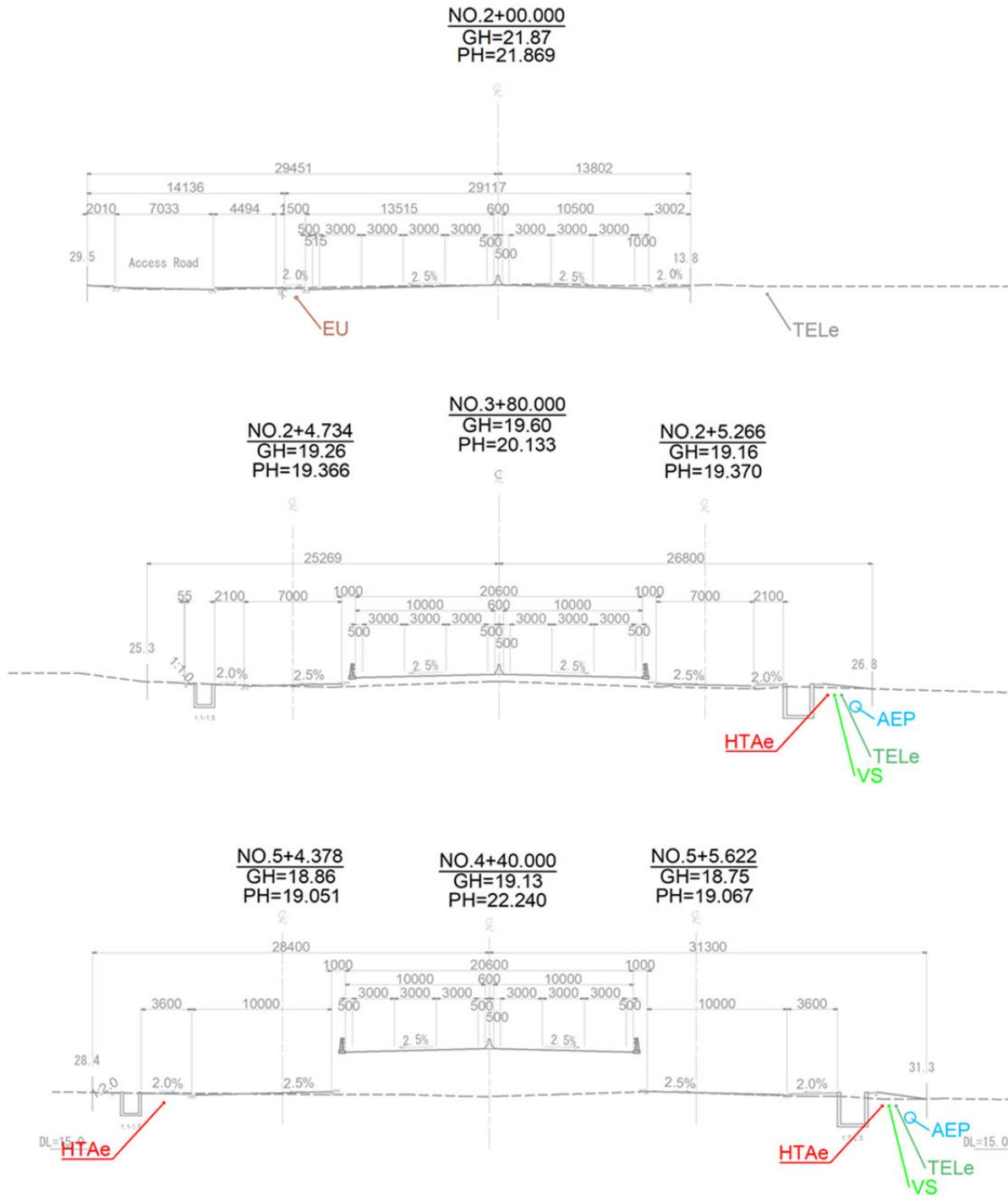
Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.9 Vue en plan du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire) - Riviera 3 à Palmeraie (1/3)



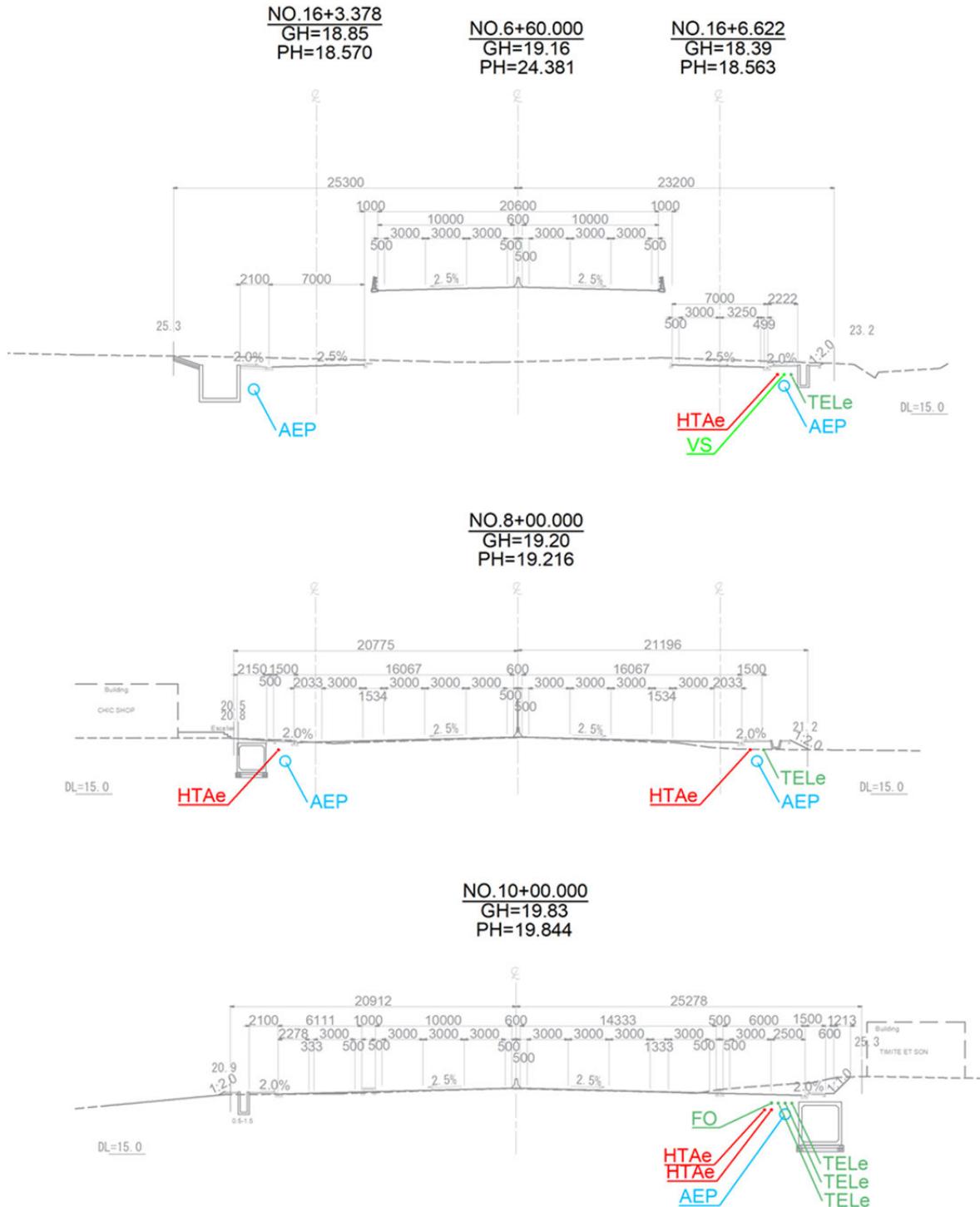
Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.11 Vue en plan du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire) - Riviera 3 à Palmeraie (3/3)



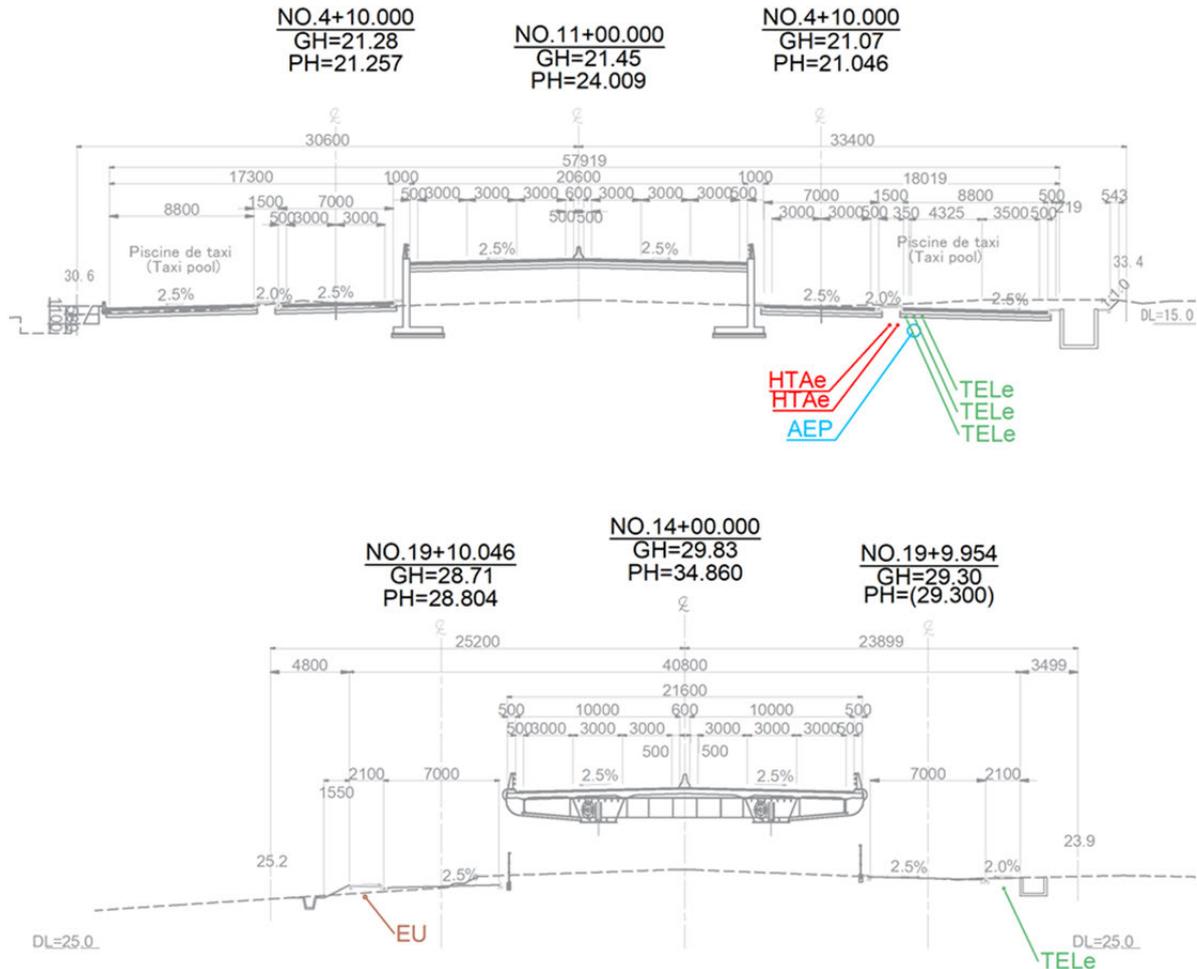
Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.12 Vue transversale du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire)
- Riviera 3 à Palmeraie (1/3)



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.13 Vue transversale du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire)
- Riviera 3 à Palmeraie (2/3)



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.2.14 Vue transversale du déplacement des Infrastructures d'utilité publique (préliminaire)
- Riviera 3 à Palmeraie (3/3)

9.3 Formulation du plan d'exécution des travaux

9.3.1 Principes relatifs au plan d'exécution des travaux

Étant donné qu'il est prévu que le présent projet soit mis en œuvre dans le cadre des prêts d'APD du Japon, les points ci-dessous sont pris en considération en tant que principes relatifs au plan d'exécution des travaux.

- Des ingénieurs, de la main-d'œuvre ainsi que des matériaux et matériels locaux seront déployés autant que possible afin de créer des possibilités d'emploi, de promouvoir le transfert de technologie, et de revitaliser l'économie régionale.
- Afin que le présent projet se déroule dans de bonnes conditions, un système de coordination étroite entre le gouvernement ivoirien, le consultant en charge de la supervision des travaux, et l'entrepreneur sera établi.
- Le plan de construction sera établi sur la base du chargement des matériaux et de l'exploitation des équipements de manière efficace. Par conséquent, la capacité d'exploitation des équipements de

construction et l'emprise du projet seront identifiées de manière adéquate et seront reflétées dans le plan.

- En ce qui concerne les travaux des ouvrages de drainage transversaux, même s'il est nécessaire d'enlever les ouvrages de drainage existants qui sont délabrés, des mesures adéquates seront prises pour ne pas endommager pendant les travaux de démantèlement les ouvrages qu'il est prévu de réutiliser.
- Un plan d'exécution réaliste prenant en considération la situation pluviométrique, le temps nécessaire à l'approvisionnement des matériaux et matériels, et l'application des méthodes d'exécution appropriées, sera établi.
- Un plan de déviation qui n'obstrue pas trop la circulation actuelle et ne produit pas de désagréments ainsi que le calendrier des travaux sur le terrain seront établis.

9.3.2 Éléments à considérer eu égard au plan d'exécution des travaux

Les points suivants feront l'objet d'une attention particulière lors de la formulation du plan d'exécution des travaux.

(1) Respect du Code du travail

L'entrepreneur de BTP se conformera aux lois et règlements portant sur la construction en vigueur en Côte d'Ivoire, respectera les conditions de travail et coutumes appropriées liées à l'emploi, préviendra les conflits entre ouvriers et assurera leur sécurité.

(2) Protection de l'environnement au cours de la période des travaux

Après réception de l'arrêté de commencement des travaux, il est prévu d'encadrer et de superviser les travaux en prenant en considération les questions de conformité du plan environnemental lors de la formulation par l'entrepreneur du plan d'exécution des travaux.

(3) Respect des coutumes locales

Le calendrier des travaux qui se conforme aux religions et coutumes locales sera pris en considération lors de la préparation du plan d'exécution.

(4) Assurer la sécurité routière

Au cours de la construction des ponts, il sera nécessaire que la déviation absorbe en toute sécurité le trafic actuel afin d'éviter les embouteillages. Prenant en considération le plan d'exécution des travaux, il sera nécessaire de mettre en place la déviation à la période appropriée.

(5) Conditions de dédouanement

Le plan d'exécution des travaux, incluant une marge de réserve, sera élaboré en prenant en considération le nombre de jours nécessaires à l'importation / au déchargement des matériaux et matériels et aux procédures de dédouanement.

(6) Acquisition de terrains

Il sera confirmé que l'accord préalable d'acquisition de terrains pour la construction des ponts et installations routières connexes dans le cadre du présent projet, le paiement du dépôt de garantie, etc. auront été mis en œuvre de manière adéquate par la partie ivoirienne.

(7) Calendrier des travaux à la charge de la Côte d'Ivoire

Le calendrier des travaux à la charge de la Côte d'Ivoire sera confirmé de manière satisfaisante.

9.3.3 Classification des dispositions à la charge du présent projet et de la Côte d'Ivoire

Les grandes lignes de la classification des dispositions à la charge du présent projet et de la Côte d'Ivoire sont indiquées ci-dessous.

(1) Présent projet

1) Travaux de construction

Les travaux énumérés ci-après relatifs à la construction des ponts seront pris en charge par le présent projet.

- Ponts (fondations, substructures, superstructures, surface de pont)
- Amélioration des intersections (contre-allées, ouvrages pour la sécurité et la gestion des routes, revêtement, feux de circulation, éclairage routier, etc.)
- Drainages (caniveaux le long des routes, dalots transversaux, etc.)
- Installations provisoires (camp de base, bureau du chantier, entrepôt, etc.)

2) Approvisionnement des matériaux et matériels

Les matériaux et matériels nécessaires figurant au point « 1) Travaux de construction » ci-dessus seront approvisionnés.

3) Mesures de sécurité

La gestion et les mesures de sécurité relatives à l'exécution des travaux seront mises en œuvre.

(2) Dispositions à la charge de la Côte d'Ivoire

1) Soutien à l'obtention des permis de construction

L'AGEROUTE apportera son soutien suivant les besoins concernant les permis de construction que l'entrepreneur doit obtenir avant le commencement des travaux.

2) Dédouanement et exonération des taxes

(a) Dédouanement

Les documents nécessaires pour l'importation sont : 1) la facture, 2) le connaissance, 3) la police d'assurance, 4) le certificat d'origine, 5) le certificat de produit standard / le certificat d'inspection pour

certaines articles, 6) autres documents. Les matériaux et matériels de construction étant concernés par 5) le certificat de produit standard / le certificat d'inspection pour certains articles, ces produits d'importation nécessitent l'approbation du gouvernement ivoirien.

(b) Exonération des taxes

Le ministère des Finances ivoirien se conformera au contenu figurant dans l'E/N. En principe, les entreprises japonaises et les ressortissants japonais pourront bénéficier d'exonérations des taxes sur présentation aux autorités douanières et fiscales d'un certificat émis par le ministère des Finances.

3) Acquisition de terrains et indemnités de réinstallation

Un soutien sera apporté suivant les besoins pour l'acquisition des chantiers temporaires, notamment les acquisitions de terrain de l'emprise du projet, les indemnités de réinstallation en découlant, etc.

4) Déplacement des installations publiques

Le déplacement des infrastructures d'utilité publique (électricité, alimentation en eau et assainissement, etc.), un soutien visant à assurer un site de dépôt pour les déchets et résidus de terre produits par les travaux, et l'affectation de personnel de supervision de l'AGEROUTE seront mis en œuvre.

5) Autres

Les autres actions énumérées ci-après seront mises en œuvre suivant les besoins.

- Facilitation de l'entrée sur le territoire, du séjour, etc. des ingénieurs japonais et de pays tiers impliqués dans les travaux du présent projet.
- Exonération ou remboursement des droits de douane, de la fiscalité intérieure, des majorations d'autres taxes, etc. imposées par la Côte d'Ivoire
- Nomination des homologues, fourniture des moyens et frais de transport du personnel.

9.3.4 Travaux directs

En ce qui concerne les présents travaux, afin d'assurer les sites pour la construction des ponts, il sera nécessaire de construire au préalable une déviation et de gérer le trafic existant. Par conséquent, il faudra terminer la gestion des installations de drainage existantes avant d'entreprendre l'élargissement de la route principale et des contre-allées. Après la mise en service de la déviation, une fois les travaux de revêtement de la partie élargie terminés, la sécurité des sites des travaux sera assurée avec des barrières de protection provisoires avant de commencer les travaux des fondations et des substructures des ponts. Dans le cadre de la construction de la superstructure des ponts, le plan prendra en considération le calendrier réaliste de l'approvisionnement des matériaux, de la fabrication en atelier, du transport maritime, etc. En outre, en ce qui concerne les chantiers temporaires des matériaux en acier utilisés dans les superstructures, les sites d'assemblage des matériaux en acier spécifiés prenant en considération le volume d'acier seront assurés derrière les culées de chacun des ponts concernés. S'agissant des installations connexes des routes, étant donné que les travaux auront lieu sans interruption de la circulation, il est prévu d'affecter de manière adéquate des agents de la circulation.

Un aperçu de la situation générale relative aux travaux de génie civil et des travaux routiers en Côte d'Ivoire est donné ci-après.

La capitale de la Côte d'Ivoire est Yamoussoukro, mais, dans la pratique, le centre politique et économique du pays est Abidjan, située dans le sud de la Côte d'Ivoire où règne un climat équatorial chaud et humide. Les températures sont comprises entre 24 et 32°C, l'humidité entre 70 et 90 %, et les précipitations annuelles sont d'environ 1 600 mm, avec une saison des pluies qui s'étend de mai à septembre, et la saison sèche d'octobre à avril. Il pleut tout au long de l'année, même si les précipitations sont plus faibles à la saison sèche.

Le boulevard Mitterrand, parallèle au lagon, sur lequel se trouveront les ponts est l'un des grands axes urbains situés d'est en ouest sur 3 km à l'intérieur des terres. L'élévation des sites des ponts cibles est la suivante : environ 50 m au carrefour de l'École de police, environ 20 m au carrefour Riviera 3, et environ 28 m au carrefour Palmeraie, le carrefour Riviera 3 étant au niveau le plus bas des trois.

Situés dans le centre d'Abidjan, les endroits cibles du projet abritent des infrastructures telles que l'électricité, l'alimentation en eau potable et l'assainissement, les télécommunications, etc., mais il est rare qu'il y ait des coupures de courant ou d'eau, et il est nécessaire de faire attention à bien assurer des sources d'énergie et d'eau potable pour les urgences.

En ce qui concerne l'affectation de personnel, il sera facile de recruter des travailleurs ordinaires dans le périmètre des endroits cibles du projet. Pour ce qui est du recrutement d'ingénieurs en génie civil, leur nombre est limité, et le personnel du génie civil dans les organismes gouvernementaux est également peu nombreux.

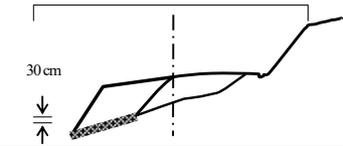
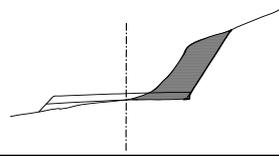
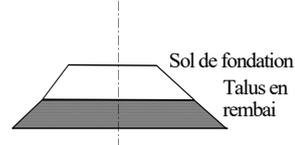
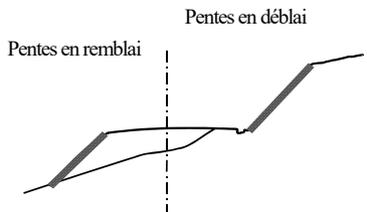
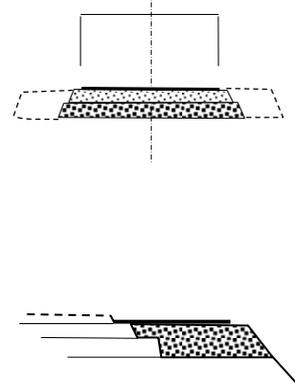
En ce qui concerne l'approvisionnement de la pierre concassée et des agrégats pour le revêtement et le béton, il y a déjà plusieurs entreprises de production et de fourniture stables dans les carrières existantes. Il existe plusieurs entreprises concurrentes dans la production à grande échelle de produits secondaires, et il est possible d'y avoir recours. Pour ce qui est des usines d'asphalte, il en existe plusieurs, dont une entreprise française qui possède des installations permanentes à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest des endroits cibles du projet. L'asphalte est donc produit et disponible localement. Par conséquent, en ce qui concerne les chantiers temporaires, il est supposé que les installations du camp de base combinant le bureau du chantier, l'aire de stationnement des engins de chantier, l'aire d'entreposage des matériaux, y compris les éléments des ponts, pourront être regroupées dans un endroit à environ 15 minutes en voiture du site de construction, sans prendre en considération l'installation de différentes centrales de chantier.

En ce qui concerne les engins de chantier, il existe en Côte d'Ivoire plusieurs entreprises françaises qui proposent presque tous les engins de chantier de construction routière, et pour ce qui est des engins qu'il est possible de se procurer localement, le principe à suivre consistera à sous-traiter des entreprises locales. Cependant, pour ce qui est des camions-grues hydrauliques de 200 tonnes positionnés en tant qu'équipement spécial, l'approvisionnement sur le terrain étant jugé compliqué et très onéreux, l'hypothèse d'un approvisionnement au Japon ou dans un pays tiers est privilégiée.

Le ciment est produit localement par plusieurs entreprises en tant que matériau principal, et les matériaux de construction tels que les produits bitumeux, les armatures, etc. font l'objet d'importations stables, notamment de France, ce qui assure leur disponibilité sur le marché ivoirien.

Le contenu des principaux travaux routiers est indiqué au Tableau 9.3.1.

Tableau 9.3.1 Contenu des principaux travaux routiers

Type de travaux	Description	Schéma conceptuel
Défrichage et essouchement	Les deux côtés de la route du projet sont recouverts de végétation luxuriante et variée. La couche arable nécessaire pour les routes du projet sera enlevée sur la largeur des sites pour la gestion des routes de l'AGERROUTE. L'épaisseur de couche arable sera de 30 cm.	Sites pour la gestion des routes de l'AGERROUTE 
Déblai Excavation du sol ordinaire	Le sol ordinaire sera excavé avant les travaux du sol de fondation et de la plateforme de la pente déblayée lorsqu'un bulldozer et une pelleteuse peuvent être utilisés.	
Talus de remblai Terre végétale apportée pour améliorer le sol Élimination des résidus de terre	Pour la construction des talus en remblai et du sol de fondation, de la terre végétale sera transportée en provenance des bancs d'emprunt, remblayée au bulldozer, et compactée à l'aide d'un compacteur à pneus, puis la teneur en eau sera ajustée par un camion arroseur. Dans les sédiments qui apparaissent dans les déblais des routes, les sédiments inadéquats en tant que matériaux de remblai seront éliminés.	
Sol de fondation Remblai du sol de fondation	Identique au talus de remblai	
Réfection de la pente Pente en déblai Pente en remblai Drainage longitudinal (caniveau)	Les pentes en déblai facilitent le drainage, et les pentes de la partie en déblai seront refaçonnées à l'aide d'une pelleteuse dans le but de contrôler l'érosion découlant des eaux de pluie. Les pentes en remblai également ont pour but de traiter les eaux de drainage comme indiqué ci-dessus, et, en ce qui concerne l'exécution, les pentes seront compactées à l'aide d'un bulldozer. Le drainage longitudinal de la pente est composé de caniveaux en béton coulé sur place.	
Revêtement (chaussée) Couche de forme Couche de fondation Couche de base d'enrobé et couche de surface	La couche de forme est un remblai de matériaux de fondation dont les spécifications relatives à la taille maximale des agrégats de matériaux extraits de carrières locales ont été ajustées. En ce qui concerne l'exécution, le nivelage est effectué à l'aide d'une niveleuse, le compactage à l'aide d'un rouleau compresseur et d'un compacteur à pneus, et afin d'assurer un compactage ayant la teneur en humidité optimale, de l'eau sera pulvérisée. La couche de fondation est remblayée sur l'épaisseur prédéterminée avec de la pierre concassée dont la granularité est ajustée. L'exécution est identique à celle de la couche de forme. En ce qui concerne la couche de base d'enrobé, du bitume asphaltique est pulvérisé sur la couche de fondation, puis un mélange d'asphalte et de béton est déposé sur l'épaisseur prédéterminée. Pour ce qui est de l'exécution, un matériau bitumineux est pulvérisé à l'aide d'un épandeur de bitume, un mélange transporté dans une benne est nivelé en ayant recours	

Type de travaux	Description	Schéma conceptuel
	à un finisseur d'asphalte, puis compacté avec un rouleau compresseur et un compacteur à pneus. En ce qui concerne la couche de base d'enrobé, du bitume est pulvérisé sur la couche de base d'asphalte, puis un mélange d'asphalte et de béton est remblayé sur l'épaisseur prédéterminée. En ce qui concerne la partie de raccordement avec le revêtement existant, la nouvelle plateforme sera réalisée de manière à recouvrir le revêtement existant.	
Accotement Plateforme de l'accotement	Le revêtement de la chaussée et de l'accotement est en principe identique, et, en ce qui concerne la plateforme de l'accotement, du matériau de la couche de fondation est remblayé sur l'épaisseur prédéterminée. L'exécution est identique à celle de la plateforme de la chaussée.	
Drainage transversal Dalot transversal φ 400 φ 500 φ 600 φ1 500 φ1 600 φ2 000 φ2 300 Entrée / sortie	Le drainage transversal de la route utilise en principe des produits préfabriqués. En ce qui concerne le ponceau, une conduite de béton circulaire sera appliquée. Pour ce qui est de la rigole, des couvercles en béton et en grillage seront utilisés suivant l'usage. Les entrées et sorties seront des murs de soutènement en L.	
Ponceaux (préfabriqués)		
Rigole de drainage Rigole Caniveau préfabriqué en U Caniveau découpé dans le trottoir Caniveau en U avec un couvercle en béton Caniveau en U avec un couvercle en grillage Raccord	Une rigole utilisant de la terre sera construite des deux côtés extérieurs de la route. Un caniveau sera construit pour éliminer le drainage de la pente en déblai. En principe, un raccord ayant comme fonction de connecter le caniveau et le drainage transversal aura la section transversale nécessaire et sera recouvert.	
Murs de soutènement Mur de soutènement en béton Mur de soutènement de maçonnerie	La pente en déblai sera composée d'un mur de soutènement de maçonnerie, et la pente en remblai sera composée d'un mur de soutènement en L ou d'un mur de soutènement-poids.	
Installations annexes Signalisation Barrière de protection Lignes de délimitation	La barrière de protection sera installée au milieu du terre-plein central pour les chaussées ordinaires, et du côté extérieur du terre-plein central juste dessous pour les ponts, et un passage piéton est prévu aux points de passage. Des lignes de délimitation seront installées à la place des larges bandes blanches de la ligne centrale et sur les deux accotements.	

Source : Mission d'étude de la JICA

9.3.5 Structures communes temporaires

(1) Plan d’emballage pour le transport

Étant prévu que le présent projet applique les STEP, il est supposé que les matériaux et les matériels relatifs principalement aux ponts métalliques seront expédiés à partir du Japon. La durée de l’expédition, y compris le transport maritime, le dédouanement, et le transport terrestre, est de 60 jours environ. La durée nécessaire pour l’approvisionnement / le transport du Japon jusqu’à la livraison sur place est d’environ 2 mois et demi. Un calendrier d’ensemble de 3 mois qui prend bien en considération en particulier la durée du transport à partir du Japon, qui est un point essentiel du point de vue du programme de processus, sera établi.

(2) Plan des travaux préparatoires

Les travaux préparatoires incluent en toute hypothèse « les levés préparatoires, la construction du camp de base, la préparation des routes d’accès pour les travaux des ponts et des carrières d’emprunt, le rangement, etc. »

- Les levés préparatoires incluent en toute hypothèse « les levés des points de référence des routes pour la construction des ponts, les préparations avant les travaux de nivellement ».
- La construction du camp de base inclut en toute hypothèse « la préparation des sols, les levés, les routes à l’intérieur du camp, les travaux de drainage à l’intérieur du camp ».
- Le rangement inclut en toute hypothèse « le démantèlement du camp de base, du bureau de chantier, et la remise en état des sols ».

(3) Mesures de sécurité

Le coût de la sécurité inclut « les avertissements, agents de la circulation, panneaux de signalisation des déviations, panneaux de signalisation des limitations de vitesse, panneaux d’interdiction d’entrer dans le périmètre des travaux, barricades, etc. » ainsi que « la réglementation de l’accès au camp de base et aux installations, la prévention des vols, etc. » pendant la période des travaux. En ce qui concerne les points de croisement avec la route actuelle en service, il faudra veiller à ce que les véhicules et engins de chantier ne percutent pas de passants ou de voitures ordinaires. Du ruban réfléchissant sera collé sur les barricades, etc. pour appeler les véhicules ordinaires à la prudence la nuit.

1) Plan des installations de sécurité

Le coût des installations de sécurité pendant la durée des travaux inclut la signalisation de limitation de vitesse, la signalisation des avertissements, les affichages des déviations, la signalisation d’interdiction d’entrer à 300 m et 150 m avant la zone des travaux, l’éclairage de nuit, etc. En outre, en tant que mesures de sécurité pour les ouvriers, le port du casque, de chaussures de sécurité, de la ceinture de sécurité, et l’installation d’extincteurs seront pris en considération.

2) Plan d’installation de barrières de protection autour de la base de travail

Des fils barbelés seront installés autour des installations pour contrôler l’accès aux installations et prévenir les vols.

3) Plan de gestion du trafic

Un total de 24 gardes de sécurité seront affectés la nuit, dont 4 sur les deux voies de la déviation au point de départ et au point d'arrivée, sur le chantier des ponts dans le but de prévenir les accidents de la circulation des véhicules de chantier à l'entrée et à la sortie du site ainsi que les accidents du travail liés à l'exploitation des engins.

4) Mesures de sécurité

En tant que mesures de sécurité, 2 gardes seront affectés 24 h/24 afin de prévenir les vols de matériaux et de matériels ainsi que les attaques à l'encontre des ressortissants japonais et de pays tiers dans le camp de base (bureau du chantier, laboratoire de chantier, magasin, centrales de transformation des matériaux, entrepôts temporaires de matériel, etc.). Des projecteurs seront installés dans les coins du site pour la sécurité la nuit.

(4) Plan d'alimentation électrique

En ce qui concerne l'alimentation en électricité pour les travaux, il est prévu en principe d'acheter l'électricité, mais prenant en considération les variations de voltage, et la stabilité de l'approvisionnement, il serait souhaitable d'aménager en tant que source d'électricité d'urgence des groupes électrogènes.

9.3.6 Situation de l'approvisionnement

Le plan d'approvisionnement des principaux matériaux et matériels est indiqué au Tableau 9.3.2.

Tableau 9.3.2 Plan d'approvisionnement des principaux matériaux et matériels

Nom des matériaux	Disponibilité sur place	Japon ou pays tiers	Remarques
Poutres principales et matériaux en acier		✓	Normes JIS pour les conditions spéciales de partenariat économique (STEP)
Ciment	✓		Production locale
Agrégat	✓		Production locale
Adjuvant pour béton	✓		Des produits importés sont disponibles
Béton prêt à l'emploi	✓		Production locale
Armatures	✓		Des produits importés sont disponibles
Peinture		✓	Normes JIS pour les conditions spéciales de partenariat économique (STEP)
Accessoires de pont (appareils d'appui, dispositif de dilatation)	✓	✓	Importations d'Europe, car les normes en vigueur sont européennes, et approvisionnement sur place
Drainages	✓		
Travaux d'étanchéité	✓		
Recouvrement des poutres et corniche	✓		En acier
Éclairage	✓	✓	Importations d'Europe, car les normes en vigueur sont européennes, et approvisionnement sur place
Revêtement	✓		Des produits importés sont disponibles

Source : Mission d'étude de la JICA

9.4 Établissement du calendrier d'exécution des travaux

9.4.1 Cycle des travaux de construction des superstructures

En ce qui concerne la construction des ponts, une fois les travaux de substructure terminés, les travaux d'érection des superstructures consistant principalement de travaux nocturnes commenceront. Étant donné que les travaux d'érection des superstructures sont cruciaux, les grandes lignes du cycle des travaux des superstructures sont indiquées ci-dessous, prenant en considération les caractéristiques et l'envergure desdits travaux. Pour ce qui est de la méthode de construction de la superstructure, la méthode de construction des appuis à l'aide d'une grue sur camion de 200 tonnes est envisagée.

(1) Pont de l'École de police

Les conditions d'étude du cycle de construction pour les travaux de la superstructure sont indiquées au Tableau 9.4.1.

Tableau 9.4.1 Conditions d'étude du cycle de construction du pont de l'École de police

Type de pont	Poutre-caisson composite en 5 travées continues
Largeur totale	21,6 m
Poids en acier correspondant	Structure principale, poutres principales 675,6 t
Travaux de montage	Poids du montage : $G=675,6$ t
Travaux de construction des poutres	Poids brut du pont : $W=817,5$ t
Total du nombre de blocs	42

Source : Mission d'étude de la JICA

Sur la base des conditions d'étude susmentionnées, le nombre de jours du cycle de construction par nombre de blocs des poutres principales est calculé conformément au Tableau 9.4.2.

Tableau 9.4.2 Nombre de jours du cycle de construction du pont de l'École de police

Nombre de blocs lors de la construction	Nombre de jours du cycle de construction des poutres principales
4	Nombre de jours de montage 1, total du nombre de jours de construction, nombre de jours de soudage, nombre de jours de coffrage pour le soudage 16,8 jours / 1 poutre principale, 16,8 jours / 2 poutres principales
3	Total des mêmes éléments 5,8 jours / 1 poutre principale, 11,6 jours / 2 poutres principales
2	Total des mêmes éléments 3,2 jours / 1 poutre principale, 6,4 jours / 2 poutres principales
1	Total des mêmes éléments 0,3 jour / 1 poutre principale, 0,6 jour / 2 poutres principales

Source : Mission d'étude de la JICA

De la même manière, les conditions d'étude du cycle de construction des deux autres intersections et le nombre de jours du cycle de construction sont indiqués ci-dessous.

(2) Pont Riviera 3

Tableau 9.4.3 Conditions d'étude du cycle de construction du pont Riviera 3

Type de pont	Poutre-caisson composite en 5 travées continues
Largeur totale	21,6 m
Poids en acier correspondant	Structure principale, poutres principales 1 034,5 t
Travaux de montage	Poids de montage : G=1 034,5 t
Travaux de construction des poutres	Poids brut du pont : W=1 211,7 t
Total du nombre de blocs	60

Source : Mission d'étude de la JICA

Tableau 9.4.4 Nombre de jours du cycle de construction du pont Riviera 3

Nombre de blocs lors de la construction	Nombre de jours du cycle de construction des poutres principales
4	Nombre de jours de montage 1, total du nombre de jours de construction, nombre de jours de soudage, nombre de jours de coffrage pour le soudage 10,9 jours / 1 poutre principale, 21,8 jours / 2 poutres principales
3	Total des mêmes éléments 7,5 jours / 1 poutre principale, 15,0 jours / 2 poutres principales
2	Total des mêmes éléments 4,1 jours / 1 poutre principale, 8,2 jours / 2 poutres principales
1	Total des mêmes éléments 0,4 jour / 1 poutre principale, 0,8 jour / 2 poutres principales

Source : Mission d'étude de la JICA

(3) Pont Palmeraie

Tableau 9.4.5 Conditions d'étude du cycle de construction du pont Palmeraie

Type de pont	Poutre-caisson composite en 6 travées continues
Largeur totale	21,6 m
Poids en acier correspondant	Structure principale, poutres principales 1 209,1 t
Travaux de montage	Poids de montage : G=1 209,1 t
Travaux de construction des poutres	Poids brut du pont : W=1 434,6 t
Total du nombre de blocs	72

Source : Mission d'étude de la JICA

Tableau 9.4.6 Nombre de jours du cycle de construction du pont Palmeraie

Nombre de blocs lors de la construction	Nombre de jours du cycle de construction des poutres principales
5	Nombre de jours de montage 1, total du nombre de jours de construction, nombre de jours de soudage, nombre de jours de coffrage pour le soudage 16,8 jours / 1 poutre principale, 33,6 jours / 2 poutres principales
4	Total des mêmes éléments 12,8 jours / 1 poutre principale, 25,6 jours / 2 poutres principales
3	Total des mêmes éléments 8,8 jours / 1 poutre principale, 17,6 jours / 2 poutres principales
2	Total des mêmes éléments 4,8 jours / 1 poutre principale, 9,6 jours / 2 poutres principales
1	Total des mêmes éléments 0,5 jour / 1 poutre principale, 1,0 jour / 2 poutres principales

Source : Mission d'étude de la JICA

9.4.2 Calendrier d'exécution des travaux dans leur ensemble

Avec les travaux des routes et les travaux des ponts en tant que composantes principales, le calendrier d'exécution des travaux dans leur ensemble sera établi en organisant les éléments à prendre en considération tels que la catégorie des travaux, les raccordements lors de la mise en œuvre, etc. Dans le calendrier des travaux en question (préliminaire), les travaux sont clairement répartis en « saison des pluies » et en « saison sèche », mais étant donné que la plus grande partie des pluies est concentrée sur une courte période, il est considéré que la situation opérationnelle est presque la même qu'à la saison sèche.

Les conditions préalables dans la formulation du calendrier des travaux (préliminaire) sont les suivantes.

- 1) Démarrage des travaux en septembre 2019. Toutefois, pour ce qui est du commencement réel des travaux, sur la base des résultats de projets similaires, une période de consultations avec le maître d'ouvrage est prévue, et les travaux de la route débuteront à partir du 4^e mois à compter du démarrage des travaux. Pour ce qui est des travaux des ponts, prenant en considération la conception définitive et la période de la procédure d'approbation de celle-ci, il est supposé que les travaux de la substructure commenceront à partir du 10^e mois du projet et ceux de la superstructure à partir du 17^e mois.
- 2) Pour ce qui est de la passation des marchés pour la superstructure, la commande des matériaux se fera à partir du 6^e mois à compter du démarrage des travaux, et la fabrication des plaques en acier prendra 3 mois. Puis, la fabrication des poutres principales débutera à partir du 9^e mois, et il est estimé qu'il faudra compter 5 mois pour la fabrication, l'assemblage temporaire et la peinture des éléments des poutres principales.
- 3) Il est supposé que le transport maritime et le transport routier, y compris les procédures de dédouanement, prendront 3 mois.

Le calendrier de construction est présenté à la Figure 9.4.1.

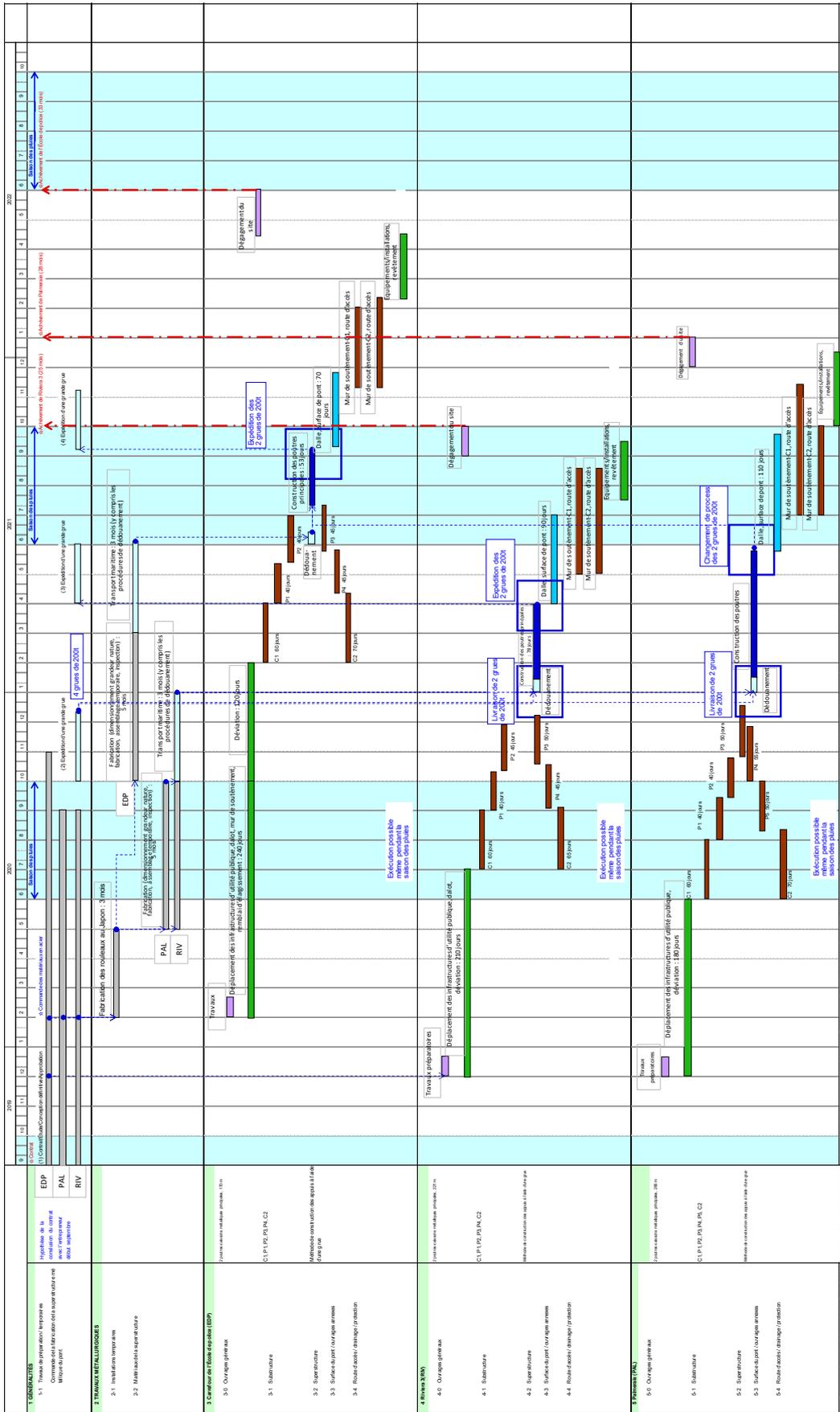
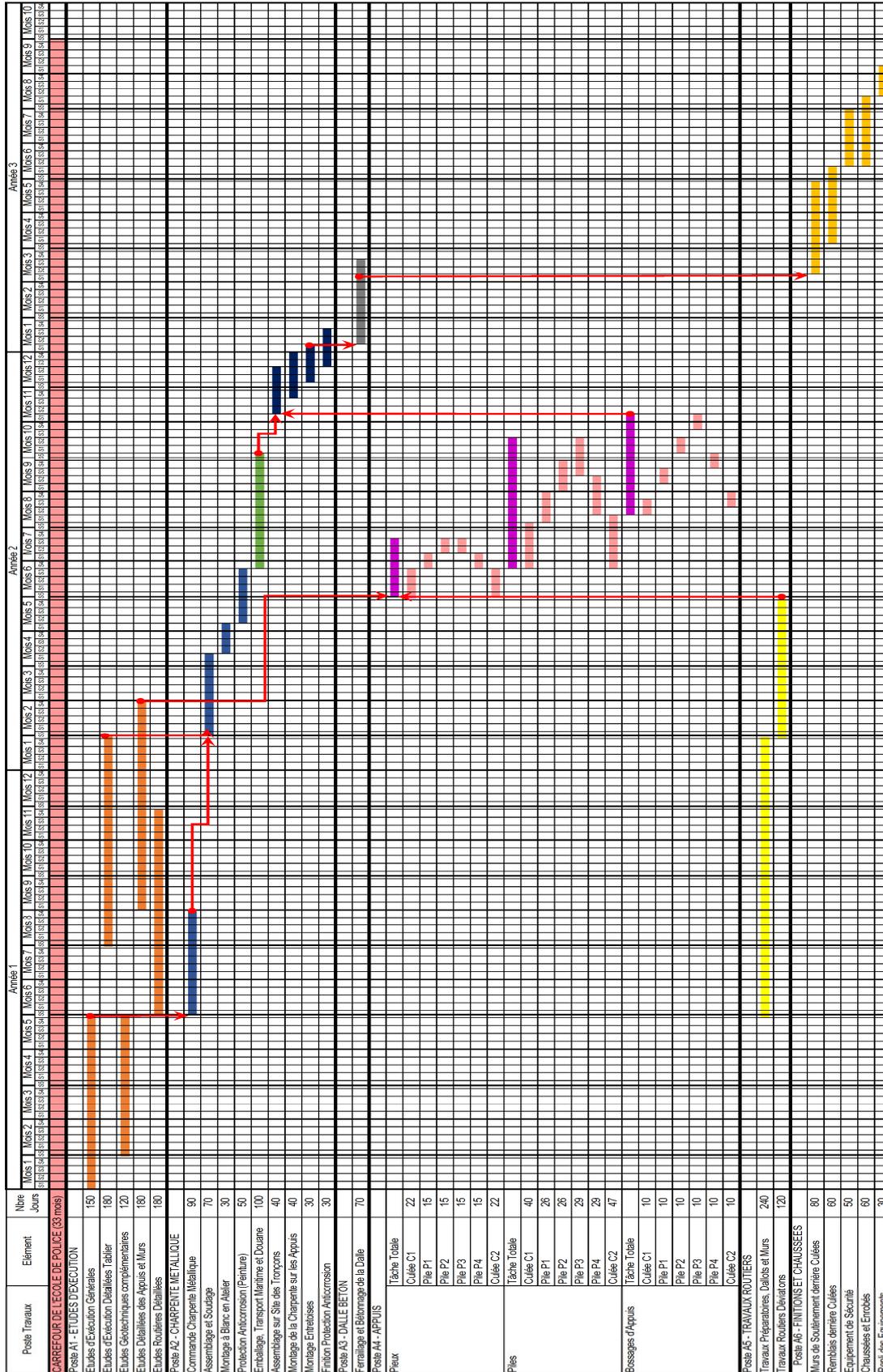


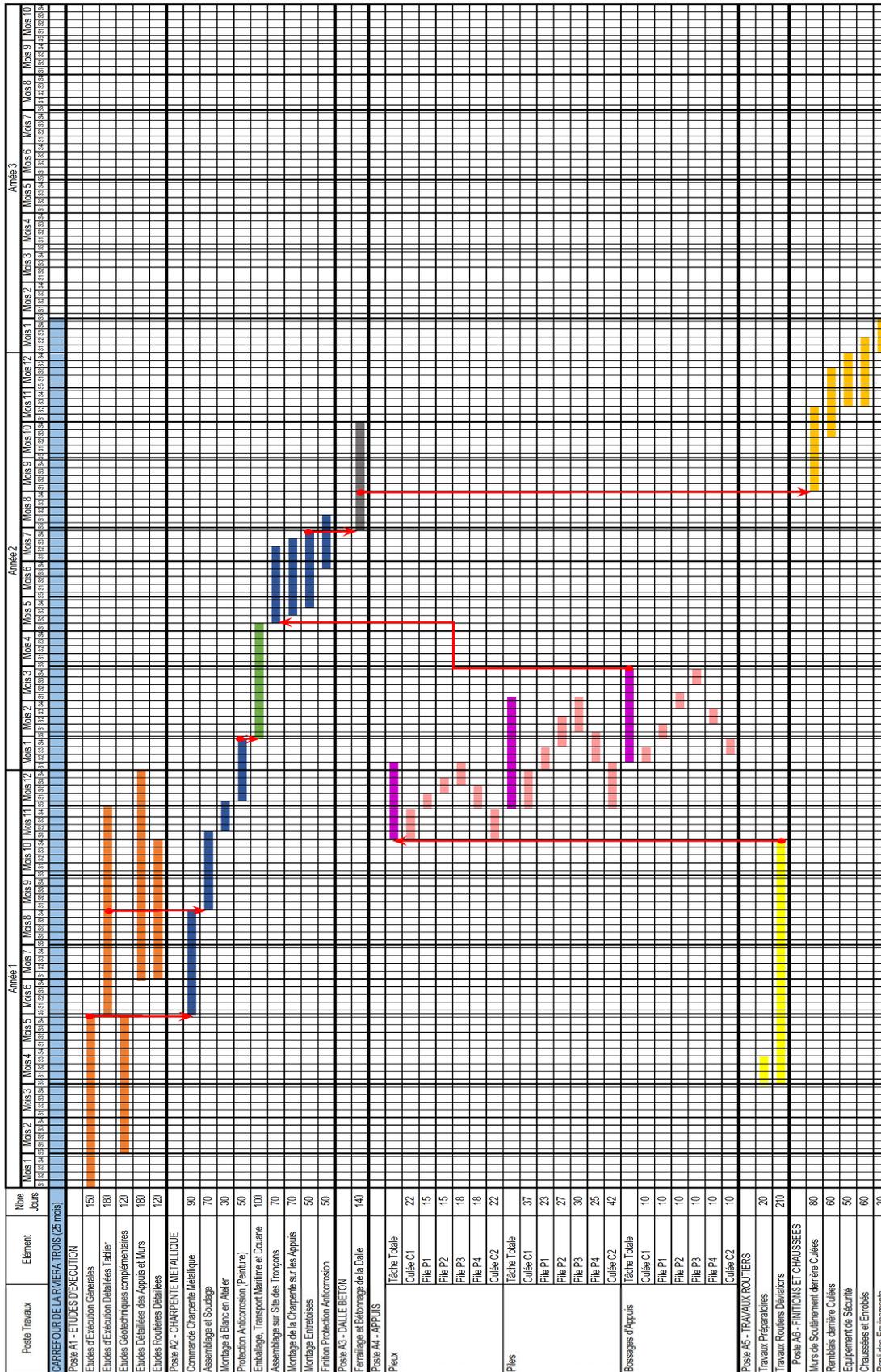
Figure 9.4.1 Calendrier des travaux dans leur ensemble

Source : Mission d'étude de la JICA



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.4.2 Calendrier des travaux du carrefour de l'École de police



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.4.3 Calendrier des travaux du carrefour Riviera 3



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 9.4.4 Calendrier des travaux du carrefour Palmeraie

10. CALCULS

10.1 Conditions de calcul

Les calculs du présent projet seront réalisés en un ensemble pour le carrefour de l'École de police, le carrefour Riviera 3, et le carrefour Palmeraie.

Les « Critères d'estimation des travaux de génie civil, ministère de l'Aménagement du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme », qui sont les coûts unitaires de main-d'œuvre pour le calcul des travaux de génie civil au Japon ; les « Calculs des travaux de ponts (Japan Construction Machinery and Construction Association) » ; et le « Manuel de conception/calcul pour l'étude préparatoire (Supplément) (Secteur génie civil) (JICA) », etc. serviront de référence, et le prix unitaire des travaux sera calculé à l'aide du prix unitaire de la main-d'œuvre, le prix unitaire des matériaux, et le prix unitaire des équipements en Côte d'Ivoire. Le prix unitaire des travaux ainsi calculé et le prix unitaire des travaux des récents projets de ponts et de routes (mis en œuvre par l'AGEROUTE) obtenu par le biais du présent projet feront l'objet d'une comparaison pour évaluer la pertinence. La part correspondant aux coûts indirects (coûts de construction du bureau de chantier, plan d'exécution des travaux, levé de construction, préparation du plan de récolement, etc.) sera calculée de la même manière.

Les coûts des travaux de construction seront calculés à l'aide de la formule consistant à multiplier le prix unitaire des différents types de travaux par les quantités de conception. En outre, le taux de change utilisé (taux du mois de novembre 2018) sera le suivant.

- 1 euro (€) = 127,78 yens (JPY)
- 1 euro (€) = 655,957 FCFA (XOF)
- 1 franc CFA (XOF) = 0,195 yen (JPY)
- 1 dollar = 112,20 yens (JPY)

10.2 Éléments du DQE

Les éléments de DQE seront établis en faisant référence aux travaux de ponts et de routes réalisés par le passé en Côte d'Ivoire. La superstructure des ponts sera alors ajoutée, car il s'agit d'un élément spécifique au projet (poutre-caisson métallique et dalle composite). Les types de travaux sont indiqués ci-après.

- A : Général
 - B : Travaux Préparatoires
 - C : Terrassements Generaux
-

- D : Fondations profondes
- E : Coffrages
- F : Béton
- G : Armatures passives semelles
- H : Super structure
- I : Chaussées
- J : Hydraulique
- K : Murs
- L : Equipements pour Superstructures et Route
- M : Signalisation et Équipements de la route
- N : Éclairage public
- O : Autres

10.3 Examen sur la proportion de l'approvisionnement au Japon

Le présent projet sera mis en œuvre sur la base des STEP. Il est stipulé dans les STEPS que la proportion de l'approvisionnement au Japon de matériaux et matériels / de services d'origine japonaise doit être au minimum de 30 %. Le Tableau 10.3.1 montre la proportion de l'approvisionnement au Japon pour le présent projet.

Tableau 10.3.1 Approvisionnement du Japon

Coût de construction	11 538 millions JPY
Approvisionnement du Japon Poutre en Acier et Feuille D'Acier Pour Dalle Composite (fabrication ,transport ,assemblage et installation)	3 952 millions JPY
	34%

Source : Mission d'étude de la JICA

10.4 Coûts de construction du présent projet

Le Tableau 10.4.1 montre les coûts de construction du présent projet.

Tableau 10.4.1 Coûts de construction du présent projet

Famille No.	Description des travaux	Totaux		Convertir en	
		CFA	JPY	CFA	JPY
A	Général	3,780,941,311	401,517,513	5,840,005,480	1,138,801,069
B	Travaux préparatoires	3,913,733,914	0	3,913,733,914	763,178,113
C	Terrassements généraux	1,598,973,522	0	1,598,973,522	311,799,837
D	Fondations profondes	2,950,980,052	0	2,950,980,052	575,441,110
E	Coffrages	191,343,398	0	191,343,398	37,311,963
F	Bétons	493,063,006	0	493,063,006	96,147,286
G	Armatures passives	810,036,915	0	810,036,915	157,957,198
H	Tablier des ponts routiers	5,002,536,966	3,951,944,027	25,268,916,592	4,927,438,735
I	Chaussées	7,374,126,960	0	7,374,126,960	1,437,954,757
J	Hydraulique	3,904,605,571	0	3,904,605,571	761,398,086
K	Murs	1,546,498,514	0	1,546,498,514	301,567,210
L	Équipements des tabliers des ponts routiers et de la route	1,944,451,727	0	1,944,451,727	379,168,087
M	Signalisation et équipements de la route	128,801,725	0	128,801,725	25,116,336
N	Éclairage public	1,377,004,159	0	1,377,004,159	268,515,811
O	Autres ouvrages d'art	1,532,101,528	0	1,532,101,528	298,759,798
Totaux Famille		(a) 36,549,199,268	4,353,461,540	58,874,643,063	11,480,555,396
Prix des Timbres d'enregistrement 0.5 % de (a)		(b) 182,745,996	21,767,308	294,373,217	57,402,777
Total des Familles plus Timbres d'enregistrement (a+b)		(c) 36,731,945,264	4,375,228,848	59,169,016,280	11,537,958,173
Contingence (somme provisoire), 15% de (c)		(d) 5,509,791,790	656,284,327	8,875,352,442	1,730,693,726
Taux de TVA 18 % of (c+d)		(e) 7,603,512,670	905,672,372	12,247,986,370	2,388,357,342
Prix de l'offre (c+d+e)		(f) 49,845,249,724	5,937,185,547	80,292,355,092	15,657,009,241

Source : Mission d'étude de la JICA

11. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

11.1 Étude d'impact environnemental

11.1.1 Soutien pour l'évaluation de l'impact environnemental

L'AGEROUTE a apporté, suivant les besoins, son soutien au travail de révision du plan de gestion environnementale (ci-après dénommée l'« PGE »), plan de suivi environnemental (ci-après dénommée l'« PSE »), et formulaire de suivi, sur la base de la conception détaillée, ainsi qu'à l'obtention des permis nécessaires, notamment du certificat de conformité environnementale (ci-après dénommée l'« CCE ») de l'étude d'impact environnemental (ci-après dénommée l'« EIE »).

Dans la pratique, elle a révisé à la lumière des résultats du concept de base et de la conception détaillée, le PGE, le PSE et le formulaire de suivi, y compris les rapports du PGE, du PSE, et de la F/S du rapport de l'étude d'impact environnemental. En outre, le dossier d'appel d'offres pour la passation de marché avec l'entrepreneur a fait l'objet de vérification pour confirmer les mesures d'atténuation des impacts négatifs sur l'environnement.

(1) Contenu à prendre en compte pour l'étude d'impact environnemental

Le contenu qui doit être couvert par EIE sera conforme au Décret présidentiel n° 96-694, comme indiqué au Tableau 11.1.1.

Tableau 11.1.1 Grandes lignes de l'EIES (Décret No. 96-694, 1996)

Législation relative à l'EIE	Description
1. Préface	Sélection du projet mis en œuvre.
2. Procédures	Procédures d'ensemble, consultants en environnement, responsables légaux de l'élaboration de l'EIES, etc.
3. Règles administratives	Responsabilités de l'ANDE, soutien technique de l'EIES, clarification des TdR de l'EIES, évaluation de l'impact potentiel, plan de suivi et de gestion environnementale, responsabilité de rendre compte dans le cadre de l'EIES, promotion de meilleures mesures environnementales.
4. Avant-projet de table des matières du rapport de l'EIES	1) Description du projet, 2) État actuel et impact potentiel, 3) Évaluation de l'impact potentiel, 4) Mesures environnementales, 5) Plan de suivi.
5. Dispositions particulières	Positionnement légal de l'EIES, décision définitive du ministère de l'Environnement, divulgation de l'information, efforts visant à assurer la participation des résidents.
6. Dispositions finales	Application aux projets futurs et en cours de mise en œuvre, responsabilité de la mise en œuvre de l'EIES du ministère de l'Environnement.

Source: Mission d'étude de la JICA

(2) Soutien à la procédure d'approbation de l'étude d'impact environnemental (EIE)

Le processus jusqu'aux procédures d'approbation de l'étude d'impact environnemental dans le cadre de chaque projet est le suivant.

- ① La déclaration d'impact environnemental (ci-après dénommée l'« DIE ») décrivant le contenu du projet et les grandes lignes de l'impact environnemental sera remise par l'agence d'exécution (AGEROUTE) à l'Agence Nationale de l'Environnement (ci-après dénommée l'« ANDE »).
- ② Le triage de l'évaluation d'impact environnemental et social (ci-après dénommée l'« EIES ») sera effectué par l'ANDE conformément aux catégories suivantes.
 - Catégorie ANNEXE I : il y a un impact sur l'environnement. : mise en œuvre de l'EIES
 - Catégorie ANNEXE II : l'impact sur l'environnement est faible. : EIES non requise
 - Catégorie ANNEXE III : site dans un environnement sensible. : mise en œuvre de l'EIES

Le présent projet est classé à la Catégorie ANNEXE I en tant que projet nécessitant la mise en œuvre d'une EIES.

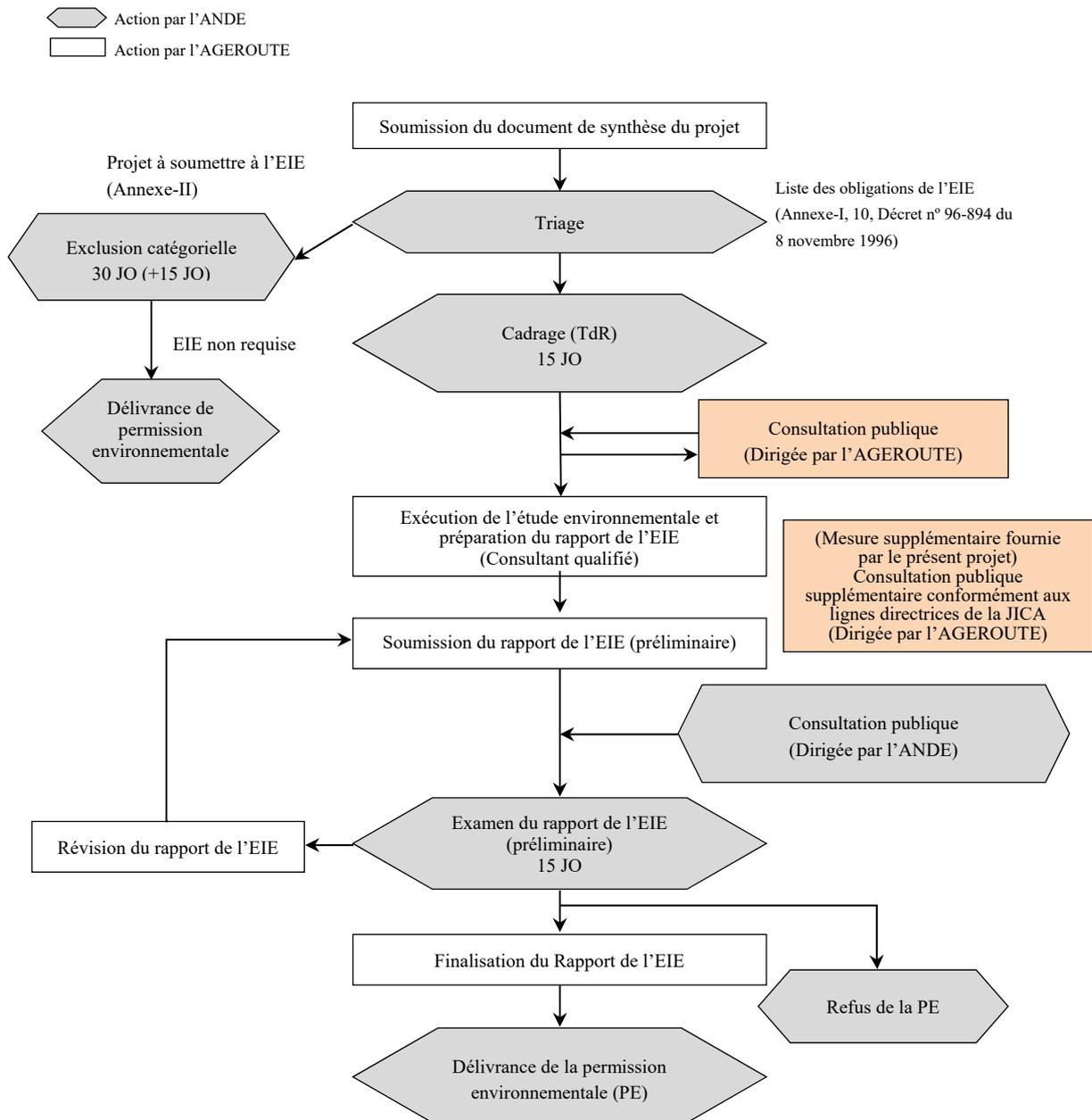
L'exécution de l'étude environnementale et la préparation du rapport de l'évaluation d'impact environnemental (ci-après dénommée l'« EIE ») pourra être réalisée par un consultant en environnement qualifié auprès de l'ANDE. En décembre 2018, 54 consultants en environnement sont qualifiés.

- ③ L'ANDE identifiera les rubriques nécessaires à l'étude environnementale ou élaborera les normes de référence (ci-après dénommés les « TdR ») de l'étude en procédant à un cadrage sur la base des résultats du triage, et les remettra à l'agence d'exécution du projet. L'étude d'impact environnemental sera réalisée en respect des TdR.
- ④ Il sera nécessaire d'organiser deux « consultations publiques » portant sur le contenu du projet pendant la durée de l'étude d'impact environnemental. La première consultation publique sera organisée par l'agence d'exécution lors de l'étude environnementale. Cette consultation publique se tiendra en présence des parties prenantes, à savoir les autorités locales compétentes (municipales, etc.), les communautés, les résidents concernés, les ONG, etc., dans le but d'expliquer le contenu du projet, l'étude environnementale, l'impact, etc., répondre aux questions et recueillir leurs points de vue. En outre, à cette occasion, il sera nécessaire d'informer au préalable de cette consultation dans les journaux, à la radio, etc. (Première consultation publique)
- ⑤ Après l'achèvement de l'étude d'impact environnemental, l'AGEROUTE remettra à l'ANDE l'avant-projet du rapport de l'EIES comprenant les prévisions de l'impact,

l'évaluation, et, suivant les besoins, le plan de gestion environnementale, les mesures environnementales, le plan de suivi.

- ⑥ La deuxième consultation publique sera mise en œuvre par l'ANDE au cours de l'examen après la remise du rapport préliminaire de l'EIES à l'ANDE. La méthode de notification de la tenue de cette consultation publique sera la même que celle utilisée dans le cadre de la première ④. Dans le cadre de la présente étude, outre la consultation publique organisée par l'ANDE, conformément aux lignes directrices de la JICA sur les considérations environnementales et sociales (ci-après dénommées les « lignes directrices de la JICA ») disponibles séparément, l'agence d'exécution (AGEROUTE) explique le rapport de l'étude d'impact environnemental (préliminaire) et organise une séance d'échange de points de vue, après notification de la tenue de la consultation publique dans les journaux ou autres médias.
- ⑦ Outre la vérification effectuée par l'ANDE, l'avant-projet de rapport de l'EIES confirmera le contenu de la deuxième consultation publique indiquée en ⑥, et des corrections seront effectuées suivant les besoins.
- ⑧ Après la vérification finale par l'ANDE, une fois les corrections terminées, le rapport sera officiellement remis. Puis, l'« autorisation environnementale » sera délivrée par l'ANDE. Le rapport final pourra être consulté sur demande auprès de l'ANDE.

Les procédures de l'EIES sont indiquées à la Figure 11.1.1.



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 11.1.1 Déroulement de la procédure de l'étude d'impact environnemental (EIE)

Le rapport de l'étude d'impact environnemental (préliminaire) a été remis par AGEROUTE à l'ANDE le 25 octobre 2018. Des consultations publiques organisées par l'ANDE ont été tenues le 17 janvier 2019. La vérification du rapport de l'étude d'impact environnemental (préliminaire) est prévue au cours du mois de février 2019. Le calendrier des tâches à réaliser à l'avenir est indiqué à la Tableau 11.1.2.

Tableau 11.1.2 Grandes lignes de l'EIES (Décret No. 96-694, 1996)

Élément	2018								2019			
	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Janv.	Fév.	mars	avril	
1 Soumission du projet de rapport de l'EIES en version ANDE (version-2) par l'AGEROUTE pour ANDE(AGEROUTE→ANDE)												
2 Préparation de l'enquête publique par l'ANDE												
3 Enquête publique par l'ANDE												
4 Mise en ordre des opinions et Finalisation de l'EIES (version-3), Préparation de la réunion technique par l'ANDE												
5 Réunion technique de l'EIES par l'ANDE												
6 Correction de l'EIES et re-soumission de l'EIES (version-4)(AGEROUTE/JST→ANDE)												
7 Révision et Approbation par l'ANDE et organisations pertinentes												
8 Délivrance de la permission												

Source: Mission d'étude de la JICA

11.1.2 Plan de gestion environnementale (PGE)

PGE est indiqué ci-dessous. À la suite des révisions apportées sur la base des résultats du concept de base et de la conception détaillée, il a été confirmé qu'il n'y avait pas de gros changements. À l'avenir, des changements, y compris des mesures d'atténuation, pourraient se produire au regard aux résultats des consultations publiques organisées par l'ANDE.

(1) Mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement

La liste des mesures d'atténuation nécessaires suivant le degré des résultats des prévisions des impacts sur l'environnement et des mesures d'atténuation mises en œuvre généralement figure au Tableau 11.1.3.

Tableau 11.1.3 Liste des mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement

Domaine affecté	N°	Rubrique des impacts	Principales mesures supposées d'atténuation des impacts sur l'environnement		Mise en œuvre et organisme responsable	
			Pendant les travaux	Après la mise en service	Organisme d'exécution	Organisme responsable
Pollution	1	Pollution de l'air	[Mesures contre la poussière] ✓ Arrosage des parties non revêtues dans les alentours des zones résidentielles ✓ Installation d'écrans et de palplanches suivant les besoins pour protéger de la poussière à la limite de la zone des travaux	Encadrements sur l'occupation adéquate des sols en bordure de route (installation de terrains commerciaux pour établir une zone tampon pour protéger de la pollution de l'air, du bruit et des vibrations le long des routes en raison du trafic, et aménagement de terrains résidentiels derrière)	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction) [Après la mise en service] AGEROUTE et ministères compétents	[Pendant les travaux] AGEROUTE [Après la mise en service] AGEROUTE et ministères compétents
	2	Pollution de l'eau	✓ Installation de bassins de sédimentation temporaires suivant les besoins ✓ Gestion / traitement / élimination adéquats des huiles usées ✓ Installation de toilettes dans les camps de base (à une distance minimum de 200 m des sources d'eau) ✓ Les déchets généraux et les	Aucune mention particulière	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] AGEROUTE

Domaine affecté	N	Rubrique des impacts	Principales mesures supposées d'atténuation des impacts sur l'environnement		Mise en œuvre et organisme responsable	
			Pendant les travaux	Après la mise en service	Organisme d'exécution	Organisme responsable
			excréments dans les camps de base seront traités et éliminés de manière adéquate ✓ Installations de matériel et équipement de drainage adéquats ✓ Installation de fosses septiques ou de toilettes portables			
	3	Déchets (y compris le contrôle des odeurs)	[Déchets de construction] ✓ En ce qui concerne les déchets de construction (arbres abattus, résidus de terre, sol de déblai), leur réutilisation sera examinée, et les déchets non recyclables seront traités et éliminés de manière adéquate en vertu des règles en vigueur ✓ Gestion des déchets toxiques des camps de base et des chantiers de construction [Déchets généraux et excréments] ✓ Traitement / élimination adéquats des déchets généraux dans les camps de base ✓ Les excréments seront stockés dans un réservoir de stockage temporaire et transportés jusqu'à l'usine de traitement des eaux usées désignée.	Aucune mention particulière	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] AGEROUTE
	4	Bruit et vibrations	✓ À proximité des installations et zones sensibles, installation de murs antibruit (palplanche ou feuille d'insonorisation) suivant les besoins, utilisation d'engins de chantier et application de méthodes de constructions à faible émission de bruit, limitation des heures de travail ✓ Notification préalable aux riverains concernant le calendrier des travaux et les activités, et recherche de consensus	✓ Un mur d'insonorisation sera installé autour de la zone résidentielle suivant les besoins ✓ Encadrements sur l'occupation adéquate des sols en bordure de route (installation de terrains commerciaux pour établir une zone tampon pour protéger de la pollution de l'air, du bruit et des vibrations le long des routes en raison du trafic, et aménagement de terrains résidentiels derrière), et installation d'un mur d'insonorisation autour des immeubles sensibles aux impacts suivant les besoins	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction) [Après la mise en service] AGEROUTE et ministères compétents	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction) [Après la mise en service] AGEROUTE et ministères compétents

Domaine affecté	N	Rubrique des impacts	Principales mesures supposées d'atténuation des impacts sur l'environnement		Mise en œuvre et organisme responsable	
			Pendant les travaux	Après la mise en service	Organisme d'exécution	Organisme responsable
Environnement naturel	5	Écosystème	<p>[Avant les travaux]</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Un plan de verdissement sous les passages supérieurs et en bordure de route suivant les besoins sera élaboré <p>[Pendant les travaux]</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Création d'espaces verts conformément au plan de verdissement 	Aucune mention particulière	<p>[Pendant les travaux]</p> <p>Consultant conception détaillée</p> <p>[Après la mise en service]</p> <p>Entrepreneur (entreprise de construction)</p>	<p>[Pendant les travaux]</p> <p>[Après la mise en service]</p> <p>AGEROUTE</p>
	6	Phénomènes hydriques	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aménagement d'installations de drainage qui n'ont pas d'impacts sur les bassins versants existants, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un entretien régulier sera effectué afin que la capacité de déchargement ne diminue pas en raison d'une obstruction de saletés et de terre 	<p>[Pendant les travaux]</p> <p>Entrepreneur (entreprise de construction)</p> <p>[Après la mise en service]</p> <p>AGEROUTE</p>	<p>[Pendant les travaux]</p> <p>[Après la mise en service]</p> <p>AGEROUTE</p>
Environnement social	7	Réinstallation des populations	<p>[Avant les travaux]</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Organisation de réunions des personnes affectées pour s'assurer de leur bonne compréhension concernant la politique de compensation relative aux acquisitions de terrain, et obtenir leur accord ✓ Mise en œuvre de compensations et de mesures de rétablissement des moyens de subsistance sur la base du PAR qui a été formulé ✓ Mise en œuvre d'un suivi du niveau de vie des personnes impactées sur la base du PAR qui a été formulé 	Aucune mention particulière	<p>[Avant les travaux]</p> <p>AGEROUTE et ministères compétents</p>	<p>[Avant les travaux]</p> <p>AGEROUTE et ministères compétents</p>
	8	Population la plus pauvre				
	9	Économie régionale telle que l'emploi, les moyens d'existence, etc.	<p>[Avant les travaux]</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Organisation de réunions des personnes affectées pour s'assurer de leur bonne compréhension concernant la politique de compensation relative aux acquisitions de terrain, et obtenir leur accord ✓ Mise en œuvre de compensations et de mesures de rétablissement des moyens de subsistance sur la base du PAR qui a été formulé <p>[Pendant les travaux]</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise en place d'une déviation pour assurer le trafic sur le Boulevard Mitterrand et d'un autre itinéraire pour fournir un accès aux commerces le long de la route suivant les besoins ✓ Mise à disposition d'une aire de stationnement publique pendant les travaux 	Aucune mention particulière	<p>[Avant les travaux]</p> <p>AGEROUTE et ministères compétents</p> <p>[Pendant les travaux]</p> <p>Entrepreneur (entreprise de construction)</p> <p>* Les compensations pour pertes économiques seront prises en charge par la Côte d'Ivoire</p>	<p>[Avant les travaux]</p> <p>AGEROUTE et ministères compétents</p> <p>[Pendant les travaux]</p> <p>AGEROUTE</p>

Domaine affecté	N	Rubrique des impacts	Principales mesures supposées d'atténuation des impacts sur l'environnement		Mise en œuvre et organisme responsable	
			Pendant les travaux	Après la mise en service	Organisme d'exécution	Organisme responsable
			✓ Compensation suivant les besoins pour pertes économiques des installations commerciales le long de la route			
	10	Infrastructures sociales et services sociaux existants	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déplacement des services et installations publics par le biais de concertations entre les organismes compétents ✓ Construction de routes d'accès jusqu'aux installations publiques (écoles, hôpitaux, lieux de culte, etc.) suivant les besoins 	✓ Construction de passerelles pour piétons dans le but d'éviter les divisions territoriales et d'assurer l'accès aux installations publiques	[Pendant les travaux] AGEROUTE et ministères compétents [Après la mise en service] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] [Après la mise en service] AGEROUTE et ministères compétents
	11	Conflits d'intérêts dans la région	<ul style="list-style-type: none"> ✓ S'agissant des postes d'ouvriers en construction, les résidents locaux seront embauchés en priorité ✓ Des formations pour maintenir de bonnes relations avec les résidents dans les alentours des zones des travaux seront organisées à l'attention des personnes impliquées dans les travaux qui embauchent des ouvriers venant de l'extérieur 	Aucune mention particulière	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] AGEROUTE
	12	Paysages	✓ Les ouvrages seront d'une couleur uniforme pour assurer l'harmonie avec le paysage environnant	Identique à la colonne de gauche	[Pendant les travaux] [Après la mise en service] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] [Après la mise en service] AGEROUTE
	13	Maladies infectieuses	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Des installations de drainage en nombre suffisant seront installées afin d'éviter qu'un milieu propice à la multiplication des moustiques se constitue ✓ Fourniture d'installations sanitaires, y compris des toilettes ✓ Mise en œuvre de visites médicales régulières ✓ Des activités de sensibilisation pour éviter les maladies infectieuses seront organisées à l'attention des ouvriers en construction et des résidents locaux 	Aucune mention particulière	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] AGEROUTE
	14	Environnement du travail (y compris la sécurité professionnelle)	✓ L'environnement du travail s'appuiera sur les dispositions de l'IFC (Main d'œuvre et conditions de travail, Norme de performance 2)	Aucune mention particulière	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] AGEROUTE

Domaine affecté	N	Rubrique des impacts	Principales mesures supposées d'atténuation des impacts sur l'environnement		Mise en œuvre et organisme responsable	
			Pendant les travaux	Après la mise en service	Organisme d'exécution	Organisme responsable
Autres	15	Accidents	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Affectation d'agents de la circulation ✓ Installation de panneaux de sécurité ✓ Contrôle des entrées dans les zones de travaux en installant des panneaux et des barrières ✓ Installation d'éclairage de nuit dans les zones de travaux ✓ Construction d'aires d'attente et de stationnement pour les véhicules de chantier ✓ Limitation de la vitesse des véhicules de chantier ✓ Mise en œuvre d'une formation sur la sécurité à l'attention des ouvriers en construction ✓ Mise en place de déviations sûres pour les riverains et les usagers pendant les travaux 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Installation de panneaux de sécurité (limitation de vitesse, interdiction de traverser en dehors des zones désignées) ✓ Installation de panneaux pour les passages et passerelles pour piétons ✓ Mise en œuvre de campagnes de sécurité routière 	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction) [Après la mise en service] AGEROUTE	[Pendant les travaux] [Après la mise en service] AGEROUTE
	16	Impact transfrontière et changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vérification préalable de la circulation des véhicules de chantier et mise en œuvre de maintenance régulière 	Aucune mention particulière	[Pendant les travaux] Entrepreneur (entreprise de construction)	[Pendant les travaux] AGEROUTE

Source: Mission d'étude de la JICA

11.1.3 Plan de suivi environnemental (PSE)

PSE est indiqué ci-dessous. À la suite des révisions apportées sur la base des résultats du concept de base et de la conception détaillée, il a été confirmé qu'il n'y avait pas de gros changements. À l'avenir, à l'instar du PGE, des changements, y compris des mesures d'atténuation, pourraient se produire face aux résultats des consultations publiques organisées par l'ANDE.

(1) Plan de suivi environnemental

LePSE sera formulé en prenant en considération les rubriques / causes des impacts, et leur degré. Leur suivi et la mise en œuvre des mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement seront gérés de manière systématique par l'agence d'exécution (AGEROUTE), l'entrepreneur, le consultant pour la supervision des travaux, l'Agence nationale de l'Environnement (ANDE), les ministères compétents, etc.

Les principales cibles du suivi environnemental sont les rubriques pour lesquelles des impacts sont escomptés pendant les travaux et après la mise en service. Le suivi sera en principe mis en œuvre aux points étudiés et lieux similaires, et les résultats du suivi seront comparés aux valeurs actuelles, aux valeurs estimées et aux valeurs de référence en matière d'environnement. Puis les résultats des prévisions seront vérifiés et les connaissances seront intégrées.

Si les résultats du suivi diffèrent considérablement des valeurs estimées, les causes seront recherchées et des mesures correctives visant les impacts sur l'environnement seront prises, après concertations entre les parties concernées.

Par ailleurs, en ce qui concerne le suivi environnemental pendant les travaux, il est prévu que celui-ci soit mis en œuvre pendant les 3 années de la durée des travaux et pendant les 3 années suivant la mise en service.

Le PSE supposé est indiqué au Tableau 11.1. et au Tableau 11.1..

Tableau 11.1.4 PSE avant et pendant les travaux (3 années de la durée des travaux)

Domaine affecté	N°	Rubrique des impacts	Paramètre	Méthode	Lieu	Fréquence	Coût (million de XOF)	Objectifs en matière de préservation de l'environnement ou valeurs de référence, etc.
Pollution	1	Pollution de l'air	CO, NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀ ,	Identique à l'étude sur la situation actuelle Toutefois, les équipements utilisés pour effectuer les mesures doivent être des équipements assurant des valeurs quantitatives servant de seuil permettant de déterminer que les valeurs de référence suivantes ont été atteintes. CO : Moyenne journalière <10 000 µg/m ³ NO ₂ : Moyenne horaire < 200 µg/m ³ SO ₂ : Moyenne journalière < 350 µg/m ³ PM10 : Moyenne journalière < 50 µg/m ³	7 endroits Endroits où l'étude sur la situation actuelle à été mise en œuvre	2 fois par an x 3 ans (2 fois par an : saison sèche)	63,0	Décret No. 2017-125 / 22 février 2017 Qualité de l'air 1. <u>Dioxyde d'azote (NO₂)</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Quality</u> <u>Objection:</u> <u>40µg/m³ / yearly</u> • <u>Threshold info and recommendation</u> <u>200µg/m³ / hourly</u> • <u>Alert thresholds</u> <u>400 µg/m³ / hourly x consecutive 3 hrs</u> 2. <u>Particules PM¹⁰ (Ø< 10µm)</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Quality</u> <u>Objection:</u> <u>20µg/m³ / yearly</u> • <u>Threshold info and recommendation</u> <u>50µg/m³ / hourly</u> • <u>Alert thresholds</u> <u>80 µg/m³ / daily</u> • <u>Limit value for the protection human health</u> • <u>50 µg/m³ daily average not to exceed more than 35 times per year</u> • <u>40 µg/m³ /yearly</u> 3. <u>Dioxyde de soufre (SO₂)</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Quality</u> <u>Objection:</u> <u>10µg/m³ / yearly</u> • <u>Threshold info and recommendation</u> <u>350µg/m³ / hourly</u> • <u>Alert thresholds</u> <u>500 µg/m³ / hourly</u> • <u>Limit value for the protection human health</u> • <u>350 µg/m³ daily average not to exceed more than 25 times per year</u> • <u>125 µg/m³ /daily not to exceed more than 3 times per year</u> 4. <u>Monoxyde de carbone (CO)</u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Limit value for the protection human health</u>

Domaine affecté	N°	Rubrique des impacts	Paramètre	Méthode	Lieu	Fréquence	Coût (million de XOF)	Objectifs en matière de préservation de l'environnement ou valeurs de référence, etc.
								10,000 µg/m ³ for the daily max. of the rolling average over 8 hours
	2	Déchets	Quantités de terres produites par les travaux de construction, d'arbres abattus et de déchets généraux	Les quantités de déchets produits seront enregistrées	3 endroits (les 3 zones des travaux)	2 fois par an x 3 ans	3.0	Loi n°1996-766 d'octobre 1996 portant Code de l'Environnement Les déchets de construction et les déchets généraux produits devront être recyclés, ou traités et éliminés de manière adéquate.
	3	Bruit et vibrations	Bruit des travaux (dB(A) _{L_{Aeq}})	Identique à l'étude sur la situation actuelle (24 heures en continu)	3 endroits (mêmes endroits que ceux où les estimations ont été effectuées)	2 fois par an x 3 ans (saison des pluies et saison sèche)	37,8	[Bruit des travaux] dB(A) Étant donné que la Côte d'Ivoire ne dispose pas de normes concernant le bruit des travaux, les normes japonaises seront appliquées Valeurs de référence 07:00-19:00: 85 dB(A)
			Vibrations des travaux (mm/sec) L'unité des vibrations peut être convertie de mm/sec en dB	Idem	Idem	Idem		[Vibrations des travaux] dB Étant donné que la Côte d'Ivoire ne dispose pas de normes concernant le bruit des travaux, les normes japonaises seront appliquées Valeurs de référence 07:00-19:00: 75 dB
Environnement social	4	Réinstallation des populations	Mise en œuvre de compensations et de mesures de rétablissement des moyens de subsistance sur la base du PAR	Consultations avec les personnes affectées par le projet (PAP) et étude	Zones impactées	Consulter le plan de suivi du PAR	Consulter le plan de suivi du PAR	Les compensations doivent être versées avant le démarrage concret des activités des travaux. En outre, le niveau de vie doit être maintenu.
	5	Population la plus pauvre						
	6	Économie régionale telle que l'emploi, les moyens d'existence, etc.	Pertes économiques sur les activités commerciales (diminution des revenus)	Étude sociale et économique visant les personnes affectées	Étendue d'environ 10m de l'emprise du projet	4 fois par an x 3 ans (toutefois, étude de l'état actuel au stade de la conception détaillée avec la mise en œuvre des travaux)	1.2	Les pertes économiques doivent être minimisées par le biais de mesures d'atténuation
	7	Infrastructures sociales et services sociaux existants	1. Situation des installations à réinstaller 2. Situation du règlement de la circulation et des embouteillages	Visuellement	3 endroits (les 3 zones des travaux)	2 fois par an x 3 ans (saison des pluies et saison sèche)	1.2	1. Les compensations doivent être versées avant le démarrage concret des activités des travaux. En outre, le niveau de vie doit être maintenu. 2. Une déviation qui n'est pas trop encombrée et un accès sûr jusqu'aux installations publiques doivent être assurés.
	8	Conflits d'intérêts	Zone dans laquelle les	Confirmation de la liste des	3 endroits (les 3)	4 fois par an x 3 ans	2,4	Les emplois doivent être fournis de manière équitable

Domaine affecté	N°	Rubrique des impacts	Paramètre	Méthode	Lieu	Fréquence	Coût (million de XOF)	Objectifs en matière de préservation de l'environnement ou valeurs de référence, etc.
		dans la région	ouvriers en construction seront embauchés	ouvriers par l'agence d'exécution	zones des travaux)			
	9	Paysages	État des paysages	Visuellement	<u>3 endroits</u> (les 3 zones des travaux)	<u>2 fois par an x 3 ans</u> (Saison sèche)	1,2	Les ouvrages seront d'une couleur uniforme en harmonie avec l'environnement
	10	Maladies infectieuses	Nombre de patients atteints d'une maladie infectieuse	Vérification de la liste des visites médicales par l'agence d'exécution	<u>3 endroits</u> (les 3 zones des travaux)	<u>4 fois par an x 3 ans</u>	2,4	Le projet ne doit en aucun cas être à l'origine d'une maladie infectieuse
	11	Environnement du travail	Situation des ouvriers en construction	Vérification des équipements de sécurité relatifs aux travaux, et vérification par entretien auprès des ouvriers en construction	<u>3 endroits</u> (les 3 zones des travaux)	<u>4 fois par an x 3 ans</u>	2,4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Législation du travail de la Côte d'Ivoire (« Loi sur la sécurité, l'hygiène et l'environnement du travail, B.E. 2554 (2011) », « Loi sur la Protection de la main d'œuvre, B.E. 2541 (1998) » et « Loi sur les manufactures (1992) »). ✓ Norme de performance 2, IFC (Main d'œuvre et conditions de travail)
Autres	12	Accidents	Nombre d'accidents (Accidents du travail et accidents de la route)	Collecte d'information sur la base d'entretiens auprès de la municipalité locale et de la police	<u>3 endroits</u> (les 3 zones des travaux)	<u>4 fois par an x 3 ans</u>	2,4	Les travaux ne doivent en aucun cas être à l'origine d'un accident

Total du coût pendant les travaux : 3 ans 117,0 millions de XOF

Remarques :

La fréquence et la période du suivi peuvent être réexaminées lors de la mise à jour du plan de gestion de l'environnement (PGE)

Le coût du suivi indiqué ici n'inclut pas les honoraires du consultant

Source: Mission d'étude de la JICA

Tableau 11.1.5 PSE après la mise en service (3 ans après la mise en service)

Domaine affecté	N°	Rubrique des impacts	Paramètre	Méthode	Lieu	Fréquence	Coût (million de XOF)	Objectifs en matière de préservation de l'environnement ou valeurs de référence, etc.
Pollution	1	Pollution de l'air	CO, NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀ ,	Identique à l'étude sur la situation actuelle Toutefois, les équipements utilisés pour effectuer les mesures doivent être des équipements assurant des valeurs quantitatives servant de seuil permettant de déterminer que les valeurs de référence suivantes ont été atteintes. CO : Moyenne journalière <10 000 µg/m ³ NO ₂ : Moyenne horaire < 200 µg/m ³ SO ₂ : Moyenne journalière < 350 µg/m ³ PM10 : Moyenne journalière < 50 µg/m ³	7 endroits Endroits où l'étude sur la situation actuelle à été mise en œuvre	1 fois par an x 3 ans (Saison sèche)	31,5	Décret No. 2017-125 / 22 février 2017 Qualité de l'air 1. <u>Dioxyde d'azote (NO₂)</u> • <u>Quality Objection:</u> 40µg/m ³ / yearly • <u>Threshold info and recommendation</u> 200µg/m ³ / hourly • <u>Alert thresholds</u> • 400 µg/m ³ / hourly x consecutive 3 hrs 2. <u>Particules PM¹⁰ (Ø < 10µm)</u> • <u>Quality Objection:</u> 20µg/m ³ / yearly • <u>Threshold info and recommendation</u> 50µg/m ³ / hourly • <u>Alert thresholds</u> 80 µg/m ³ / daily • <u>Limit value for the protection human health</u> 50 µg/m ³ daily average <u>not to exceed more than 35 times per year</u> 40 µg/m ³ /yearly 3. <u>Dioxyde de soufre (SO₂)</u> • <u>Quality Objection:</u> 10µg/m ³ / yearly • <u>Threshold info and recommendation</u> 350µg/m ³ / hourly • <u>Alert thresholds</u> 500 µg/m ³ / hourly • <u>Limit value for the protection human health</u> 350 µg/m ³ daily average <u>not to exceed more than 25 times per year</u> 125 µg/m ³ /daily <u>not to exceed more than 3 times per year</u> 4. <u>Monoxyde de carbone (CO)</u> Limit value for the protection human health 10,000 µg/m ³ for the daily max. of the rolling average over 8 hours
	2	Bruit et vibrations	Bruit environnemental et de la circulation (dB(A) _{L_{Aeq}})	Identique à l'étude sur la situation actuelle (24 heures en continu)	3 endroits (mêmes endroits que ceux où les estimations ont été effectuées)	2 fois par an x 3 ans (saison des pluies et saison sèche)	27,0	[Bruit] dB(A) Valeur de référence du CIAPOL Zone commerciale Jour 7h00-22h00 / 70dB(A) Nuit 22h00-7h00 / 50dB(A) Valeur de référence (valeur estimée en 2022) Jour / nuit Point étudié-1 (École de police) : 67,3 / 61/1 dB(A)

Domaine affecté	N°	Rubrique des impacts	Paramètre	Méthode	Lieu	Fréquence	Coût (million de XOF)	Objectifs en matière de préservation de l'environnement ou valeurs de référence, etc.
								Point étudié-2 (La Riviera 3) : 72,6 / 66,9 dB(A) Point étudié-3 (Palmeraie) : 71,3 / 67,7 dB(A)
			Vibrations induites par le trafic (mm/sec) L'unité des vibrations peut être convertie de mm/sec en dB	Idem	Idem	Idem	1,80	[Vibrations des travaux] dB (A) En l'absence de valeurs de référence du CIAPOL, les valeurs de référence japonaises seront appliquées Jour (7h00-20h00) : 70 dB Nuit (20h00-7h00) : 65 dB
Environnement social	3	Réinstallation des populations	Versement des aides sociales et exécution sur la base du PAR	Consultations avec les personnes affectées par le projet (PAP) et étude	Zones impactées	Consulter le plan de suivi du PAR	Consulter le plan de suivi du PAR	Les compensations doivent être versées avant le démarrage concret des activités des travaux. En outre, le niveau de vie doit être maintenu.
	4	Population la plus pauvre						
	5	Économie régionale telle que l'emploi, les moyens d'existence, etc.	Pertes économiques sur les activités commerciales (diminution des revenus)	Étude sociale et économique visant les personnes affectées	Étendue d'environ 10m de l'emprise du projet	<u>1 fois par an x 3 ans</u>	9,0	Les pertes économiques doivent être minimisées par le biais de mesures d'atténuation
	6	Paysages	État des paysages	Visuellement	<u>3 endroits</u> (les 3 passages supérieurs)	<u>1 fois par an x 3 ans</u> (Saison sèche)	0,6	Les ouvrages seront d'une couleur uniforme en harmonie avec l'environnement
Autres	7	Accidents	Nombre d'accidents (Accidents du travail et accidents de la route)	Collecte d'information sur la base d'entretiens auprès de la municipalité locale et de la police	<u>3 endroits</u> (les 3 intersections)	<u>1 fois par an x 3 ans</u>	1,5	Étant donné que la construction des passages supérieurs et l'amélioration des intersections atténueront la congestion, le nombre d'accidents devrait diminuer

Total du coût après la mise en service : 3 ans 69,6 millions de XOF

Remarques :

La fréquence et la période du suivi peuvent être réexaminées lors de la mise à jour du plan de gestion de l'environnement (PGE)

Le coût du suivi indiqué ici n'inclut pas les honoraires du consultant

Source: Mission d'étude de la JICA

(2) Structure organisationnelle dans le plan de gestion environnementale

Le but et la formulation du PGE et du PSE sont conformes à ce qui est mentionné dans ce qui précède, mais pour mettre en œuvre efficacement le plan de gestion environnementale et de suivi élaboré ici, des indications ont été données concernant un cadre organisationnel adéquat. Les organisations concernées coopèrent suivant les besoins avant les travaux, pendant les travaux et après la mise en service du projet. La mise en œuvre des mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement ayant

été formulées et de leur suivi devrait être incluse principalement dans les coûts de construction, mais il est nécessaire d'assurer ce budget.

Le cadre organisationnel pour la mise en œuvre du PGE du présent projet pourrait être composé des parties suivantes.

- A) Organisme d'exécution du projet (y compris la section environnementale) (ci-après dénommés les « PIA » (Project Implementation Agency)) (AGEROUTE)
- B) Donateur (JICA) et le ministère de l'Équipement et de l'Entretien Routier
- C) Entrepreneur (entreprise de construction) (ci-après dénommés les « PCC » (Project Construction Company))
- D) Consultant pour la supervision des travaux (ci-après dénommés les « CSC » (Construction Supervision Consultant))
 - ✓ Consultant en gestion de projet (ci-après dénommés les « PMC » (Project Management Consultant))
 - ✓ Consultant environnemental (ci-après dénommés les « EC » (Environmental Consultant))
- E) Agence nationale de l'Environnement (ANDE)

L'Agence nationale de l'Environnement vérifie et approuve les rapports soumis par l'AGEROUTE, et, suivant les besoins, peut prendre des mesures complémentaires.

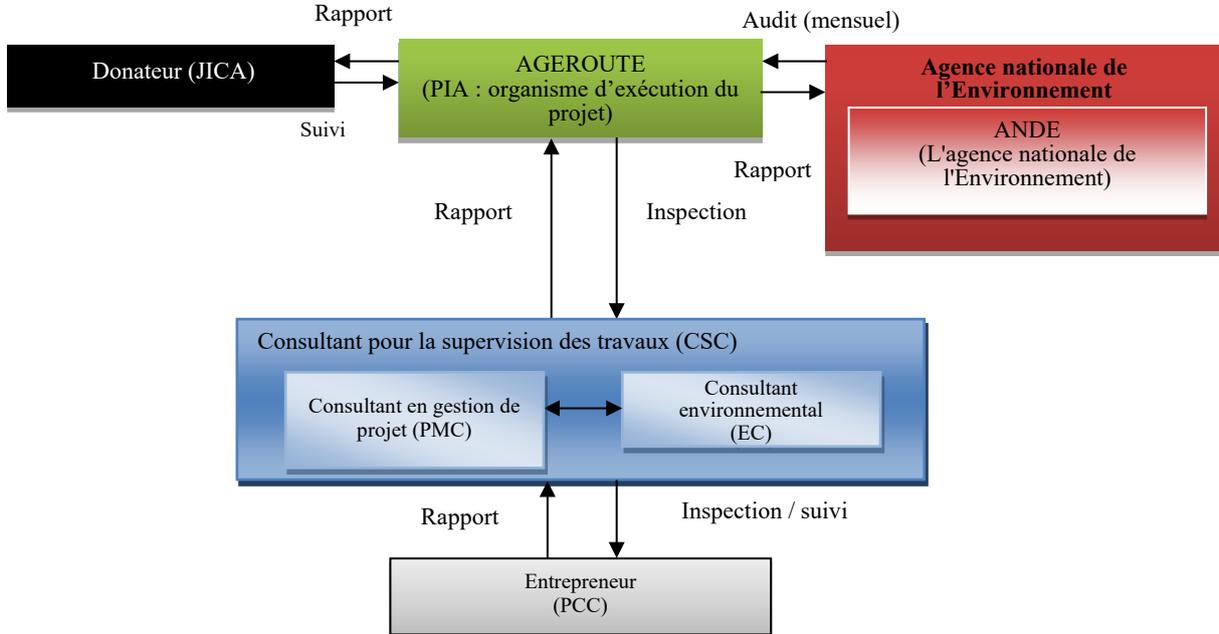
Ce qui précède constitue une partie du cadre organisationnel adéquat pour mettre en œuvre efficacement le plan de gestion environnementale et de suivi qui a été élaboré. Le rôle et la responsabilité de chacune de ces organisations sont indiqués au Tableau 11.1. et à la Figure 11.1.2.

Tableau 11.1.6 Organismes de mise en œuvre du plan de gestion environnementale, leurs rôle et responsabilités

Étape	Nom de l'organisme	Rôle et responsabilités
Avant les travaux et Pendant les travaux (3 ans)	PIA : organisme d'exécution du projet	
	AGEROUTE	<ul style="list-style-type: none"> • Elle coordonne avec chacun des organismes concernés pour la mise en œuvre du PGE • Elle supervise le PGE mis en œuvre par le PCC. • Elle examine et approuve les rapports de suivi environnemental remis par le CSC et l'EC, et indique les approches nécessaires. Une fois approuvé, le rapport est envoyé à l'ANDE.
	CSC : Consultant pour la supervision des travaux	
	Consultant en gestion de projet (PMC)	<ul style="list-style-type: none"> • Au bureau de chantier, il supervise le PCC à plein temps, et coopère avec le consultant environnemental (EC) au sein du CSC. • Il supervise les techniques, le calendrier et la sécurité des travaux.
	Consultant environnemental (EC)	<ul style="list-style-type: none"> • Il supervise les mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement approuvées, et mises en œuvre sur le chantier, ainsi que le suivi. Par ailleurs, il organise des réunions régulières avec le CSC / PIA et l'entrepreneur pour échanger des informations. • Il examine et corrige le rapport de suivi environnemental remis par le PC, et le présente à l'organisme d'exécution du projet, l'ONEP, le MNRE, les autorités locales, etc.
	PCC : Entrepreneur du projet	
	Entreprise construction (Entrepreneur)	<ul style="list-style-type: none"> • Après réception des consignes émises par le PMC et l'EC, il met en œuvre le PGE approuvé. • Le rapport de suivi environnemental concernant toutes les mesures d'atténuation mises en œuvre sur le terrain est remis à l'EC régulièrement, sur une base hebdomadaire et mensuelle.

Étape	Nom de l'organisme	Rôle et responsabilités
Après la mise en service (3 ans)	Organisme d'exécution du projet (PIA)	
	AGEROUTE	<ul style="list-style-type: none"> Elle met en œuvre le suivi environnemental / la gestion environnementale pendant 3 ans sur la base de l'EIES ayant été approuvée Elle remet les résultats du suivi environnemental à intervalle régulier au ministère des Infrastructures économiques et à l'ANDE

Source: Mission d'étude de la JICA



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 11.1.2 Organisme d'exécution de la gestion environnementale et du suivi (préliminaire)

(3) Formulaire de suivi préliminaire portant sur l'étude d'impact environnemental

Les rubriques du suivi conformes au formulaire de suivi environnemental s'appuyant sur les lignes directrices de la JICA sont indiquées ci-dessous. Les détails concernant les rubriques de suivi, les méthodes, la fréquence, ainsi que les normes connexes pendant les travaux (environ 3 ans) et après la mise en service (3 ans) sont indiqués au Tableau 11.1.3 et au Tableau 11.1.4.

S'agissant du formulaire de suivi environnemental, sur la base des lignes directrices de la JICA, il n'y a pas à l'heure actuelle de changements par rapport à la F/S.

1) Procédures d'approbation nécessaires et réunions publiques

Rubriques de suivi	Résultats de suivi
1. Approbation de l'EIES (avant les travaux : ANDE)	
2. Permis d'abattage (avant les travaux suivant les besoins : ANDE)	
3. Permis de drainage (avant les travaux : ANDE)	
4. Gestion des déchets (avant les travaux : ANDE)	
5. Gestion des règles de circulation	

Remarque : L'audience publique pendant les procédures de l'EIES est mise en œuvre sous l'égide de l'ANDE

2) Suivi

(a) Qualité de l'air

Principales rubriques	Unité	Valeur actuelle (2018) (Valeur minimale et valeur maximale des 7 points étudiés)	Valeur de référence de la Côte d'Ivoire	Valeur de référence internationale (IFC / OMS / Japon)	Méthode d'étude
TSP	µg/m ³	24,54 - 441,66	-	OMS 230 (24 heures)	– Points de suivi pendant les travaux (7 points) – Points de suivi après la mise en service (3 points) – Fréquence du suivi 2 fois / an x 3 ans de construction 2 fois / an x 3 ans d'opération – Méthode d'étude Équipement couvrant les méthodes de mesures et les valeurs de référence reconnues en Côte d'Ivoire
NO ₂	µg/m ³	<190 - 1 900	200 (1 heure)	IFC 200 (1hr)	
SO ₂	µg/m ³	<260 - 260	350 (24 heures)	IFC 20 (24heures)	
CO	µg/m ³	<1 150 - 3 440	10,000 (8 heures)	Japon 2.2920 (8 heures)	

(b) Bruit

Rubrique Unité	Points du suivi	Valeur actuelle (2017 - 2018)		Valeur de référence de la Côte d'Ivoire (Jour / Nuit) dB(A)	Référence Valeur des normes internationales (IFC) (Jour / Nuit) dB(A)	Méthode d'étude
		Jour 7h00 - 22h00 (15 heures en moyenne) dB(A)	Nuit 22h00 - 7h00 (9 heures en moyenne) dB(A)			
Niveau de bruit dB(A)	Bruit - Point 1 Carrefour de l'École de police (en face de l'école des Hautes Études Commerciales d'Abidjan) * Zone commerciale	67,3	61,1 (Dépassement de la valeur de référence)	70/50	70/70	– Points de suivi pendant les travaux (3 points) – Points de suivi après la mise en service (3 points) – Fréquence du suivi 2 fois / an x 3 ans de construction 1 fois / an x 3 ans d'opération – Méthode d'étude Équipement couvrant les méthodes de mesures et les valeurs de référence reconnues en Côte d'Ivoire (sonomètre et appareil de mesure de vibrations ordinaires)
	Bruit - Point 4 Carrefour Riviera 3 (à côté de l'école canadienne) * Zone commerciale	72,6 (Dépassement de la valeur de référence)	66,9 (Dépassement de la valeur de référence)	70/50	70/70	
	Bruit - Point 11 Carrefour Palmeraie (en face de l'église à côté du centre commercial) * Zone commerciale Note) les données sont les références du N° 7	71,3 (Dépassement de la valeur de référence)	67,7 (Dépassement de la valeur de référence)	70/50	70/70	
Vibrations dB	Points d'étude	Données mesurées en 2017 et 2018		Normes du pays	Normes internationales en référence (IFC)	
		Jour 7h00 - 20h00 (Moyenne pour 11 heures) dB	Nuit 20h00 - 7h00 (Moyenne pour 13 heures) dB			
	Vibrations - Point 1 Carrefour de l'École de police (en face de l'école des Hautes Études Commerciales d'Abidjan) * Zone commerciale	31,3	38,6	Absence de valeur de référence ivoirienne	70/65	

Rubrique Unité	Points du suivi	Valeur actuelle (2017 - 2018)		Valeur de référence de la Côte d'Ivoire (Jour / Nuit) dB(A)	Référence Valeur des normes internationales (IFC) (Jour / Nuit) dB(A)	Méthode d'étude
		Jour 7h00 - 22h00 (15 heures en moyenne) dB(A)	Nuit 22h00 - 7h00 (9 heures en moyenne) dB(A)			
	Vibrations - Point 2 Carrefour Riviera 3 (à côté de l'école canadienne) * Zone commerciale	46,0	36,4	Absence de valeur de référence ivoirienne	70/65	
	Vibrations - Point 5 Carrefour Palmeraie (en face de l'église à côté du centre commercial) * Zone commerciale Note) les données sont les références du N° 3	36,0	25,7	Absence de valeur de référence ivoirienne	70/65	

3) Environnement naturel

Aucune mention particulière

4) Environnement social

Rubriques et indicateurs de suivi		Résultats de suivi
4-1 Réinstallation des populations 4-2 Pauvreté (Pendant les travaux) (Après la mise en service)	Vérification du contenu de la mise en œuvre des compensations et des mesures de rétablissement des moyens de subsistance	
4-3 Économie locale (Pendant les travaux) (Après la mise en service)	Vérification du degré des impacts sur l'activité économique	
4-4 Infrastructures et services sociaux existants (Pendant les travaux)	1. Vérification des ouvrages déplacés (services publics, etc.) 2. Vérification des règles de la circulation et du degré des embouteillages	
4-5 Conflits d'intérêts régionaux (Pendant les travaux)	Vérification de la situation dans la zone résidentielle des ouvriers embauchés	
4-6 Paysages (Pendant les travaux) (Après la mise en service)	Vérification de l'état paysager (photos / observation visuelle)	
4-7 Maladies infectieuses (Pendant les travaux)	Vérification de l'état de santé, vérification du nombre de patients atteints d'une maladie infectieuse	
4-8 Environnement du travail (Pendant les travaux)	Situation des ouvriers en construction (situation de l'utilisation des équipements de sécurité, etc.)	
4-9 Accidents (Pendant les travaux) (Après la mise en service)	Vérification du nombre d'accidents	

Source: Mission d'étude de la JICA

(4) Liste de contrôle environnemental

La liste de contrôle environnemental des Lignes Directrices de la JICA est présentée dans le Tableau 11.1..

Tableau 11.1.7 Liste de contrôle environnemental (au 7 décembre 2018)

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Oui : O Non : N	Prise en compte des considérations environnementales et sociales (Raison de Oui/Non, fondement, mesure d'atténuation, etc.)
1. Permis et autorisations	(1) EIE et attestations de l'environnement	<p>(a) Les rapports d'EIE (les rapports de l'EIES), etc. ont-ils été achevés ?</p> <p>(b) Les rapports d'EIE ont-ils été approuvés par les autorités du pays partenaire ?</p> <p>(c) Les rapports d'EIE ont-ils été approuvés sans condition ? Si leur approbation était conditionnelle, les conditions requises sont-elles remplies ?</p> <p>(d) Outre ces approbations, les autres permis environnementaux requis ont-ils été obtenus auprès des autorités compétentes du pays partenaire ?</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p> <p>(c) –</p> <p>(d) N</p>	<p>(a) Le rapport de l'EIES est en cours de préparation et <u>a été soumis à l'ANDE le 25 octobre 2018</u>. Les consultations publiques organisées par l'ANDE ont été réalisées le 17 janvier 2019. L'examen technique sera mis en course au cours du mois de février 2019, et devrait être approuvé vers le mois de mars 2019. Il est prévu que la partie ivoirienne engage les procédures.</p> <p>(b) Comme indiqué ci-dessus, le rapport de l'EIES n'est pas approuvé.</p> <p>(c) Comme indiqué ci-dessus, le rapport de l'EIES n'étant pas approuvé, les conditions sont inconnues.</p> <p>(d) A part l'EIES, le permis de couper les arbres est requis par le ministère concerné, en cas de nécessité. Cependant, étant donné que, le long du boulevard cible, il n'existe pas d'espèces rares qui demandent le permis de couper les arbres, il ne sera pas nécessaire d'obtenir ce permis. Outre l'EIES, un permis de couper les arbres est requis par le ministère concerné, en cas de nécessité. Cependant, étant donné que, le long du boulevard cible, il n'existe pas d'espèces rares qui nécessitent un tel permis, il est supposé que son obtention ne sera pas nécessaire. Toutefois, au carrefour de l'École de police, eu égard à l'abattage d'arbres devant l'AFD (l'Agence française de Développement), compte tenu de la présence d'arbres au niveau de la ligne de délimitation, il est supposé qu'un avis / une autorisation de la part de l'AFD concernant le déboisement sera nécessaire séparément, et sera demandé par l'AGERROUTE.</p>
	(2) Explications au public	<p>(a) La nature du projet et les impacts potentiels sont-ils suffisamment expliqués aux parties prenantes locales sur la base de procédures appropriées, y compris la communication d'informations ?</p> <p>(b) Les commentaires émanant de la population locale ont-ils été pris en compte dans la planification du projet ?</p>	<p>(a) O</p> <p>(b) O</p>	<p>(a) Sur la base des lois et règlements en Côte d'Ivoire, plusieurs consultations publiques (réunions avec les parties prenantes locales) ont été organisées, et la population locale et les PAPs ont bien compris.</p> <p>(b) Il est prévu de refléter les opinions de la population locale obtenues dans les consultations publiques ou dans les réunions relatives au déplacement (mesures contre les inondations, principes de compensation, etc.).</p>
	(3) Examen des alternatives	<p>(a) Des plans alternatifs du projet ont-ils été examinés (y compris l'examen des aspects environnementaux et sociaux) ?</p>	<p>(a) O</p>	<p>(a) L'analyse des alternatives des ouvrages (passage supérieur/passage inférieur) prenant en compte les aspects environnementaux et sociaux a été effectuée, et le résultat a été expliqué à la population locale.</p>
2. Mesures anti-pollution	(1) Qualité de l'air	<p>(a) Les polluants atmosphériques (notamment l'oxyde de soufre (SO_x), l'oxyde de nitrogène (NO_x), la suite et les poussières) émis par les véhicules en déplacement, etc., ont-elles des impacts ? Les infrastructures installées dans le cadre du projet sont-ils conformes aux normes d'émissions et</p>	<p>(a) O</p> <p>(b) O</p>	<p>(a) (b) La qualité de l'air et les bruits dépassent déjà les normes environnementales. En cas avec projet, la source de génération des nuisances ne s'accroîtra pas. Cependant, en cas avec projet, le volume de trafic augmentera de 10% environ par rapport en cas sans projet. En ce qui concerne la qualité de l'air, l'effet de réduction de la congestion augmentera la vitesse en</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Oui : O Non : N	Prise en compte des considérations environnementales et sociales (Raison de Oui/Non, fondement, mesure d'atténuation, etc.)
		aux normes environnementales du pays ? (b) Aux alentours de la route cible, lorsque la situation de la pollution de l'air dépasse déjà les normes environnementales, le projet pourra-t-il aggraver davantage la pollution atmosphérique ? Des mesures appropriées sont-elles prises pour réduire la pollution atmosphérique ?		déplacement, et la qualité de l'air sera améliorée par rapport de cas sans projet. D'autre part, en ce qui concerne les bruits, les bruits augmenteront en fonction de l'augmentation du volume de trafic. Mais, il est prévu que les autres bruits (klaxon, etc.) liés à la congestion seront maintenues ou diminués par rapport de cas sans projet.
	(2) Qualité de l'eau	(a) L'érosion du sol provenant d'une partie de terres exposées, telles que le remblai ou le déblai, etc., pourra-t-elle endommager la qualité de l'eau en aval ? (b) Le projet donnera des impacts sur les sources d'eau aux alentours, telles que les puits, etc. ?	(a) N (b) N	(a) Les travaux de terrassement étant limités aux excavations des piliers, la partie de terres exposées sera faible. L'érosion du sol et la détérioration de la qualité de l'eau seront donc minimales. (b) Les sites du projet étant urbains, il n'y a pas de puits, etc.
	(3) Bruits et vibrations	(a) Les bruits et les vibrations liés aux véhicules en déplacement ou au chemin ferroviaire sont-ils conformes aux normes du pays ? (b) L'infrason provenant des véhicules ou du chemin ferroviaire est-elle conforme aux normes du pays ?	(a) — (b) —	(a) Les bruits actuels dépassent les valeurs de normes environnementales. Ces bruits sont liés aux activités humaines et les klaxons, etc., liés aux zones commerciales constituent une cause de ces bruits. D'autre part, d'après le résultat de la prévision, en cas avec projet, le volume de trafic en déplacement augmentera de 10% environ par le trafic détourné. Cependant, les impacts positifs de la réduction de la gestion baisseront la fréquence de klaxon. Il est donc prévu que le niveau de bruit sera maintenu ou inférieur. (b) La Côte d'Ivoire ne dispose pas de valeurs de référence sur l'infrason. De plus, étant donné qu'il n'y a pas d'impacts générant l'infrason, cet élément est exclu des éléments à vérifier.
3. Environnement naturel	(1) Zones protégées	(a) Le site du projet est-il situé dans des zones protégées par les lois du pays ou par des conventions internationales ? Le projet peut-il affecter ces zones protégées ?	(a) N	(a) Il n'existe pas de zones protégées dans les sites du projet.
	(2) Ecosystème	(a) Le site du projet comprend-il des forêts primaires, des forêts tropicales naturelles, des habitats écologiques de valeur (récifs coralliens, marécages à palétuviers, wadden, etc.) ? (b) Le site du projet comprend-il des habitats de valeur protégés par les lois du pays ou par des conventions internationales ? (c) Si des impacts importants sur l'écosystème sont attendus, des mesures appropriées sont-elles prises pour réduire ces impacts ? (d) Les mesures contre l'interruption d'une voie de déplacement des animaux sauvages ou des bétails, la division d'un habitat, les accidents de circulation des animaux, etc., sont-elles prises ? (e) Les ponts et routes construits pourront-ils donner un impact lié au développement sur la dégradation forestière, le braconnage, la désertification, le séchage de zones humides, etc. ? Y a-t-il des risques que les espèces exotiques (qui ne vivent pas dans la zone conventionnelle) ou les insectes et maladies entrent et perturbent l'écosystème ? Les mesures contre cela	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	(a) Il n'existe pas de zones indiquées dans la rubrique gauche dans les sites du projet. (b) Il n'existe pas de zones indiquées dans la rubrique gauche dans les sites du projet. (c) Les sites du projet étant situés dans la zone urbaine, il est prévu qu'il y a presque pas d'impacts sur l'écosystème. (d) Les sites du projet étant situés dans la zone urbaine, il est prévu qu'il y a presque pas d'animaux sauvages ni de bétails. (e) Les sites du projet étant situés dans la zone urbaine, il est prévu qu'il n'y a pas d'impacts prévus figurant dans la rubrique gauche.

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Oui : O Non : N	Prise en compte des considérations environnementales et sociales (Raison de Oui/Non, fondement, mesure d'atténuation, etc.)
		sont-elles préparées ?		
	(3) Hydrologie	(a) Des altérations du réseau hydrographique entraînées par les ouvrages installés pourront-elles avoir un impact négatif sur les flux d'eaux de surface et d'eaux souterraines ?	(a) N	(a) Dans le projet, les travaux de terrassement étant limités aux excavations pour les piliers et à des déblais, les eaux souterraines ne seront pas affectées. De plus, le plan de drainage sera conçu dans la Conception détaillée, de manière à ce que les eaux de surface des pluies s'écoulent rapidement pendant les travaux et après la mise en service.
	(4) Topographie et géologie	(a) Y a-t-il des endroits où un effondrement ou un glissement de terrain peut se produire ? Si oui, les mesures appropriées par une méthode, etc., seront-elles prises ? (b) Les travaux de terrassement, tels que le remblai, le déblai, etc., pourront-ils générer un effondrement ou un glissement de terrain ? Les mesures appropriées contre cet effondrement ou ce glissement de terrain seront-elles prises ? (c) L'érosion du sol à partir de remblai, déblai, dépôt de terre, fouille d'emprunt pourra-t-il se produire ? Les mesures appropriées contre l'érosion du sol seront-elles prises ?	(a) N (b) N (c)	(a) (b) Un déblai se produira (au Carrefour de l'Ecole de Police). Cependant, des mesures pour la protection des talus, telles que le soutènement, etc., étant prises, il est prévu qu'il n'y aura pas d'effondrement ni de glissement de terrain. (c) Il est prévu qu'il y aura un déblai temporairement pendant les travaux au Carrefour de l'Ecole de Police. Cependant, étant donné que les travaux seront effectués en principe pendant la saison sèche, l'érosion du sol à partir de la surface de déblai sera faible. De plus, la surface de déblai étant protégée avec des sacs de sable, etc., pendant les travaux, la terre sus-jacente sera conservée.
4. Environnement social	(1) Réinstallation	(a) La mise en œuvre du projet implique-t-elle une réinstallation forcée ? Si oui, des efforts sont-ils entrepris pour atténuer les impacts de la réinstallation ? (b) Des explications appropriées sur l'indemnisation et les mesures pour la reconstruction de la vie sont-elles fournies aux personnes déplacées avant la réinstallation ? (c) Une étude sur la réinstallation a-t-elle été menée ? Un plan de réinstallation, comprenant la compensation par un coût de remplacement et le rétablissement de la base économique des personnes déplacées, est-il établi ? (d) Le paiement des indemnités a-t-il lieu avant la réinstallation ? (e) Les principes relatifs au versement des indemnités sont-ils mentionnés par écrit ? (f) Le plan de réinstallation accorde-t-il une attention particulière aux groupes ou aux personnes vulnérables, comprenant les femmes, les enfants, les personnes âgées, les personnes vivant dans la pauvreté, les minorités ethniques et les populations autochtones ? (g) L'accord des personnes déplacées est-il obtenu avant la réinstallation ? (h) Existe-t-il un cadre organisationnel pour bien mettre en œuvre la réinstallation ? Les capacités de mise en œuvre et les moyens financiers sont-ils assurés ? (i) Un suivi des impacts de la réinstallation est-il prévu ? (j) Une structure de gestion des réclamations a-t-elle été mise en place ?	(a) — (b) O (c) O (d) O (e) O (f) O (g) O (h) O (i) O (j) O	(a) L'enquête étant en cours, cela n'est pas confirmé. (b) Sur la base des lignes directrices respectées par l'AGEROUTE (lignes directrices de la Banque Mondiale, BAD ou JICA, etc.), l'AGEROUTE a organisé plusieurs réunions avec la population locale à l'étape de l'étude de faisabilité pour expliquer les principes de compensation. De plus, à l'étape de la conception détaillée, sur la base du PAR mis à jour, il est prévu d'organiser une explication détaillée pour la population et il est prévu aussi de tenir des discussions avec les individus en présence d'un ONG, etc. à l'étape de paiement de compensation. (c) Sur la base des Lignes Directrices de la JICA, l'enquête du PAR a été réalisée et les principes de compensation ou LRP sont examinés. (d) Sur la base des lignes directrices, etc., il est prévu de payer les indemnités, etc., avant le commencement des travaux. (e) Les principes de compensation seront décrits dans le document (PAR) et rendus publics. (f) Comme couches vulnérables, les personnes vivant dans la pauvreté, les personnes âgées de plus de 61 ans, les personnes handicapées, les femmes chefs de ménage, etc. ont été extraits pour l'examen de LRP. (g) La plupart des personnes déplacées ont donné leur accord sur la mise en œuvre du projet. (h) La mise en œuvre de réinstallation relève du Ministère de la Construction (MOC) qui dispose de la structure d'exécution. De plus, la budgétisation est assurée par l'AGEROUTE avec laquelle le Ministère du Budget et le <u>Ministère de l'Équipement et de l'Entretien Routier</u> collaborent à la budgétisation. (i) Le plan de suivi de la réinstallation est examiné dans le PAR, et il est prévu d'assurer un suivi interne et un suivi externe. (j) Le système de gestion des réclamations sera

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Oui : O Non : N	Prise en compte des considérations environnementales et sociales (Raison de Oui/Non, fondement, mesure d'atténuation, etc.)
				<u>établi</u> dans le PAR.
	(2) Conditions de vie et de subsistance	<p>(a) Lorsque des ponts et voies d'accès seront installés par le développement, ces ponts et voies d'accès pourront-ils avoir un impact sur les moyens de transport existants et la vie des populations qui s'y engagent ? De plus, un grand changement dans l'occupation de sol et le moyen de subsistance, ou un chômage aura-t-il lieu ? Le plan accorde-t-il une attention particulière pour atténuer cet impact ?</p> <p>(b) Le projet pourra-t-il avoir un impact négatif sur la vie des populations locales ? Si nécessaire, des mesures seront-elles envisagées pour atténuer cet impact ?</p> <p>(c) Y a-t-il des risques qu'un afflux de population à partir d'autres régions entraîne des maladies (y compris les infections, telles que SIDA, etc.) ? L'hygiène publique sera-t-elle convenablement prise en compte en cas de nécessité ?</p> <p>(d) Le projet donnera-t-il un impact négatif sur la circulation routière aux alentours (congestion, augmentation des accidents de circulation, etc.) ?</p> <p>(e) Le projet affectera-t-il le déplacement de la population locale ?</p> <p>(f) Les ouvrages, tels que les ponts, etc., pourront-ils générer l'ombrage ou la perturbation électromagnétique ?</p>	<p>(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N</p>	<p>(a) (b) Les travailleurs qui s'engagent dans les transports publics, tels que les taxis et les bus, le long de l'emprise du projet, devront se déplacer provisoirement pendant les travaux. De plus, des boutiques, etc., devront se déplacer pendant les travaux. Les principes de compensation ont été élaborés dans le PAR. Étant donné que des problèmes d'accès jusqu'aux installations commerciales au bord de la route sont à prévoir, laissant craindre des conséquences économiques, une étude sur les impacts indirects sera mise en œuvre.</p> <p>(c) Les zones du projet étant une zone urbaine déjà développée, un nouvel afflux de population ne sera pas prévu. Cependant, il est nécessaire de faire la gestion hygiénique pour les personnes concernées par les travaux, et les mesures d'atténuation ont été élaborées dans l'EIES.</p> <p>(d) L'augmentation de la congestion pendant les travaux est prévue. A cet effet, une déviation ayant une capacité suffisante de trafic sera planifiée dans les travaux.</p> <p>(e) Pendant les travaux, l'emprise du projet étant une zone d'accès restreint, le déplacement de la population locale sera empêché. A cet effet, des passerelles pour piétons, etc., seront mises en place dans le plan de travaux. La planification sera examinée dans la Conception détaillée.</p> <p>(f) Il existe des établissements commerciaux près des ponts à construire. Cependant, dans ces zones, les impacts négatifs, tels que l'ombrage, etc., ne seront pas traités (l'ombre est préférée à cause d'une haute température). De plus, une hauteur maximale des ouvrages sera de moins de 10m, et une perturbation électromagnétique n'aura pas lieu.</p>
	(3) Patrimoine culturel	(a) Le projet pourra-t-il endommager des sites du patrimoine archéologique, historique, culturel ou religieux ? Des mesures sont-elles envisagées pour protéger ces sites en conformité avec les lois du pays ?	(a) N	(a) Dans l'emprise du projet, il n'existe pas de patrimoine culturel, etc., enregistrés.
	(4) Paysage	(a) Le projet pourra-t-il avoir un impact négatif sur le paysage nécessitant une prise en compte particulière ? Les mesures nécessaires seront-elles prises ?	(a) N	(a) Aux alentours des sites du projet, il n'existe pas de zone de conservation du paysage sur le plan légal.
	(5) Minorités ethniques et populations autochtones	<p>(a) Des moyens de réduire les impacts sur la culture et le mode de vie des minorités ethniques et des populations autochtones sont-ils envisagés ?</p> <p>(b) Le projet respecte-t-il les droits des minorités ethniques et des populations autochtones sur les terres et les ressources ?</p>	<p>(a) N (b) N</p>	<p>(a) Dans l'emprise du projet, il n'y a pas de minorités ethniques ni de populations autochtones.</p> <p>(b) Dans l'emprise du projet, il n'y a pas de minorités ethniques ni de populations autochtones.</p>
	(6) Conditions de travail	<p>(a) Le cadre juridique en vigueur dans le pays relatif aux conditions de travail est-il respecté lors de la mise en œuvre du projet ?</p> <p>(b) Des mesures appropriées sont-elles prévues et mises en place pour la sécurité des personnes travailleurs sur le projet, notamment l'installation</p>	<p>(a) O (b) O (c) O (d) O</p>	<p>(a) Les conditions de travail seront respectées sur la base des lois et règlements relatifs au travail en Côte d'Ivoire (Code de Travail 2015) ou des normes de la Société Financière Internationale (23^{ème} Section, Santé et sécurité au travail, conditions de personnes travailleurs et de travail)</p> <p>(b) Dito</p> <p>(c) Dito</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Oui : O Non : N	Prise en compte des considérations environnementales et sociales (Raison de Oui/Non, fondement, mesure d'atténuation, etc.)
		<p>d'équipements de protection visant à prévenir les accidents industriels ou la gestion de matières dangereuses ?</p> <p>(c) Des mesures appropriées sont-elles prévues et mises en place pour l'élaboration d'un programme de santé et de sécurité, ou des formations à la sécurité destinées à la main d'œuvre (sécurité routière, santé publique, etc.) ?</p> <p>(d) Des mesures appropriées sont-elles prises pour s'assurer que le personnel de gardiennage impliqué dans le projet ne porte pas atteinte à la sécurité des personnes travailleurs sur le projet ou de la population locale ?</p>		(d) Dito
5. Autres	(1) Impacts pendant la mise en œuvre du projet	<p>(a) Des mesures appropriées sont-elles envisagées pour réduire les impacts pendant les travaux (bruits, vibrations, turbidité de l'eau, poussière, gaz d'échappement, déchets, etc.) ?</p> <p>(b) Les travaux pourront-ils avoir un impact négatif sur l'environnement naturel (écosystème) ? Des mesures appropriées sont-elles envisagées pour réduire cet impact ?</p> <p>(c) Les travaux pourront-ils avoir un impact négatif sur l'environnement social ? Des mesures appropriées sont-elles envisagées pour réduire ces impacts ?</p>	<p>(a) O</p> <p>(b) N</p> <p>(c) O</p>	<p>(a) Dans le Plan de Gestion de l'Environnement de l'EIES, les mesures d'atténuation sont préparées. Pour les détails, voir le Tableau 11.1.4.</p> <p>(b) Il n'y a presque pas d'environnement naturel dans l'emprise du projet. Par conséquent, les mesures d'atténuation pour cela ne seront pas préparées.</p> <p>(c) Les principes de compensation du PAR couvriront les impacts sociaux, tels que l'acquisition de terrain, etc. Pour les autres impacts sociaux (impacts sur l'économie locale, etc.), les mesures d'atténuation seront préparées dans le Plan de Gestion de l'Environnement.</p>
	(2) Suivi	<p>(a) Le promoteur du projet élabore-t-il et met-il en œuvre un programme de suivi pour les points à contrôler précités susceptibles d'avoir un impact ?</p> <p>(b) De quelle façon les différents points, méthodes et fréquences de suivi que comporte ce plan sont-ils retenus ?</p> <p>(c) Le promoteur du projet établit-il un cadre de suivi approprié (notamment organisation, personnel, équipement, budget approprié pour assurer ce cadre) ?</p> <p>(d) La production des rapports de suivi du promoteur du projet aux autorités administratives, notamment la méthode et la fréquence, est-elle réglementée ?</p>	<p>(a) O</p> <p>(b) —</p> <p>(c) O</p> <p>(d) O</p>	<p>(a) Il est prévu d'établir le Plan de Gestion de l'Environnement de l'EIES et de mettre en œuvre le suivi sur la base du PGE. Le plan détaillé a été décrit dans le Chapitre 7.2 du rapport de l'EIES.</p> <p>(b) Les éléments, la méthode et la fréquence ne sont pas prescrits dans les lois de Côte d'Ivoire. En général, dans l'EIES, le Consultant fait des propositions et l'ANDE est chargée de les réviser pour l'approbation.</p> <p>(c) Au sein de l'AGEROUTE, le cadre de suivi est construit et mis en œuvre selon ce cadre. Le cadre de suivi (organisation) est décrit dans le Chapitre 7.3 du rapport de l'EIES. Le budget y afférent est inclus dans le coût du projet. L'entrepreneur recrutera un consultant local, etc., pour assurer le suivi et le maître d'œuvre est chargé de vérifier le résultat du suivi. Le rapport mensuel sera soumis à l'AGEROUTE Puis, l'AGEROUTE fera un rapport auprès de l'ANDE mensuellement.</p> <p>(d) D'après l'ANDE, pendant les travaux, le résultat du rapport mensuel devra être soumis par écrit par l'AGEROITE à l'ANDE qui est chargé de le vérifier.</p>
6. Notes	Référence aux autres listes de contrôle environnemental	<p>(a) Si nécessaire, il faudra en outre évaluer les points pertinents de la liste de contrôle des projets de route, de chemins de fer et des ponts (notamment en cas de grand abattage, etc.).</p> <p>(b) Si nécessaire, il faudra ajouter les éléments à contrôler pour le transport et la distribution d'électricité (en cas de construction des installations de transport et de distribution d'électricité,</p>	<p>(a) —</p> <p>(b) —</p>	<p>(a) Un grand abattage des arbres n'est pas prévu.</p> <p>(b) Le transport d'électricité etc., n'est pas prévu (sauf le déplacement).</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Oui : O Non : N	Prise en compte des considérations environnementales et sociales (Raison de Oui/Non, fondement, mesure d'atténuation, etc.)
		etc.).		
	Note sur l'utilisation de la liste de contrôle environnemental	(a) Si nécessaire, il faudra également vérifier l'impact sur les problèmes environnementaux dépassant les frontières nationales ou les problèmes mondiaux (notamment pour les projets susceptibles de contenir des éléments en rapport avec les problèmes de gestion transfrontalière des déchets, les pluies acides, la destruction de la couche d'ozone ou le réchauffement climatique, etc.).	(a) –	(a) Le projet ne donnera pas d'impacts de l'échelle mondiale.

Rem.1) En ce qui concerne le terme « normes du pays » mentionné dans le tableau ci-dessus, dans le cas où les normes environnementales dans le pays du projet diffèrent notablement des normes internationales, il faudra prendre, si nécessaire, les mesures appropriées.

Dans le cas où une réglementation environnementale locale n'a pas encore été établie dans certains domaines, la prise en compte devra se faire sur la base d'une comparaison avec les normes appropriées d'autres pays (y compris l'expérience du Japon).

Rem.2) La liste de contrôle environnemental indique les aspects environnementaux généraux à contrôler. Il peut s'avérer nécessaire d'ajouter ou d'éliminer un aspect en tenant compte des caractéristiques du projet et de la situation particulière du pays et du site du projet.

Source: Mission d'étude de la JICA

11.2 Plan de déplacement et réinstallation de populations

11.2.1 Étendue de l'acquisition de terrains et de la réinstallation des populations

Dans le cadre du présent projet, conformément aux lignes directrices de la JICA, des considérations adéquates seront prises au stade de la conception afin de minimiser autant que possible les effets négatifs, tels qu'une réinstallation forcée et une perte des moyens de subsistance des populations, découlant de la mise en œuvre des travaux. Toutefois, des habitations, des établissements commerciaux et des établissements d'enseignement sont alignés les uns contre les autres le long du boulevard Mitterrand, et il sera nécessaire de procéder à des expropriations de terrains et à des déplacements et réinstallations de bâtiments pour une partie des installations.

(1) Nombre de propriétés affectées

Le nombre de propriétés et de terrains affectés par le présent projet est indiqué dans le Tableau 11.2.1 ci-dessous.

Tableau 11.2.1 Nombre de propriétés affectées cibles des expropriations de terrains

Propriétés affectées (Structure durable)	Carrefour	Nombre de propriétés affectées	Nombre de personnes affectées
Habitation (Résidence principale)	Ecole de Police	10 (0) ^{*1}	0
	Riviera 3	3 (0)	0
	Palmeraie	4 (1)	6
Commerçant (Bâtiment principal)	Ecole de Police	1 (1)	0
	Riviera 3	14 (2)	13(estimation ^{*1})
	Palmeraie	6 (0)	0
Bâtiment public	Ecole de Police	4 (0)	0
Total du nombre de propriétés affectées (Structure durable)		42	19

Propriétés affectées (Structure temporaire)	Carrefour	Nombre de propriétés affectées	Nombre de personnes affectées
Locataire de boutique	Ecole de Police	4	21
	Riviera 3	2	7
	Palmeraie	0	0
Kiosks	Ecole de Police	0	0
	Riviera 3	20	33
	Palmeraie	3	3
Vendeurs de rue	Ecole de Police	0	0
	Riviera 3	131	150
	Palmeraie	115	158
Terrain/Propriétaire de terrain	Riviera 3	8	0
Total du nombre de propriétés affectées (Structure temporaire)		283	372

Délocalisation temporaire	Carrefour	Unité	Personnes concernées
Station publique de taxis	Palmeraie	1	Taxis et vendeurs de rue à la station actuelle

*1 : Les chiffres entre parenthèses () indiquent le nombre de résidences principales / bâtiments principaux.

*2 : L'un des deux commerçants dont le bâtiment principal est affecté refuse de répondre aux enquêtes socio-économiques et le nombre de ses employés n'a pas été confirmé. En conséquence, le nombre estimatif calculé par la base d'un autre commerçant similaire est indiqué dans le Tableau 11.2.1.

Source : Mission d'étude de la JICA

Les figures suivantes indiquent la localisation et les biens affectés des structures durables dans le tableau ci-dessus.



No	Occupation du terrain	Biens affectés	No	Occupation du terrain	Biens affectés
2	Habitation	Terrain, Clôture	10	Habitation	Terrain, Clôture, Jardin, Appâtâmes
3	Habitation	Terrain, Clôture, Espace vert, Piscine	11	Habitation	Terrain, Clôture, jardin, Piscine, Préau
4	Habitation	Terrain, Clôture, Jardin	13	Station-service	Espace vert, Accès
5	Habitation	Terrain, Clôture, Jardin	Domaine public		
6	Habitation	Terrain, Clôture, Jardin	1	Ecole de gendarmerie	Terrain, Clôture, Bâtiment, Regard
7	Habitation	Terrain, Bâtiment, Clôture, Jardin, Sanctuaire	12	Ecole de police	Terrain, Clôture, Espace vert, Accès, Niche
8	Habitation	Terrain, Clôture, Jardin, Piscine	14	Ministère de la justice	Terrain, Clôture, Parking, Réservoir
9	Habitation	Terrain, Clôture, Jardin, Sanctuaire	15	Université	Espace vert

Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 11.2.1 Terrains et biens affectés (Ecole de Police)



No	Occupation du terrain	Biens affectés	No	Occupation du terrain	Biens affectés
1	Commerçant	Magasin, Parking	9	Commerçant	Terrain, Bâtiment, Parking
2	Habitat collectif	Terrain, Parking	10	Commerçant	Terrain, Parking, Grille de protection
3	Banque	Terrain, Parking, Grille de protection	11	Commerçant	Entrée
4	Commerçant	Parking	12	Habitation	Terrain, Parking, Grille de protection
5	Institut d'éducation	Parking, Muret	13	2 Commerçants	Parking
6	Station-service	Entrée	14	Commerçant	Terrain, Parking
7	Commerçant	Terrain, Bâtiment, Grille de protection, Parking	15	Supermarché	Terrain, Parking, Clôture, Réservoir
8	Station-service	Terrain, Entrée	16	Maison en construction	Terrain, Bâtiment

Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 11.2.2 Terrains et biens affectés (Riviera 3)



No	Occupation du terrain	Biens affectés	No	Occupation du terrain	Biens affectés
1	Habitation + Commerçant	Terrain, Clôture, Parking	7	Commerçant	Parking
2	Habitation	Terrain, Bâtiment, Jardin, Parking	8	Commerçant	Parking, ascenseur
3	Habitation	Terrain, Habitation principale, Jardin, Magasin, Clôture	9	Commerçant	Parking
4	Habitation	Terrain, Bâtiment, Parking, Jardin, Magasin, Clôture	10	Commerçant	Parking
5	Commerçant	Terrain, Clôture, Jardin, Poste de police			Délocalisation temporaire
6	Commerçant	Parking	11	Station de taxis	Station de taxi, Vendeurs de rue

Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 11.2.3 Terrains et biens affectés (Palmeraie)

(2) Réinstallation des habitants

A Palmeraie, une parcelle d'un ménage (6 personnes) est affectée par la délocalisation. 17.9% (115.6m²) de la superficie de cette parcelle (660m²), dont une partie de résidence et de l'espace vert, un magasin et une clôture seront démolis. Le propriétaire de la parcelle affectée prévoit de reconstruire les bâtiments démolis sur le reste de la parcelle (544.4m²) et d'y rester. Le même propriétaire est d'accord avec le présent projet. Le revenu annuel de ce ménage est de 50 000 000FCFA, cela est presque 6 fois plus élevé que le revenu annuel moyen de l'ensemble de ménages affectés par le présent projet (environ 8 375 000FCFA). La ventilation de revenu annuel des ménages se présente telle qu'indiqué dans le tableau suivant.

Tableau 11.2.2 Ventilation de revenu annuel moyen des ménages affectés par le présent projet
(unité: ménage)

Revenu annuel de ce ménage (FCFA)	Ecole de Police	Riviera 3	Palmeraie	Total
0- 2 000 000	0	83	48	131
2 000 001 – 6 000 000	1	46	53	100
6 000 001 – 10 000 000	1	11	9	21
10 000 001 – 20 000 000	5	5	8	18
20 000 001-40 000 000	3	1	4	8
40 000 001 et plus	0	0	3	3
Non réponse	9	31	3	43
Total	19	178	128	325
Moyen	15 808 000 FCFA	3 071 096 FCFA	6 248 549 FCFA	8 375 881 FCFA

Source : Mission d'étude de la JICA

(3) Réinstallation des commerçants

Dans le cadre du présent projet, deux commerçants (bâtiments principaux) et six locataires de boutiques sont affectés par la délocalisation. Les commerçants affectés sont les magasins d'électroménager et de change devise. Les locataires affectés sont une poissonnerie, un restaurant, deux boutiques de divers, un atelier de couture et une agence de placement de personnel. Les activités économiques seront suspendues pour une durée liée à la délocalisation. La perte des revenus causée par la suspension des activités doit être indemnisée à chaque commerçant ainsi que les frais de location d'un camion (100 000FCFA) pour le déplacement.

En outre, les boutiques illégalement installés font l'objet de délocalisation comme les Kiosque et les vendeurs de rue le long du boulevard Mitterrand à Palmeraie et à Riviera 3. Comme la plupart de Kiosques sont en baraque en bois, et les vendeurs de rue ayant simplement une table sous parasol anti-soleil, ils ne possèdent pas assez d'équipements, les opérations du déplacement seraient simples et la suspension des activités économiques n'est pas prévue durant le déplacement.

(4) Ménages vulnérable

Dans le cadre du présent projet, l'assistance aux ménages vulnérables est estimée sur la base du coût d'assistance fixé à 132 660FCFA (ce qui équivalant au seuil de pauvreté mensuel (22 110 FCFA/ mois /personne) de 6 mois). Les ménages vulnérables dans le cadre du présent projet sont définis comme (1) ménages gérés par une femme, (2) ménages dont le revenu est au-dessous du seuil de pauvreté, (3) personnes handicapées ou ménages comprenant un membre handicapé, (4) personnes âgées (plus de 61 ans). Au total 121 ménages ont été identifiés comme vulnérables dont 115 sont les vendeurs de rue à Riviera 3 et à Palmeraie et 110 parmi les 115 sont les ménages gérés par une femme. La répartition de ménages vulnérables est présentée dans le tableau ci-dessous et aucun handicapé n'a été identifié.

Par ailleurs, il a été constaté que 111 personnes affectées ne sont pas scolarisées. Au cas où les personnes qui reçoivent l'assistance sont analphabètes, la négociation doit être faite oralement ou en présence d'un membre alphabétisé de sa famille.

Tableau 11.2.3 Repartition des ménages vulnérables

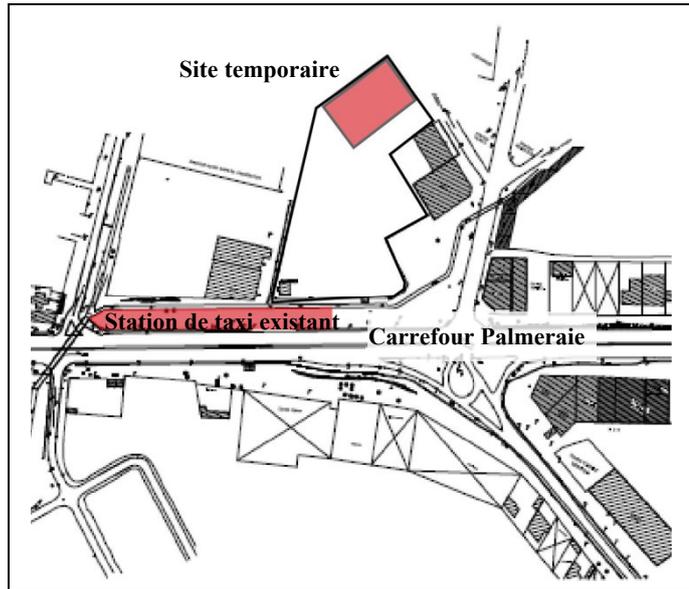
(unité: personne)

Carrefour	Ménages gérés par une femme	Revenu au-dessous du seuil de pauvreté	Personnes âgées	Ménages vulnérable	Analphabètes
Ecole de Police	2	0	4	6	0
Riviera 3	52	0	1	53	62
Palmeraie	58	2	2	62	49
Total	112	2	7	121	111

Source : Mission d'étude de la JICA

(5) Site temporaire de Taxi durant les travaux

La station de taxi située au nord-ouest du carrefour de la Parmeraie sera délocalisée temporairement durant les travaux et transféré au site indiqué par AGEROUTE. Ce site temporaire est actuellement un terrain nu situé au nord de la station existante et possédé par une société immobilière. La superficie de l'ensemble de ce terrain est de 19 000m² parmi lesquels 2 700m² correspondant à la superficie de la station actuelle sera aménagée par AGEROUTE et mis à la disposition des chauffeurs de taxis. Sur ce terrain de 2 700m², il n'y a aucun bâtiment ni commerçant qui sont installés et l'étude du plan d'Action de Réinstallation (ci-après dénommée l'« PAR ») pour ce terrain n'est pas nécessaire.



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 11.2.4 Délocalisation de la station de taxi

La station existante est gérée par le syndicat de taxi de Cocody où 250 chauffeurs sont enregistrés, et d'environ 30 à 50 taxis y restent toujours. A la station, 37 commerçants vendent les nourritures et les produits quotidiens aux chauffeurs de taxis et aux utilisateurs. Dans le cadre du présent projet, les taxis enregistrés au syndicat et les vendeurs feront l'objet de délocalisation temporaire. Ils continuent leurs activités économiques sur le site temporaire durant les travaux et retournent après l'achèvement à la nouvelle station aménagée par ce présent projet.

Les boutiques sur la station actuelle sont souvent simples, dotées d'un parasol et des tables. Les vendeurs n'ayant pas beaucoup d'équipements, une délocalisation simple est prévue. Comme le site temporaire se situe à proximité de la station actuelle, il n'y a vraiment pas de perte des revenus des personnes affectées et ni de changement du style d'activités.

11.2.2 Mesures concrètes d'indemnisation ou d'aide

En Côte d'Ivoire, l'expropriation de terrains dans un but d'utilité publique est mise en œuvre sur la base du « Décret du 25 novembre 1930 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique ».

En ce qui concerne également l'expropriation de terrains et la réinstallation de bâtiments nécessaires à la mise en œuvre du présent projet, les décisions concernant les personnes en mesure d'obtenir des compensations et les mesures d'aide nécessaires, et le calcul des compensations, basés sur ledit décret et les lignes directrices de la JICA, sont indiqués au tableau suivant.

Tableau 11.2.4 Mesures concrètes d'indemnisation / d'aide

Objectif	Personnes affectées et mesures concrètes d'indemnisation / d'aide
Compensation des terrains	L'indemnisation concerne les personnes qui détiennent un droit formel sur les terres. Le montant de l'indemnisation sera calculé en appliquant uniformément le prix de la terre dans la commune de Cocody.
Compensation des bâtiments (y compris les équipements auxiliaires)	Tous les bâtiments se trouvant sur les terrains cibles des expropriations feront l'objet de compensations, qu'un droit formel s'applique ou non à ces terres.
Indemnisation des locataires	Les locataires seront indemnisés avant leur relocalisation à la hauteur de trois mois de loyer en tant que coût nécessaire à la location d'un bâtiment comparable.
Compensation pour interruption des activités commerciales	Les personnes concernées seront indemnisées à la hauteur de trois mois de bénéfices d'exploitation en tant que compensation pour pertes d'exploitation pendant la réinstallation.
Compensation des revenus	Les personnes concernées seront indemnisées à la hauteur de trois mois de revenus en tant que compensation jusqu'à la reprise de leur activité.
Indemnisation des personnes socialement vulnérables	Les mères seules, les personnes veuves, les personnes handicapées et les familles avec une personne handicapée, les personnes âgées (61 ans et plus), et les familles vivant sous le seuil de pauvreté recevront uniformément une somme de 132 660 FCFA.
Compensation des frais de réinstallation	Les personnes concernées seront indemnisées à la hauteur d'une somme comprise entre 10 000 FCFA et 25 000 FCFA en tant qu'allocation de transport nécessaire à la réinstallation.
Indemnisation des personnes indirectement affectées	En ce qui concerne les commerces légalement constitués situés le long du boulevard Mitterrand, des mesures d'atténuation des effets des travaux seront examinées dans le cas d'impacts sur le chiffre d'affaires et les bénéfices pendant la durée des travaux.
Compensation relative au parc de stationnement public	Le parc de stationnement public au carrefour Palmeraie sera déplacé pendant la durée des travaux sur un site de réinstallation temporaire désigné par l'AGEROUTE et regagnera son emplacement original réaménagé dans le cadre du présent projet après l'achèvement des travaux.

Source : Mission d'étude de la JICA

Le PAR du présent projet sera conforme au décret en vigueur en Côte d'Ivoire, et, dans le cas de différences entre ledit décret et les lignes directrices de la JICA, les lignes directrices de la JICA seront adoptées en priorité lors de sa formulation. Il est confirmé au tableau suivant que le PAR du présent projet satisfait les critères des lignes directrices de la JICA.

Tableau 11.2.5 Comparaison des lignes directrices de la JICA et du PAR

	Considérations environnementales et sociales de la JICA Lignes directrices (LD JICA) et politiques opérationnelles de la Banque mondiale (OP 4.12, BM)	Mentions dans le PAR	Différences
1	Il faut éviter la réinstallation forcée et la perte de revenu des populations en explorant toutes les alternatives viables. (LD JICA)	Toutes les alternatives viables permettant d'éviter une réinstallation forcée et une perte des moyens de subsistance des populations seront explorées.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
2	S'il s'avère impossible d'éviter la réinstallation des populations, des mesures efficaces doivent être prises pour minimiser les impacts et compenser les pertes. (LD JICA)	S'il s'avère impossible d'éviter la réinstallation des populations, des mesures efficaces seront examinées pour minimiser les impacts et compenser les pertes.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
3	Les populations affectées par une réinstallation forcée et une perte de revenu devront être dédommagées et soutenues d'une manière adéquate afin d'améliorer les conditions de vie, les opportunités de revenu et le niveau de production des populations touchées, ou du moins rétablir la situation socio-économique antérieure au projet. (LD JICA)	Les personnes qui seront affectées par une réinstallation forcée et une perte de leurs moyens de subsistance seront indemnisées pendant la période de rétablissement de leurs revenus et de leur mode de vie (3 mois).	Conforme aux lignes directrices de la JICA
4	Dans la mesure du possible, une compensation sera octroyée, à hauteur de la valeur totale de remplacement. (LD JICA)	La compensation sera calculée sur la base du prix de réacquisition d'un logement comparable.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
5	La compensation pour pertes foncières et financières et les autres soutiens doivent être achevés avant la réinstallation / relocalisation. (LD JICA)	La compensation sera versée avant le déplacement et la réinstallation.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
6	S'agissant des projets impliquant une réinstallation forcée à grande échelle, des plans de réinstallation doivent être préparés et diffusés au public. (LD JICA)	Étant donné que moins de 200 personnes sont concernées par une réinstallation dans le cadre du présent projet, il ne s'agit pas d'une réinstallation forcée de grande envergure.	-
7	Lors de l'élaboration des plans de réinstallation des populations, des réunions consultatives devront être organisées avec les populations affectées et leurs communautés après leur avoir communiqué à l'avance les informations nécessaires. (LD JICA)	Lors de la préparation du plan d'action de réinstallation (PAR), des réunions d'orientation avec les résidents seront organisées, et la divulgation d'informations et les consultations seront assurées de manière adéquate au préalable.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
8	Lors de ces réunions consultatives, les explications devront être fournies dans un format et une langue compréhensibles par les populations touchées. (LD JICA)	Les consultations, y compris les réunions d'orientation avec les résidents, se tiendront en français, qui est la langue officielle, et des documents explicatifs à projeter, illustrés et faciles à comprendre seront préparés.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
9	Il faut encourager la mobilisation des populations et des communautés qui seront affectées pour assurer leur participation effective à l'étape de la planification, de la mise en œuvre et du contrôle des plans de réinstallation. (LD JICA)	Des réunions d'orientation avec les résidents seront organisées, et la participation des habitants sera encouragée dès l'étape de la planification. La promotion se poursuivra afin d'assurer une participation adéquate également à l'étape de la mise en œuvre et à l'étape du suivi.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
10	Des procédures de réclamation adaptées doivent être mises en place pour les populations et communautés affectées. (LD JICA)	Des procédures de réclamation utilisant les procédures actuelles seront formulées de manière à ce que les réclamations soient traitées par le biais de procédures de réclamation adéquates pour les populations et les communautés affectées.	Conforme aux lignes directrices de la JICA

	Considérations environnementales et sociales de la JICA Lignes directrices (LD JICA) et politiques opérationnelles de la Banque mondiale (OP 4.12, BM)	Mentions dans le PAR	Différences
11	Il faudra identifier / certifier le plus tôt possible les populations affectées par le biais d'une étude sur l'état des lieux. L'étude sur l'état des lieux comprendra la certification des populations affectées, le délai, l'étude sur les biens, et l'étude socio-économique. Si possible, elle sera mise en œuvre à l'étape de la spécification du projet pour éviter que de nouveaux arrivants tentent de tirer profit de la situation. (OP 4.12 Para, 6, BM)	La situation socioéconomique et les biens des résidents affectés qui ne sont pas couverts par un état des lieux feront l'objet d'une étude qui sera mise en œuvre à l'étape de la planification. Par ailleurs, la date butoir sera la date de l'achèvement de l'état des lieux sur la base des usages en Côte d'Ivoire.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
12	Les critères d'obtention d'une compensation incluent les personnes affectées, détentrices d'un droit formel sur les terres (y compris les droits coutumiers et traditionnels reconnus par la législation du pays), les personnes affectées qui n'ont pas de droit formel sur les terres au moment où le recensement commence, mais qui ont des titres fonciers ou autres, et les personnes affectées qui n'ont ni droit formel ni titres susceptibles d'être reconnus sur les terres qu'elles occupent. (OP 4.12 Para. 15, BM)	Les critères d'obtention d'une compensation incluent non seulement les personnes qui détiennent un droit formel sur les terres lors du recensement, mais également les personnes dont le droit formel sur les terres qu'elles occupent et le droit de réclamation ne sont pas confirmés.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
13	Les stratégies de réinstallation sur des terres devront être privilégiées en ce qui concerne des populations déplacées dont les moyens d'existence sont tirés de la terre. (OP 4.12 Para. 11, BM)	Il n'y a pas parmi les résidents affectés par le présent projet de personnes qui vivent de la terre.	-
14	Un soutien sera également assuré pendant la période de rétablissement des moyens d'existence après la réinstallation. (OP 4.12 Para. 6, BM)	Les résidents affectés qui subissent des impacts directs à la suite d'une expropriation seront indemnisés pendant la période de rétablissement de leurs revenus et de leur mode de vie (3 mois), et les personnes affectées indirectement bénéficieront également d'une aide suivant les impacts.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
15	Les compensations seront mises en œuvre en prêtant une attention particulière aux besoins des groupes vulnérables sur le plan économique au sein des populations déplacées, notamment les personnes vivant en deçà du seuil de pauvreté, les travailleurs sans terre, les femmes et les enfants, les populations autochtones, les minorités ethniques, et autres. (OP 4.12 Para. 8, BM)	Les mères seules, les personnes veuves, les personnes handicapées et les familles avec une personne handicapée, les personnes âgées (61 ans et plus), et les familles vivant sous le seuil de pauvreté recevront une compensation supplémentaire.	Conforme aux lignes directrices de la JICA
16	Un plan de réinstallation (succinct) sera élaboré pour les projets impliquant le déplacement de moins de 200 personnes ou l'acquisition de terrains. (OP 4.12 Para. 25, BM)	Le plan d'action de réinstallation (PAR) sera établi dans le cadre du présent projet.	Conforme aux lignes directrices de la JICA

Source : Mission d'étude de la JICA

11.2.3 Calendrier d'exécution

Sur la base du « Décret sur l'expropriation pour cause d'utilité publique », une déclaration publique du projet sera nécessaire dans le cas de la mise en œuvre d'expropriations. Dans le cadre du présent projet, la déclaration publique du projet confirmée par la signature du « décret-loi sur l'expropriation » par le président permettra d'entreprendre les procédures d'expropriation. Les étapes de processus relatives à l'acquisition des terrains dans le cadre du présent projet sont indiquées ci-dessous.

Tableau 11.2.6 Calendrier de mise en œuvre des expropriations de terrains dans le cadre du présent projet

	Taches à entreprendre	2018			2019										
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
1	Organisation de réunion d'orientation avec les résidents														
2	Date butoir														
3	Etude socioéconomique/sur la perte des biens														
4	Organisation de réunion d'orientation avec les résidents														
5	Approbation de l'AGEROUTE du PAR révisé														
6	Approbation de la JICA du PAR révisé														
7	Préparation de la proposition du décret-loi sur l'expropriation														
8	Signature du décret-loi sur l'expropriation par le président														
9	Approbation de la création d'un comité interministériel / PAR														
10	Affichage de la liste des personnes ciblées par les expropriations														
11	Finalisation du budget														
12	Mise en place du système de traitement des réclamations														
13	Recherche de consensus / paiement de la compensation														
14	Réinstallation des populations														
15	Suivi														

Source : Mission d'étude de la JICA

11.2.4 Consultations avec les résidents

Une réunion d'orientation avec les résidents portant sur l'acquisition de terrains s'est déroulée à la mairie de Cocody en présence de l'AGEROUTE et de riverains des carrefours Palmeraie et Riviera 3 le 24 octobre 2018 et de ceux du carrefour Ecole Police le 22 novembre.

Les participants comptaient des personnes affectées directement par les expropriations et des personnes affectées indirectement (commerces situés dans les 10 mètres de l'emprise du projet), et cette réunion fut l'occasion de partager des informations et des avis concernant les procédures et processus de l'étude socio-économique et de l'étude sur la perte des biens pour l'acquisition des terrains dans le cadre du présent projet.

Il y avait 80 participants du côté des résidents, en majorité des hommes (49 hommes et 31 femmes), mais lors de la séance de questions-réponses, les femmes ont également fait part activement de leurs opinions. Les principales questions et réponses sont compilées ci-dessous.

Tableau 11.2.7 Contenu des réponses aux principales questions lors des réunions d'orientation avec les résidents

Résidents		Contenu des questions (Résidents)	Réponse (AGEROUTE)
1	(Gérante de magasin) (Femme)	Pendant les travaux, un accès à partir des routes et trottoirs sera-t-il aménagé ?	Les mesures nécessaires seront prises par les ouvriers, y compris l'affectation de gardes de sécurité sur la section des travaux, la gestion de la circulation des véhicules et des piétons, etc.
2	Employé de banque (Homme)	J'aimerais que des ruelles parallèles au boulevard Mitterrand soient aménagées pour être utilisées en tant que routes d'accès pendant les travaux.	Des vérifications seront effectuées avec le personnel technique de l'AGEROUTE.
3	Résident (Homme)	J'ai perdu des certificats officiels lors d'inondations. J'ai quelques inquiétudes quant à l'exactitude du calcul de la compensation de pertes.	Lors de la visite des enquêteurs, présentez les documents qu'il vous reste et remettez une déclaration de perte pour ceux qui ont disparu.
4	Vendeuse de rue (Femme)	J'ai quelques inquiétudes concernant la possibilité de poursuivre mes activités commerciales pendant la période de délocalisation dans un autre endroit pendant les travaux.	(Réponse de la mairie de Cocody) Il sera possible de poursuivre vos activités commerciales au marché temporaire de Riviera-Palmeraie. La commune de Cocody prévoit de construire un marché sur Riviera-Palmeraie. Un espace adéquat sera aménagé pour permettre dans toute la mesure du possible aux personnes affectées par le présent projet dans la commune de Cocody de poursuivre leurs activités commerciales sur ledit marché.
5	Chauffeur de taxi (Homme)	Où le parc de stationnement des taxis sera-t-il déplacé pendant les travaux ?	Un lieu de réinstallation temporaire est actuellement à l'étude. Après les travaux, nous aimerions que les taxis s'engagent à quitter le lieu de réinstallation temporaire et à revenir immédiatement au parc de stationnement de taxi nouvellement construit qui vous sera indiqué.
6	(Gérant de magasin) (Homme)	J'aimerais savoir comment la compensation des pertes sera calculée.	En ce qui concerne la compensation des pertes, la nécessité d'une aide sera vérifiée par la mise en œuvre d'une étude des prix des biens immobiliers par un évaluateur immobilier, et d'une étude d'un point de vue social par un expert en économie.
7	Résident (Homme)	Est-ce l'emprise du projet qui sera dédommée ou la superficie impactée?	L'emprise actuelle, est celle qu'il faut pour les travaux. Si au cours des travaux, l'entrepreneur dépasse la limite actuelle, elle devra en assumer les frais.
8	Résident (Homme)	Quelles sont les mesures qui seront prises pour assurer la sécurité des habitants? Nous souhaiterions qu'une clôture soit construite à cet effet.	Avant le démarrage des travaux, une clôture provisoire pour assurer la sécurité et l'inquiétude des habitants sera construite.
9	Résident (Homme)	La clôture à construire sera-t-elle provisoire ou définitive?	Pour les raisons sécuritaires, une clôture provisoire sera mise en place avant les travaux
10	Vendeuse de rue (Femme)	Comment la réinstallation se fera-t-elle vu que nous ne disposons pas de moyens financiers ?	Vous serez indemnisé relativement au préjudice subi.

Source : Mission d'étude de la JICA

11.2.5 Considérations sexospécifiques

(1) Indicateurs sexospécifiques

La Côte d'Ivoire lance des mesures pour la promotion de l'égalité entre les hommes et les femmes avec notamment la ratification de la convention sur l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes, l'adoption de la Politique nationale de l'Égalité des Chances, l'Équité et le Genre, etc. Une comparaison des indices de base de 2000 et de 2016 indique une diminution du taux de chômage des femmes, qui est passé de 5,2 % à 3,3 % (le taux de chômage des hommes est pour sa part passé de 3,2 % à 2,1 %) : et une augmentation du taux d'achèvement de l'enseignement primaire et du taux d'obtention du diplôme de l'enseignement secondaire premier cycle (collège) chez les filles, passant respectivement de 33,5 % à 60,0 %, et de 25,7 % à 32,6 % (de 52,8 % à 71,8 % et de 21,4 % à 46,4 % respectivement chez les garçons).

Toutefois, l'indice sexospécifique, qui est l'indicateur des disparités entre les sexes, piétine à la 133^e position parmi 144 pays, avec un écart important dans le domaine de l'enseignement, en particulier du taux de scolarisation et du taux d'alphabétisation.

Tableau 11.2.8 Indicateurs de base des considérations sexospécifiques

Indicateurs de développement internationaux ¹	Année	Indice de développement humain (IDH) (Indice/classement (188 pays))	Indice sexospécifique du développement humain (ISDH) (Indice/classement (188 pays))	Indice des disparités entre les sexes (Indice/classement (188 pays))
	2015	0,474 / 171 ^e	0,814 / 151 ^e	0,672 / 155 ^e
2011	0,400 / 170 ^e	S/O	S/O	
2005	0,432 / 166 ^e	0,413 / 146 ^e	S/O	

Ratio de la population active ²	Année	Secteur primaire (%)		Secteur secondaire (%)		Secteur tertiaire (%)		Taux de chômage (%)	
		Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
	2016	54,2	41,1	8,1	3,7	37,7	55,2	2,1	3,3
2000	52,6	45,5	8,4	3,1	39,0	51,4	3,2	5,2	

Éducation ²	Année	Achèvement de l'enseignement primaire (%)		Obtention du diplôme de l'enseignement secondaire premier cycle (collège) (%)		Taux d'alphabétisation (%)	
		Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
	2016	71,8	60,0	46,4	32,6	S/O	S/O
2000	52,8	33,5	21,4	25,7	70,8	52,1	

Taux d'infection par le VIH ²	Année	Hommes (% 15-24 ans)	Femmes (% 15-24 ans)
	2016	0,5	1,1
	2000	0,8	4,1

Taux de participation à la prise de décision ²	Année	Pourcentage de femmes parlementaires (%)	Pourcentage de femmes fonctionnaires (%)
	2016	9,2	20,9

Source : Rapport sur le développement humain (PNUD), Statistiques genre et parité hommes-femmes (Banque mondiale)

¹ Rapport sur le développement humain 2016 (Human Development Report) UNDP (PNUD)

² Statistiques genre et parité hommes-femmes (Banque mondiale)

Tableau 11.2.9 Indicateurs de l'écart des réalisations entre les femmes et les hommes

Rubrique	Classement
Participation aux activités économiques et opportunités qui leur sont données	115 ^e / 144 pays
Participation dans la population active	103 ^e / 144 pays
Égalité de salaire à travail égal	92 ^e / 144 pays
Revenu estimé	116 ^e / 144 pays
Éducation	137 ^e / 144 pays
Taux d'alphabétisation	122 ^e / 144 pays
Scolarisation dans l'enseignement primaire	123 ^e / 144 pays
Scolarisation dans l'enseignement secondaire premier cycle (collège)	136 ^e / 144 pays
Scolarisation dans l'enseignement secondaire deuxième cycle (lycée)	123 ^e / 144 pays
Implication en politique	108 ^e / 144 pays
Pourcentage de femmes parlementaires	122 ^e / 144 pays
Pourcentage de femmes fonctionnaires	66 ^e / 144 pays
Nombre d'années pendant lesquelles une/des femmes a/ont été chef d'État au cours des 50 dernières années	69 ^e / 144 pays

Source : Rapport global sur l'écart entre les sexes 2016 (Forum économique mondial)

(2) Politiques et institutions concernant les genres

La « Déclaration solennelle de la Côte d'Ivoire sur l'égalité des chances, l'équité et le genre » a été signée en 2007 par le président de la République, et la « Politique nationale de l'Égalité des Chances, l'Équité et le Genre » a été adoptée en 2009. Visant un développement juste et équitable en assurant la parité entre les hommes et les femmes en ce qui concerne les chances de développement et le processus de prise de décision, les secteurs prioritaires dans la mise en œuvre de ladite politique ont été établis comme suit : ① Genre, gouvernance et droits humains, ② Genre, cadrage macroéconomie et analyse budgétaire, ③ Genre, Reconstruction et services sociaux de base, ④ Genre, renforcement des capacités et mécanisme institution et suivi et évaluation.

Les conventions et lois nationales signées ou ratifiées par la Côte d'Ivoire sont compilées au tableau suivant.

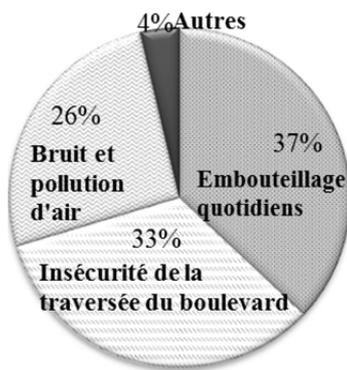
Tableau 11.2.10 Conventions et lois nationales sur l'égalité entre les sexes

Conventions internationales	Date de signature / ratification
Convention sur les droits politiques de la femme	1952
Convention sur le consentement au mariage, l'âge minimum du mariage et l'enregistrement des mariages	Décembre 1995
Convention sur la nationalité de la femme mariée	Novembre 1999
Convention sur l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes	1995
Protocole à la Charte africaine des droits de l'homme et des peuples relatif aux droits des femmes	2011
Lois nationales	Année d'adoption
Plan stratégique national pour l'Éducation des Filles	2007
Politique nationale de l'Égalité des Chances, l'Équité et le Genre	2009
Stratégie nationale de Lutte contre les Violences basées sur le Genre	2014

Source : Mission d'étude de la JICA

(3) Besoins supposés des utilisatrices et considérations sexospécifiques dans le présent projet

Dans le cadre du présent projet, les enquêtes sur les problèmes existants du Boulevard Mitterrand et les attentes vis-à-vis du présent projet ont été menées auprès des femmes au-dessous du seuil de pauvreté et des ménages gérés par une femme afin d'analyser leur nécessité. En résultat, les voix qui s'élèvent concernant la question de l'embouteillage quotidien et l'insécurité de traverser le boulevard sont nombreuses. Surtout 63% de femmes enquêtées souhaitent l'atténuation des embouteillages par le présent projet.



Source : Mission d'étude de la JICA

Figure 11.2.5 Problèmes existants pour les femmes

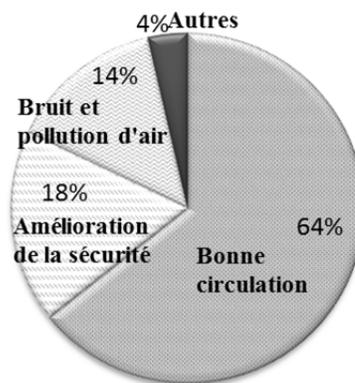


Figure 11.2.6 Résultats d'attente par le projet

Source : Mission d'étude de la JICA

1) Installation des passerelles pour piétons

Selon les résultats des enquêtes, 37% des femmes enquêtées se sentissent en insécurité lors de la traversée du boulevard avec leurs bagages ou lors que les enfants le traversent, 18% des femmes souhaitent que le présent projet améliore la sécurité afin de leur permettre de traverser du boulevard en toute quiétude. Ce présent projet prévoit d'installer les passerelles aux carrefours Palmeraie et Riviera 3, cela répond à la demande des utilisatrices du boulevard.

2) Délocalisation temporaire des vendeurs de rue sur le site temporaire

Les vendeurs de rue vendent les produits quotidiens et les nourritures aux chauffeurs de taxis et aux utilisateurs à la station de taxis existante. Selon les résultats de l'étude menées, 37 vendeurs ont été constatés parmi lesquels, 27 sont femmes dont 5 sont chefs de ménage dirigée par une femme. Les activités économiques de vendeurs sont étroitement liées à la station de taxis et l'éloignement de la station rendrait difficile la continuation de leurs activités. En tenant compte de cette situation, bien que ces vendeurs se situent en dehors des zones affectées par les travaux, ils sont déplacés vers le site temporaire avec les taxis pour qu'ils continuent d'exercer leurs activités dans les mêmes conditions que celles actuelles en évitant des pertes de revenus.

12. ÉLABORATION D'UN PLAN DE GESTION ET DE MAINTENANCE (AVANT-PROJET)

12.1 Défis relatifs à la gestion et à la maintenance

12.1.1 Situation actuelle de la gestion et de la maintenance

Afin d'avoir une idée claire sur la situation actuelle de la gestion et de la maintenance en Côte d'Ivoire, nous avons demandé à l'AGEROUTE la confirmation sur les éléments ci-dessous énumérés au cours de l'entretien (le 29 août et le 6 décembre 2018). Les éléments confirmés lors de ces discussions sont indiqués au Tableau 12.1.1. D'autre part, les documents remis par l'AGEROUTE (gestion des ouvrages : remis le 27 novembre) sont joints à l'Annexe 2.

Tableau 12.1.1 Renseignements demandés sur la maintenance

No.	Points à confirmer [discussion du 29 août]	Réponses de l'AGEROUTE	Remarques
1	Veillez nous indiquer la division chargée de la gestion et de la maintenance des routes, le nom du bureau chargé et ses coordonnées.	[Lors de la discussion du 29 août] Les coordonnées du service des ouvrages de l'Ageroute ont déjà été fournies.	—
2	Veillez nous indiquer le nombre de ponts et les types de ponts (ponts en béton et en acier, passerelles pour piétons) dans votre réseau routier. *Veuillez nous fournir la liste des ponts.	[Remise des documents du 27 novembre] Selon la méthode expliquée, les ouvrages sont gérés par la numérotation. Le principe de gestion adopté est d'établir, entre autre, une fiche de donnée des ouvrages en intégrant dans cette méthode les caractéristiques des ouvrages et les résultats des inspections. [Confirmé lors de la discussion du 6 décembre] Depuis 2006, les ouvrages sont gérés par catégorie comme les routes non revêtues et revêtues, et les ponts, et une base de donnée est constituée. Les renseignements détaillés concernant les types de pont (en acier ou en béton) ne sont pas disponibles, mais la construction de ponts en acier est peu nombreuse. *La liste des ponts n'a pas été présentée.	La gestion des ouvrages a commencé en 2006, et une base de donnée rassemblant leurs renseignements (catégorisation générale des ouvrages, emplacement, numéro d'enregistrement, renseignements sur les travaux et les inspections, etc.) est constituée.
3	Veillez nous indiquer le cycle et la réalisation ou non des inspections des ponts. 1. Inspection journalière 2. Inspection périodique 3. Inspection spéciale en cas d'urgence	[Remise des documents du 27 novembre] Les types d'inspection sont ① le suivi continu (2 fois par an), ② l'inspection périodique (une (1) fois tous les deux ans pour les ouvrages spéciaux ; pour les autres ouvrages, lorsqu'il y a des événements particuliers, tels que des anomalies constatées dans le cadre du suivi continu), et ③ l'enquête détaillée. [Confirmé lors de la discussion du 6 décembre] Les ouvrages spéciaux désignent des ponts de très grande envergure, tels que le 3 ^e pont, et les ponts ordinaires n'y sont pas compris. Le suivi continu est visuel et effectué dans la mesure du possible, et c'est seulement lors de l'inspection périodique que l'inspection rapprochée, méthode sûre, est réalisée.	Les travaux de réparation et de renforcement sont réalisés après avoir passé les étapes de suivi continu, d'inspection périodique et d'enquête détaillée. Cependant, excepté les ouvrages spéciaux, l'inspection est réalisée suivant le résultat du suivi continu effectué 2 fois par an. Ceci nous laisse penser que l'inspection visuelle rapprochée qui est une méthode sûre n'est pas obligatoire et qu'un flux d'opération effectif concernant la gestion et la maintenance (nettoyage, enlèvement de boue et de sable, etc.) n'est pas établi.
4	Veillez nous faire connaître si vous disposez d'un manuel d'inspection des ponts.	[Confirmé lors de la discussion du 6 décembre] Il n'existe pas de manuel d'inspection propre à la Côte d'Ivoire, mais la documentation relative aux normes françaises sert de référence. Cependant, la méthode et les résultats d'inspection sont fixés au cas par cas, et ne sont pas uniformisés suivant une règle quelconque. *L'exemple des résultats des inspections n'a pas été présenté.	À l'instar des ponts ciblés par l'inspection, le plan et la méthode d'inspection et le manuel qui répond véritablement aux résultats des inspections ne sont pas établis. Aussi, le contenu diffère probablement entre les ouvrages et les inspections. En raison du fait que l'expérience de construction de ponts en acier est peu nombreuse, l'élaboration d'un manuel de gestion et de maintenance du pont en acier comme celui qui sera construit dans le cadre du projet, aura un effet bénéfique.
5	Afin de voir avec quel type de support vous gérez les résultats des inspections, veuillez nous présenter votre méthode d'inspection, les points inspectés, et un exemple des résultats des inspections.	[Confirmé lors de la discussion du 6 décembre] L'échelle et l'échafaudage (préfabriqué, en tuyau métallique) sont de type ordinaire. La nacelle élévatrice a peu de valeur marchande sur le marché.	Lors des inspections, le travail effectué à l'aide d'une nacelle élévatrice est parfois plus efficace que celui réalisé sur l'échafaudage qui nécessite le montage et le démontage à chaque opération. La possession ou non de machines d'inspection/entretien serait également un élément important.

Source: Mission d'étude de la JICA

12.1.2 Défis relatifs à la gestion et à la maintenance

(1) Structure organisationnelle de la gestion et de la maintenance

En Côte d'Ivoire, la gestion et la maintenance des ponts sont confiées à une division chargée de la maintenance de l'AGEROUTE constituée d'ingénieurs et d'experts (*Lors de l'entretien du 29 août 2018, il nous a été confirmé que le service des ouvrages était chargé de la gestion et de la maintenance des ponts.). En revanche, lorsqu'une inspection de grande ampleur est nécessaire, celle-ci est confiée à des agences gouvernementales (BENETD, LBTP) ou des consultants (TERRABO, IETEF, LABOGEM, HYDROCO, etc.) (*selon le Rapport final de l'Étude préparatoire).

Afin de réaliser la gestion et la maintenance de manière efficace et utile dans toutes les étapes allant des inspections (inspections journalière et périodique, inspection spéciale en cas d'urgence) jusqu'à la réalisation des travaux de réparation, il est nécessaire de développer une structure organisationnelle et d'assurer l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de gestion et de maintenance.

Dans la présente étude, nous définirons une structure nécessaire aux inspections des ponts, telle que le nombre du personnel, etc., sur la base des ponts faisant l'objet de la conception, et élaborerons des documents qui doivent servir de référence pour une structure à venir de la gestion et de la maintenance.

(2) Gestion et maintenance des ponts

Nous supposons que la plupart des ponts ivoiriens sont le pont à poutres en béton armé et le pont à poutres précontraintes. (*Lors de l'entretien du 6 décembre 2018, l'AGEROUTE nous a répondu qu'elle n'avait presque aucune expérience en matière de ponts en acier.) Dans le cadre du Projet, il est prévu de construire les ponts en acier. Cependant, étant donné qu'il y a peu de cas de construction de ponts en acier en Côte d'Ivoire, il est important d'assurer une gestion et une maintenance appropriées.

Afin d'assurer la gestion et la maintenance ainsi que le renouvellement des ponts en acier, il faudra non seulement disposer des ingénieurs qui peuvent effectuer adéquatement les inspections, le jugement et l'application des contre-mesures, mais aussi élaborer un manuel de gestion et de maintenance qui appuiera les inspections et l'évaluation et le jugement des résultats des inspections, et enfin constituer de façon continue une base de données pour une gestion en bloc des renseignements portant sur les caractéristiques des ponts et les résultats des inspections.

Dans le cadre de la gestion et de la maintenance des ponts en acier, il est également nécessaire d'acquérir des équipements nécessaires aux inspections et aux enquêtes détaillées.

Dans la présente étude, nous présenterons nos recommandations sous forme d'un plan de gestion et de maintenance (avant-projet) en ce qui concerne les éléments et le contenu qui doivent être intégrés dans le « Manuel de gestion et de maintenance » qui sera établi dans l'avenir.

(3) Budgétisation

Lors de la budgétisation, il est important d'estimer exactement les coûts nécessaires et de s'assurer de l'acquisition de ce budget.

En Côte d'Ivoire où la dégradation des ouvrages est rapide, l'apparition des écarts budgétaires entre les étapes de la planification et de la réalisation des travaux de réparation constitue également un problème.

Dans la présente étude, nous effectuerons une estimation approximative des coûts de la gestion et de la maintenance à venir en nous basant sur les ponts faisant l'objet de la conception, puis nous établirons des documents qui doivent servir de référence dans l'avenir pour les coûts de la gestion et de la maintenance.

12.2 Élaboration d'un plan de gestion et de maintenance (avant-projet)

12.2.1 Principes d'élaboration

Il n'existe pas à ce jour de normes de gestion et de maintenance des ponts en acier. Cependant, quels que soient les ingénieurs qui effectuent les inspections, celles-ci doivent être effectuées avec un niveau d'exigence identique et de façon homogène sans être influencées par la divergence de point de vue et les lacunes des connaissances techniques. Pour ce faire, il est nécessaire d'élaborer les méthodes et les critères des inspections. Dans le cadre du Projet, le consultant chargé de la supervision des travaux de construction prévoit d'établir un « Manuel de gestion et de maintenance ». Il sera alors nécessaire d'uniformiser à l'aide de ce manuel le procédé de gestion et de maintenance et la méthode d'évaluation en vue d'améliorer les techniques.

Dans la présente section, nous présenterons nos recommandations en ce qui concerne les éléments et la teneur du plan de gestion et de maintenance (avant-projet) des ponts. Nous comptons déterminer au stade de l'élaboration du manuel de gestion et de maintenance sa teneur et ses éléments constitutifs précis ainsi que sa structure.

Dans la présente section, nous aborderons les éléments suivants du plan de gestion et de maintenance (avant-projet). Dans un pays comme la Côte d'Ivoire qui a peu d'expérience en matière de construction de ponts en acier, il est préférable de planifier de façon succincte la gestion et la maintenance. Aussi, les éléments qui seront inclus dans le plan et la forme de celui-ci devront être déterminés dans les discussions menées lors de l'élaboration du manuel.

- (1) Types d'inspection et contenu des inspections (avant-projet)
- (2) Journal de suivi des ponts, registre d'inspection (avant-projet)
- (3) Méthode d'inspection (avant-projet)
- (4) Éléments nécessitant une attention particulière et cas d'exemple de dommages
- (5) Enquête détaillée (avant-projet)
- (6) Accessoires et appareils pour les inspections (à titre de référence)

- (7) Structure organisationnelle des inspections (avant-projet)
- (8) Coûts approximatifs de la gestion et de la maintenance (à titre indicatif)

12.2.2 Plan de gestion et de maintenance (avant-projet)

(1) Types d'inspection et contenu des inspections (avant-projet)

1) Inspection journalière

L'inspection journalière consiste à vérifier si les routes et les ponts dont la gestion est confiée offrent un environnement pour l'utilisation en sécurité. En règle générale, des inspections visuelles sommaires sont effectuées à bord d'un véhicule roulant sur la voie de circulation ou l'accotement, et à partir du domaine public situé sous les ponts. L'inspection journalière a pour but d'éliminer de la chaussée tout ce qui gêne la circulation, tels que les déchets, la terre, les pierres, etc., mais elle vise également à aménager des espaces verts et à nettoyer le système d'évacuation des eaux. La fréquence des inspections est déterminée suivant les besoins. D'autre part, des travaux de réparation sommaires, tels que la réparation des nids de poule et des fissures pouvant être colmatés par le rapiéçage du revêtement, la réfection des systèmes d'évacuation des eaux, etc., sont réalisés selon les circonstances. En Côte d'Ivoire, la sélection des ouvrages faisant l'objet de l'inspection rapprochée se fait dans le cadre du suivi réalisé 2 fois par an. Étant donné que ces ouvrages soumis à l'inspection rapprochée (sauf les ouvrages spéciaux) sont déterminés par une vérification visuelle, le suivi devra être effectué plus fréquemment.

2) Inspection périodique

L'inspection périodique consiste principalement en une inspection visuelle rapprochée afin de déterminer l'état des routes et des ponts qui ne peut pas être vérifié dans le cadre des inspections journalières. L'inspection se fait également, si nécessaire, à l'aide des instruments simples.

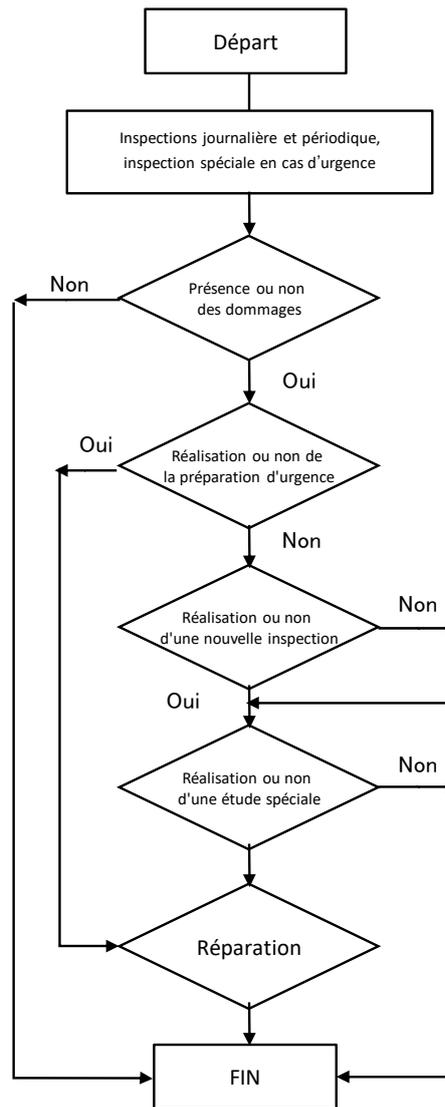
La fréquence de l'inspection doit être déterminée en considération de la structure de la gestion et de la maintenance et de l'état de la circulation en Côte d'Ivoire, mais, dans le cas du Japon, il est obligatoire de réaliser la première inspection périodique dans les 2 ans qui suivent la mise en service, et, passé cette période, une inspection périodique tous les 5 ans. La première inspection périodique a pour but non seulement de détecter de manière précoce de premiers dommages, tels que les vices qui ne sont pas toujours visibles au moment de l'achèvement des ponts, mais également d'effectuer le constat de l'état initial des ponts permettant par la suite de clarifier le processus de développement de ces dommages. À partir de la seconde inspection, l'évolution des dommages et la présence de nouveaux dommages sont constatés, et les inspections périodiques suivantes sont effectuées tous les 5 ans, afin de pouvoir réaliser rapidement les réparations avant qu'ils aient des conséquences importantes sur la structure et la sécurité des ouvrages. En règle générale, lorsqu'il s'agit des dommages qui nécessitent une réparation rapide avant l'inspection suivante, une conception de réparation est établie pour les travaux de réparation. En Côte d'Ivoire, l'inspection périodique est effectuée uniquement sur les ouvrages définis comme les ouvrages

spéciaux, ou les ouvrages sur lesquels des dommages sont constatés lors du suivi. En ce qui concerne les ouvrages ordinaires, l'inspection et la réparation sont réalisées lorsque les dommages sont bien avancés en raison du fait que le suivi est effectué par une inspection visuelle. Ainsi, si les dommages situés dans des endroits difficiles à inspecter passent inaperçus, d'importants travaux peuvent être nécessaires. Du point de vue de la maintenance préventive, il faudra donc rendre obligatoire l'inspection basée sur le constat visuel rapproché de tous les éléments d'ouvrage pendant une période appropriée.

3) Inspection spéciale en cas d'urgence

L'inspection spéciale en cas d'urgence est mise en œuvre lorsque les ouvrages routiers risquent d'avoir subi des dommages importants à la suite d'un accident de la route, d'une catastrophe naturelle, d'une évolution considérable des dommages, etc. S'il existe un risque de dommages sérieux qui ne permettraient plus d'assurer les fonctions des routes et des ponts, la mise en œuvre d'une enquête détaillée sera nécessaire tout en limitant éventuellement l'utilisation des ouvrages. La réalisation des travaux d'urgence peut être également envisagée afin de procéder rapidement à la réparation et aux mesures de renforcement.

Afin de maintenir les passages supérieurs cibles du projet en bon état même après leur mise en service et d'assurer un environnement de conduite confortable, il est indispensable d'effectuer un entretien adéquat. Afin de maintenir durablement les passages supérieurs en état d'utilisation, il est nécessaire de mettre en place un système de gestion de l'entretien composé principalement de « l'élaboration et l'archivage d'un journal de suivi des ponts », « des inspections périodiques », et « des réparations sur la base des résultats des inspections ».



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.1 Procédures d'inspection / de gestion et de maintenance

(2) Journal de suivi des ponts, registre d'inspection (avant-projet)

Les renseignements sur les caractéristiques des ponts dont la gestion est confiée doivent être enregistrés avec les dates et les résultats des inspections, l'état des dommages des éléments, etc., et ces renseignements seront remis à jour après chaque inspection et réparation.

Nous mentionnons ci-dessous un exemple de renseignements des ponts et de résultats des inspections inscrits dans le registre.

1) Renseignements sur les ponts

Nous énumérons ci-dessous un exemple de renseignements qui doivent être inscrits concernant les ponts.

Exemple d'inscription

Nom du pont, localisation et coordonnées géographiques, nom de la route, date de mise en service, type de superstructure, type de substructure, type de fondation, normes appliquées, profil en travers, conditions de la circulation (année d'étude, trafic, limitation du poids, etc.), historique des applications de peinture sur les éléments en acier, historique des réparations et des renforcements, plan général du pont, etc.

Outre les caractéristiques des ponts, il est nécessaire d'enregistrer et de gérer les renseignements sur les ponts. C'est sur la base de ces renseignements qu'un plan d'inspection des ponts sera élaboré pour les inspections, et que celles-ci seront réalisées et gérées.

Dans la base de données ivoirienne, les ouvrages sont gérés suivant leurs type, numéro, informations liées à la position, renseignements sur les travaux, les résultats des inspections, etc. (voir l'Annexe 2).

2) Situation sur place

Nous énumérons ci-dessous un exemple de renseignements qui doivent être inscrits concernant la situation sur place.

Exemple d'inscription

Photos montrant la situation sur place, date de prise des photos

En règle générale, le plan d'inspection est élaboré lors des inspections périodiques des ponts après avoir pris connaissance de la situation sur place. Pour ce faire, il est préférable de prendre des photos montrant des ouvrages de croisement ou des infrastructures qui sont présents aux alentours.

Photos de la situation sur place	No. photo	1	Date de prise de photo	07.11.2014	No. photo	2	Date de prise de photo	07.11.2014
	No. travée	1	Remarques		No. travée	1	Remarques	
	Explication sur la photo	Vue globale du côté latéral du pont	Point de départ à droite		Explication sur la photo	Vue globale du côté latéral du pont	Point de départ à droite	
								
No. photo	3	Date de prise de photo	07.11.2014	No. photo	4	Date de prise de photo	07.11.2014	
No. travée	1	Remarques		No. travée	1	Remarques		
Explication sur la photo	Vue globale du côté latéral du pont	Point de départ situé au premier plan		Explication sur la photo	Vue globale du côté latéral du pont			
								

Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.2 Exemple de photos montrant la situation sur place

3) Résultats des inspections

Nous indiquons ci-dessous un exemple d'éléments qui doivent être inscrits comme résultats des inspections.

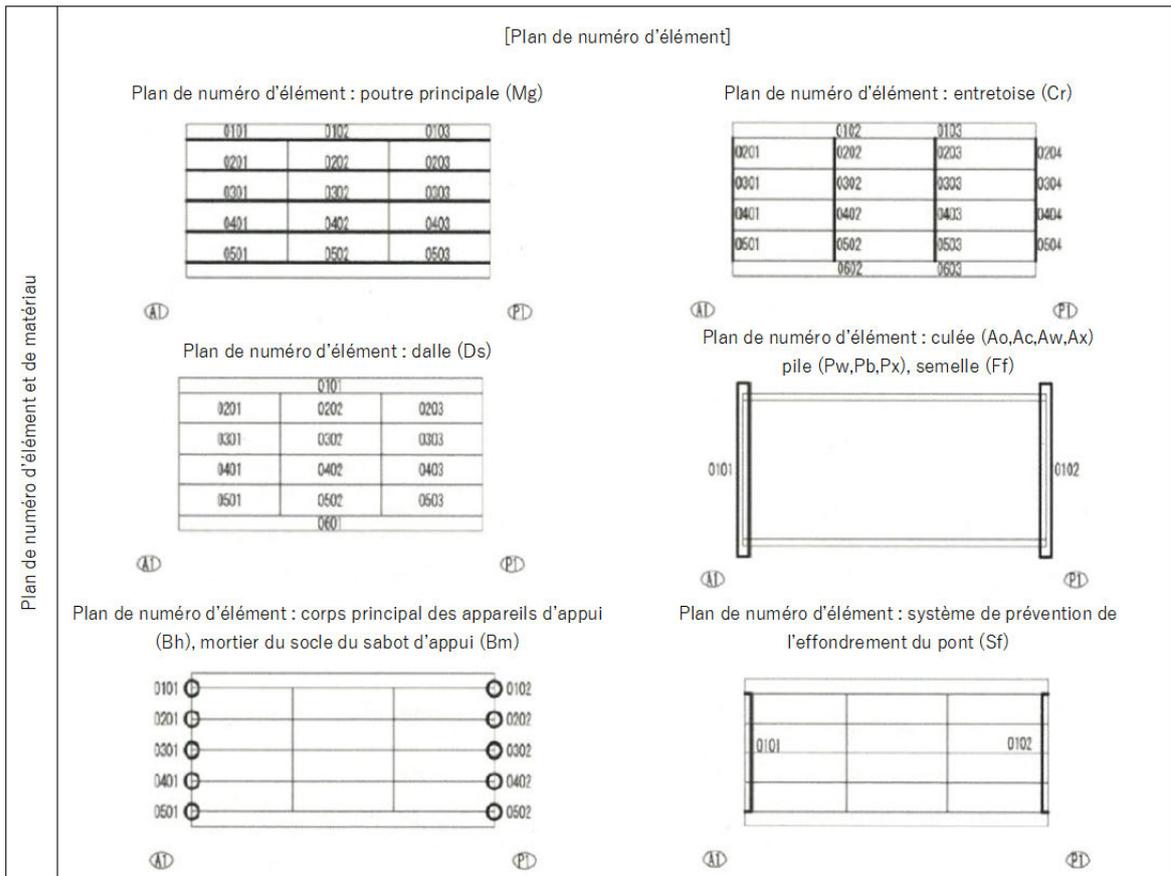
Exemple d'inscription

Date de réalisation des inspections, photos montrant l'état de chaque élément et le degré de dommages, réalisation ou non d'une enquête détaillée et ses résultats

Afin d'éviter la divergence dans les résultats en fonction des ingénieurs qui effectuent les inspections, il est nécessaire d'établir les critères d'inspection. Dans le cadre de la présente étude, nous mentionnons à titre indicatif quelques exemples de méthodes d'évaluation des résultats des inspections adoptées au Japon.

[Numérotation des éléments]

Les ponts métalliques sont constitués d'un grand nombre d'éléments, ce qui peut compliquer le travail d'enregistrement des dommages et de leurs positions constatées lors des inspections. Afin de bien connaître leur sûreté, nous pensons qu'il est préférable d'attribuer un numéro d'élément à chaque élément au moment de l'élaboration du plan d'inspection, et d'enregistrer l'état de dommage observé avec leur numéro et des photos. La Figure 12.2.3 montre un exemple japonais de numérotation des éléments.



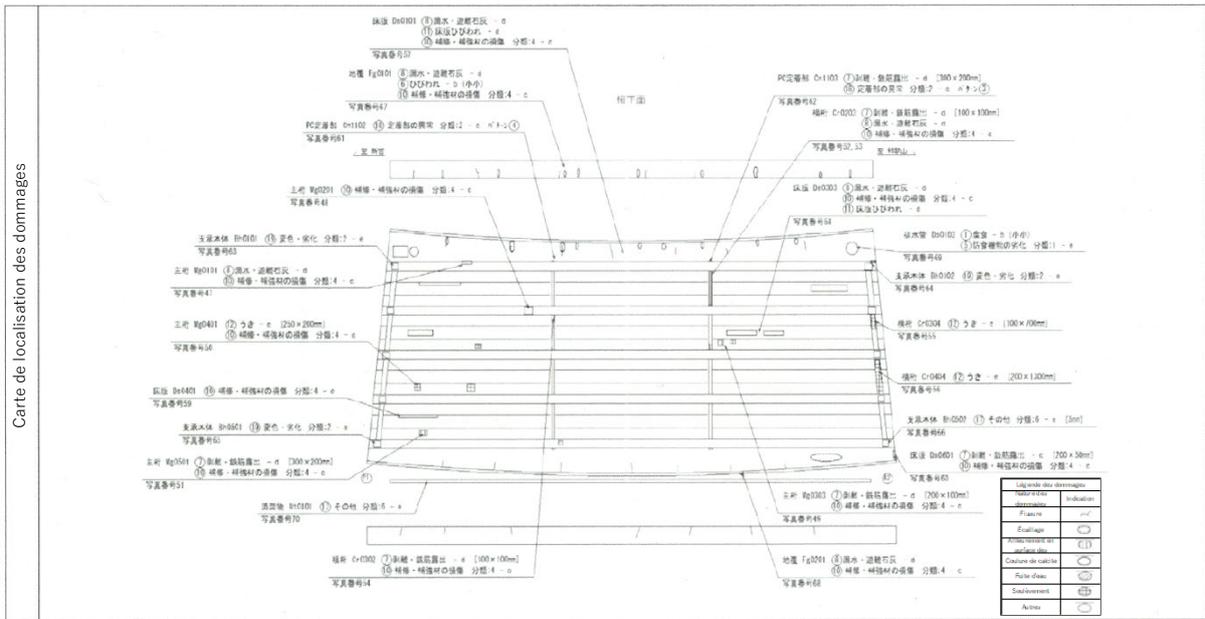
Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.3 Exemple de numérotation des éléments

[Établissement d'une carte de localisation des dommages]

Il est préférable de gérer les dommages relevés aux inspections sous forme de données en les transcrivant sur une carte simplifiée de localisation des dommages avec leur type, degré et emplacement. Si ces dommages sont enregistrés à ce stade avec les numéros d'élément présentés plus haut, les dommages pourront être localisés de manière précise. Il est convenable de les accompagner de photos montrant les dommages.

Nous montrons à la Figure 12.2.4 un exemple de carte de localisation et de photos des dommages utilisées au Japon.



No. photo	5	No. travée	1	Date de prise de photo	07.11.2014	No. photo	6	No. travée	1	Date de prise de photo	07.11.2014
Nom de matériau	Poutre principale	Plan de numéro d'élément	0403	Remarques		Nom de matériau	Poutre principale	Plan de numéro d'élément	0501	Remarques	
Type de dommages	Écaillage, affleurement en	Degré de dommages	d	Vers le point de départ → 250 x 150mm		Type de dommages	Soulèvement	Degré de dommages	e	[Nouveaux dommages] Vers le point de départ → 200 x 1000mm	
				[Autres dommages] @Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement-4-c						[Degré de dommages lors de la dernière inspection (2008)] ⑦Écaillage, affleurement en surface des armatures-d (150 x 150mm) @Dommage sur les éléments de réparation du béton-4-c	
				[Comparaison avec la dernière inspection] Pas d'évolution.						[Comparaison avec la dernière inspection] Pas d'évolution.	
No. photo	7	No. travée	1	Date de prise de photo	07.11.2014	No. photo	8	No. travée	1	Date de prise de photo	07.11.2014
Nom de matériau	Poutre principale	Plan de numéro d'élément	0502	Remarques		Nom de matériau	Poutre principale	Plan de numéro d'élément	0502	Remarques	
Type de dommages	Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement	Degré de dommages	e	Vers le point de départ → Traces de rouille sur la surface		Type de dommages	Soulèvement	Degré de dommages	e	[Nouveaux dommages] Direction vers le point de départ → 300 x 600mm	
				[Degré de dommages lors de la dernière inspection (2008)] @Dommage sur les éléments de réparation du béton-4-c (traces de rouille sur la surface)						[Autres dommages] @Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement-4-c	
				[Comparaison avec la dernière inspection] Pas d'évolution.						[Erreur d'écriture sur le tableau noir] Nom de dommage ⑦Écaillage, affleurement en surface des armatures → @Soulèvement	

Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.4 Exemple de carte de localisation des dommages et de photos des dommages

[Identification du degré des dommages]

Les dommages constatés lors des inspections seront enregistrés en précisant leurs type, degré et taille. Il existe certes une méthode qui consiste à enregistrer uniquement les dommages représentatifs, mais, en vue de la réalisation effective des réparations, l'enregistrement de tous les dommages permettra de passer rapidement de la conception des réparations à l'étape de leur réalisation. (*Ceci permettra donc de ne pas effectuer une nouvelle reconnaissance des dommages sur place lors de la conception de réparation.)

Afin d'éviter la divergence dans les résultats des inspections en fonction de la compétence technique des inspecteurs, il est préférable d'uniformiser préalablement dans le manuel de gestion et de maintenance la catégorisation des dommages suivant leur type et leur degré.

Nous mentionnons dans les Tableau 12.2.1 à Tableau 12.2.3 et à la Figure 12.2.5 les types et les degrés des dommages déterminés au Japon.

Tableau 12.2.1 Éléments à inspecter et types des dommages (1/3)

N.B. : Les indications « * » dans la division des parties et des éléments désignent « les éléments principaux ».

Division des parties et des éléments		Dommages cibles (type de dommages)		
		Acier	Béton	Autres
Superstructure	*Poutre principale	① Corrosion	⑥ Fissure	
		② Fente	⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures	
		③ Desserrement, chute	⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite	
	*Articulations Gerber de la poutre principale	④ Rupture	⑨ Enlèvement	
		⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion	⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement	
	*Entretoise	⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement	⑪ Fissure sur la dalle	
		⑬ Anomalie d'ouverture du joint	⑫ Soulèvement	
		⑱ Anomalie du point d'ancrage	⑬ Anomalie d'ouverture du joint	
	*Longeron	⑳ Fuite, stagnation d'eau	⑱ Anomalie du point d'ancrage	
		㉑ Bruit et vibration anormaux	⑲ Décoloration, détérioration	
		㉒ Flexion anormale	⑳ Fuite, stagnation d'eau	
		㉓ Déformation, perte	㉑ Bruit et vibration anormaux	
			㉒ Flexion anormale	
			㉓ Déformation, perte	
	Entretoisement			
Contreventements	Contreventement supérieur			
	Contreventement inférieur			
Treillis de la structure principale	*Membres supérieure et inférieure			
	*Diagonale, montant			
	*Entretoise de portail			
	*Nœud			
	*Partie des diagonales et des montants encastrée dans le béton			
Arc	*Membre en arc		⑥ Fissure	
	*Poutre de renforcement		⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures	

	<ul style="list-style-type: none"> *Suspenste *Poteau *Entretoise de portail *Nœud *Partie encastrée dans le béton des suspentes 		<ul style="list-style-type: none"> ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite ⑨ Enlèvement ⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement ⑪ Fissure sur la dalle ⑫ Soulèvement ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ⑭ Anomalie du point d'ancrage ⑮ Décoloration, détérioration ⑯ Fuite, stagnation d'eau ⑰ Bruit et vibration anormaux ⑱ Flexion anormale ⑲ Déformation, perte 	
Cadre rigide	<ul style="list-style-type: none"> *Structure principale (poutre) *Structure principale (pile) 			
Pont à haubans	<ul style="list-style-type: none"> *Diagonale *Pylône Partie horizontale du pylône Diagonale du pylône 			
*Câbles extérieurs				
*Anomalie du point d'ancrage du béton précontraint		<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑫ Déformation, perte 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite ⑫ Soulèvement ⑬ Anomalie du point de fixation ⑮ Décoloration, détérioration ⑲ Déformation, perte 	
Autres				

Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Tableau 12.2.2 Éléments à inspecter et types des dommages (2/3)

N.B. : Les indications « * » dans la division des parties et des éléments désignent « les éléments principaux ».

Division des parties et des éléments			Dommages ciblés (type de dommages)		
			Acier	Béton	Autres
Substructure	*Pile	Poteaux, murs	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite ⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement ⑫ Soulèvement ⑬ Anomalie du point de fixation ⑮ Décoloration, détérioration ⑯ Fuite, stagnation d'eau 	
		Poutres	<ul style="list-style-type: none"> ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement ⑯ Fuite, stagnation d'eau 		
		Angles, connections	<ul style="list-style-type: none"> ⑰ Bruit et vibration anormaux ⑱ Flexion anormale ⑲ Déformation, perte 	<ul style="list-style-type: none"> ⑰ Bruit et vibration anormaux 	
	*Culée	<ul style="list-style-type: none"> Mur de garde-grève Mur de front Mur en retour 		<ul style="list-style-type: none"> ⑱ Flexion anormale ⑲ Déformation, perte 	
	*Fondation		<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑮ Affaissement, déplacement, inclinaison ⑲ Affouillement 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑮ Affaissement, déplacement, inclinaison ⑲ Affouillement 	
	Autres				
Appareils d'appui	Corps principal des appareils d'appui		<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture 		<ul style="list-style-type: none"> ④ Rupture ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ⑯ Dysfonctionnement des appareils d'appui ⑲ Décoloration, détérioration

		<ul style="list-style-type: none"> ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ⑯ Dysfonctionnement des appareils d'appui ⑳ Fuite, stagnation d'eau ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉒ Déformation, perte ㉓ Incrustation de boue et de sable ㉔ Affaissement, déplacement, inclinaison 		<ul style="list-style-type: none"> ㉕ Fuite, stagnation d'eau ㉖ Bruit et vibration anormaux ㉗ Déformation, perte ㉘ Incrustation de boue et de sable
	Boulon d'ancrage	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ㉒ Déformation, perte 		
	Système de prévention de l'effondrement du pont	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉗ Flexion anormale ㉒ Déformation, perte 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite ⑫ Soulèvement ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ⑰ Décoloration, détérioration ㉒ Déformation, perte ㉓ Incrustation de boue et de sable 	
	Mortier du socle du sabot d'appui		<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑫ Soulèvement ㉕ Fuite, stagnation d'eau ㉒ Déformation, perte 	
	Béton du socle			
	Autres			

Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Tableau 12.2.3 Éléments à inspecter et types des dommages (3/3)

N.B. : Les indications « * » dans la division des parties et des éléments désignent « les éléments principaux ».

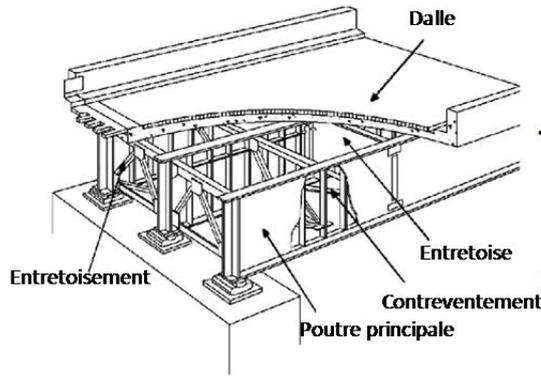
Division des parties et des éléments		Dommages ciblés (type de dommages)		
		Acier	Béton	Autres
Sur la chaussée	Garde-corps	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures 	
	Barrière de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ③ Desserrement, chute 	<ul style="list-style-type: none"> ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite 	
	Acrotère du garde-corps	<ul style="list-style-type: none"> ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement ㉒ Déformation, perte 	<ul style="list-style-type: none"> ⑩ Dommages sur les éléments de réparation et de renforcement ⑫ Soulèvement ⑰ Décoloration, détérioration ㉒ Déformation, perte 	
	Séparateur central			
	Joint d'expansion (y compris le béton coulé après installation)	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ⑭ Irrégularité de la chaussée ㉕ Fuite, stagnation d'eau ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉒ Déformation, perte ㉓ Incrustation de boue et de sable 	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑫ Soulèvement ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉒ Déformation, perte 	<ul style="list-style-type: none"> ⑬ Anomalie d'ouverture du joint ⑭ Irrégularité de la chaussée ⑰ Décoloration, détérioration ㉕ Fuite, stagnation d'eau ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉒ Déformation, perte ㉓ Incrustation de boue et de sable
	Installations anti-bruit	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion 		<ul style="list-style-type: none"> ③ Desserrement, chute

	Installations d'éclairage Installations de signalisation	<ul style="list-style-type: none"> ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion ⑯ Décoloration, détérioration ⑳ Déformation, perte 		<ul style="list-style-type: none"> ⑱ Décoloration, détérioration ㉓ Déformation, perte
	Bordure		<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite ⑫ Soulèvement ⑱ Décoloration, détérioration ㉓ Déformation, perte 	
	Revêtement (y compris la zone d'approche derrière la culée)		<ul style="list-style-type: none"> ⑭ Irrégularité de la chaussée ⑮ Anomalie du revêtement ㉔ Incrustation de boue et de sable 	<ul style="list-style-type: none"> ⑭ Irrégularité de la chaussée ⑮ Anomalie du revêtement ㉔ Incrustation de boue et de sable
Installations de drainage	Regard de drainage	<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion 		<ul style="list-style-type: none"> ④ Rupture ⑱ Décoloration, détérioration ㉔ Fuite, stagnation d'eau
	Tuyau de drainage	<ul style="list-style-type: none"> ⑱ Décoloration, détérioration ㉔ Fuite, stagnation d'eau ㉓ Déformation, perte ㉔ Incrustation de boue et de sable 		<ul style="list-style-type: none"> ㉓ Déformation, perte ㉔ Incrustation de boue et de sable
	Autres			
Installations d'inspection		<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion 		<ul style="list-style-type: none"> ① Corrosion ② Fente ③ Desserrement, chute ④ Rupture ⑤ Dégradation de la fonction anti-corrosion
Installations de câbles et de canalisations		<ul style="list-style-type: none"> ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉒ Flexion anormale ㉓ Déformation, perte 		<ul style="list-style-type: none"> ㉑ Bruit et vibration anormaux ㉒ Flexion anormale ㉓ Déformation, perte
Mur de soutènement en retour			<ul style="list-style-type: none"> ⑥ Fissure ⑦ Écaillage, affleurement en surface des armatures ⑧ Fuite d'eau, coulure de calcite ⑱ Décoloration, détérioration ㉓ Déformation, perte ㉔ Affaissement, déplacement, inclinaison 	

Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

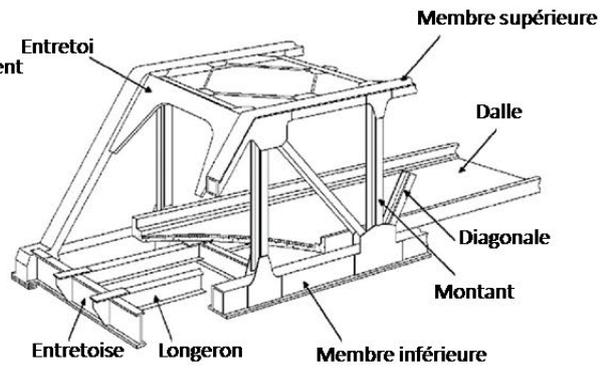
• Superstructure

Poutre métallique droite



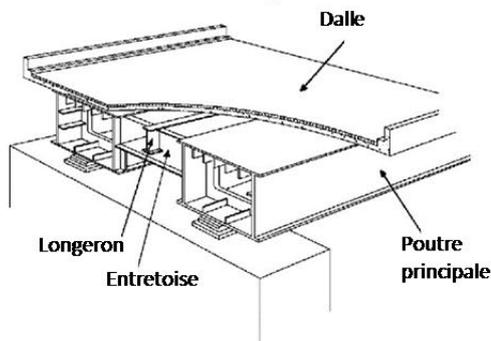
• Superstructure

Treillis



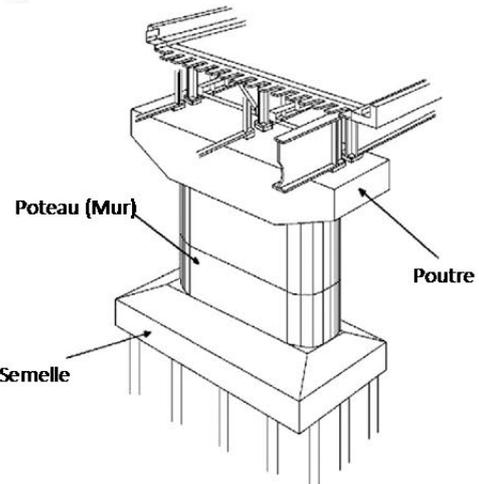
• Superstructure

Poutre-caisson métallique



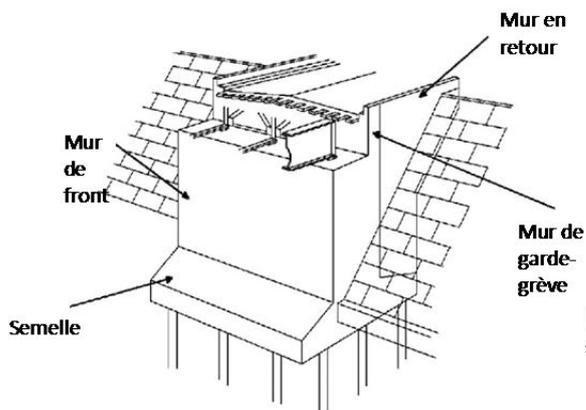
• Substructure

Pile

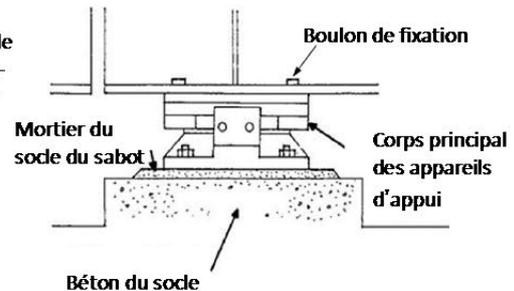


• Substructure

Culée



Appareils d'appui



Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Figure 12.2.5 Nom des éléments

[Catégories d'évaluation de la sûreté globale d'un pont]

Il est convenable d'évaluer la sûreté globale d'un pont suivant les dommages et leur étendue relevés lors des inspections. L'évaluation de la sûreté des ponts vise à classer par priorité les ponts faisant l'objet des réparations et à faciliter la détermination de la période pour la réalisation des travaux. Le Tableau 12.2.4 montre un exemple japonais de détermination de la sûreté des ponts.

Tableau 12.2.4 Exemple de détermination de la sûreté globale d'un pont

Catégorie		État
I	Bon état	État dans lequel aucun dysfonctionnement de l'ouvrage n'est constaté.
II	Niveau nécessitant la maintenance préventive	Niveau où les fonctions de l'ouvrage ne sont pas altérées, mais la prise de mesures est jugée préférable du point de vue de la maintenance préventive.
III	Niveau nécessitant la prise de mesures précoces	Niveau où les fonctions de l'ouvrage peuvent être altérées et la prise de mesures précoces est jugée nécessaire.
IV	Niveau nécessitant la prise de mesures d'urgence	Niveau où les fonctions de l'ouvrage sont altérées ou très probablement altérées, et la prise de mesures d'urgence est exigée.

Source: Mission d'étude de la JICA

⟨ À titre indicatif : Exemple de dommages des éléments métalliques et de catégories de jugement ⟩

① Catégorie de jugement II



[Corrosion]

Bien que la réduction d'épaisseur de l'élément principal ne soit pas observée, le revêtement anti-corrosion est détérioré sur une vaste zone. Faute d'intervention, ceci risque de développer une corrosion générale plus sérieuse.



[Fente]

Même si elle se développe, il y a très peu de risque de rupture de l'élément principal. Mais il est très probable que son développement continue.

Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Figure 12.2.6 Exemple de dommages des éléments métalliques et de catégories de jugement (catégorie de jugement II)

② Catégorie de jugement III



[Rupture]

Une rupture est constatée sur un élément qui support peu de charge. Toutefois, la sûreté de l'ouvrage peut être altérée s'il y a une force extérieure importante.



[Corrosion]

Sur l'appareil d'appui et le point d'appui de la poutre principale, il existe une corrosion importante qui provoque la réduction d'épaisseur des éléments.

Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Figure 12.2.7 Exemple de dommages des éléments métalliques et de catégories de jugement (catégorie de jugement III)

③ Catégorie de jugement IV



[Corrosion]

Sur un pont en treillis, il existe une réduction d'épaisseur importante et visible des éléments principaux, tels que les diagonales, les poteaux, les membrures, etc.



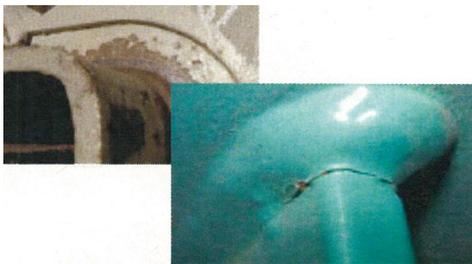
[Fente]

Une fente importante se développe sur l'âme de la poutre principale et de l'entretoise.

Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Figure 12.2.8 Exemple de dommages des éléments métalliques et de catégories de jugement (catégorie de jugement IV)

④ À titre indicatif) Dommages nécessitant une enquête détaillée



[Fente]

Une fissure du revêtement est évidente sur la ligne de soudure, mais l'aspect général de la fente ne peut être constaté de l'extérieur.



[Corrosion]

Il y a un soupçon de développement d'une corrosion importante à l'intérieur des parties encastrées ou des éléments qui ne peuvent être observés à l'œil de l'extérieur.

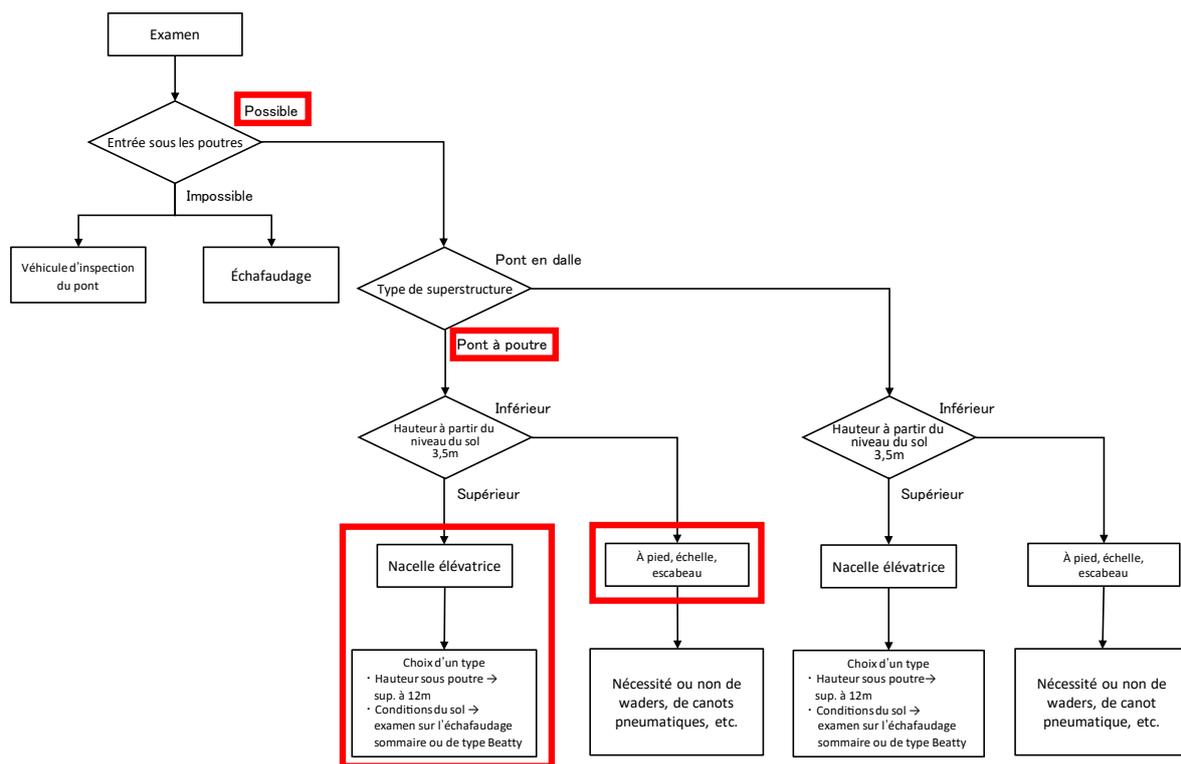
Source: Points essentiels de l'inspection périodique des ponts (avant-projet), Direction des routes, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (juin 2014)

Figure 12.2.9 Exemple de dommages des éléments métalliques et de catégories de jugement (dommages nécessitant une enquête détaillée)

(3) Méthode d'inspection (avant-projet)

Nous présentons à titre indicatif la méthode d'inspection périodique (avant-projet) des ponts et des passerelles pour piétons faisant l'objet de la présente étude. En ce qui concerne les 3 ponts (passages supérieurs du carrefour de l'École de Police, du carrefour Riviera 3 et du carrefour Palmeraie) et les 2 passerelles pour piétons (passerelles pour piétons Cap Nord et Riviera Palemeraie) qui sont ciblés par l'étude, leurs conditions d'emplacement et les types de structure sont similaires. Aussi, nous présenterons la méthode d'inspection périodique (avant-projet) pour un pont et une passerelle pour piétons parmi eux.*Pont : Passage supérieur du carrefour Riviera 3 ; Passerelle pour piétons : passerelle pour piétons Cap Nord

En règle générale, les inspections périodiques sont effectuées à proximité de tous les éléments afin de vérifier leur état. La méthode d'inspection a été sélectionnée suivant la Figure 12.2.10. En ce qui concerne la méthode d'inspection expliquée plus bas, la nacelle élévatrice peut être remplacée par un échafaudage préfabriqué (ou un échafaudage en tuyau métallique) compte tenu de la valeur marchande et la disponibilité des engins sur le marché local. Dans ce cas, la durée nécessaire au travail sera plus longue en raison du montage et du démontage de l'échafaudage.



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.10 Diagramme de flux du choix de la méthode d'inspection

[Pont : Passage supérieur du carrefour Riviera 3]

- 1) Surface supérieure du pont (revêtement, côté intérieur du garde-corps, joint d'expansion) :

L'inspection de la surface supérieure du pont peut se faire à pied. En principe, elle est effectuée à vue depuis l'accotement, mais, pour l'inspection des lieux concernés, la limitation de la circulation sera appliquée sur l'accotement et la voie selon les circonstances.



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.11 Inspection à pied de la surface supérieure du pont

- 2) Espace sous la poutre (surface inférieure de la poutre-caisson et de la dalle, substructure, appareils d'appui) *sauf les endroits situés au niveau du carrefour :

Les parties concernées se situent généralement à une hauteur d'environ 0 à 8 m du sol. En fonction de la hauteur, l'inspection s'effectuera à pied ou à l'aide d'une échelle ou d'une nacelle élévatrice. Le terrain situé sous la poutre étant un domaine public, la mise en place de la nacelle élévatrice ne posera pas de problème.

- 3) Surface latérale de la poutre (surface latérale de la poutre-caisson, côté extérieur du garde-corps), espace sous la poutre au niveau du carrefour :

Il faudra procéder à la limitation de la circulation pour placer une nacelle élévatrice lors de l'inspection de la surface latérale de la poutre et de l'endroit situé au niveau du carrefour (contre-allée : limitation du nombre de voies ; carrefour : limitation du nombre de voies ou fermeture temporaire de la route). Pour ce faire, il sera nécessaire d'élaborer minutieusement les plans d'inspection et de limitation de la circulation.



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.12 Inspection à l'aide d'une nacelle élévatrice

4) Intérieur de la poutre-caisson

La poutre-caisson est équipée des ouvertures (trous d'homme) destinées à la maintenance permettant aux inspecteurs d'y pénétrer. Le rapprochement aux ouvertures s'effectuera par une échelle ou une nacelle élévatrice, et l'inspection sera réalisée à pied à l'intérieur des poutres-caissons.



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.13 Inspection de l'intérieur de la poutre-caisson

[Passerelle pour piétons : passerelle pour piétons Cap Nord]

- 1) Surface supérieure du pont (revêtement, côté intérieur du garde-corps, joint d'expansion, éléments en treillis sur la surface du pont, partie supérieure des escaliers) :

En principe, l'inspection de la surface supérieure de la passerelle peut se faire à pied. Cependant, afin d'éviter la fermeture de la passerelle lors de l'inspection de la surface supérieure, le travail devra être réalisé sur l'un des deux côtés de la passerelle en laissant l'autre aux piétons. À cet effet, il faudra prévoir des agents qui les orientent. D'autre part, la hauteur maximale de la membre supérieure du treillis étant de 4 m, l'inspection nécessitera une échelle ou un échafaudage simple.

- 2) Espace sous la poutre, surface latérale de la poutre (côté extérieur du garde-corps, surface extérieure du treillis) :

Étant donné que la hauteur entre le sol et la surface inférieure de la poutre est d'environ 7 m, et que la hauteur maximale jusqu'à la membre supérieure du treillis est de 12 m, l'inspection se fera à l'aide d'une nacelle élévatrice. Du fait que la voie principale se situe sous la poutre, il faudra y procéder à une limitation de la circulation lorsque la nacelle élévatrice est installée.

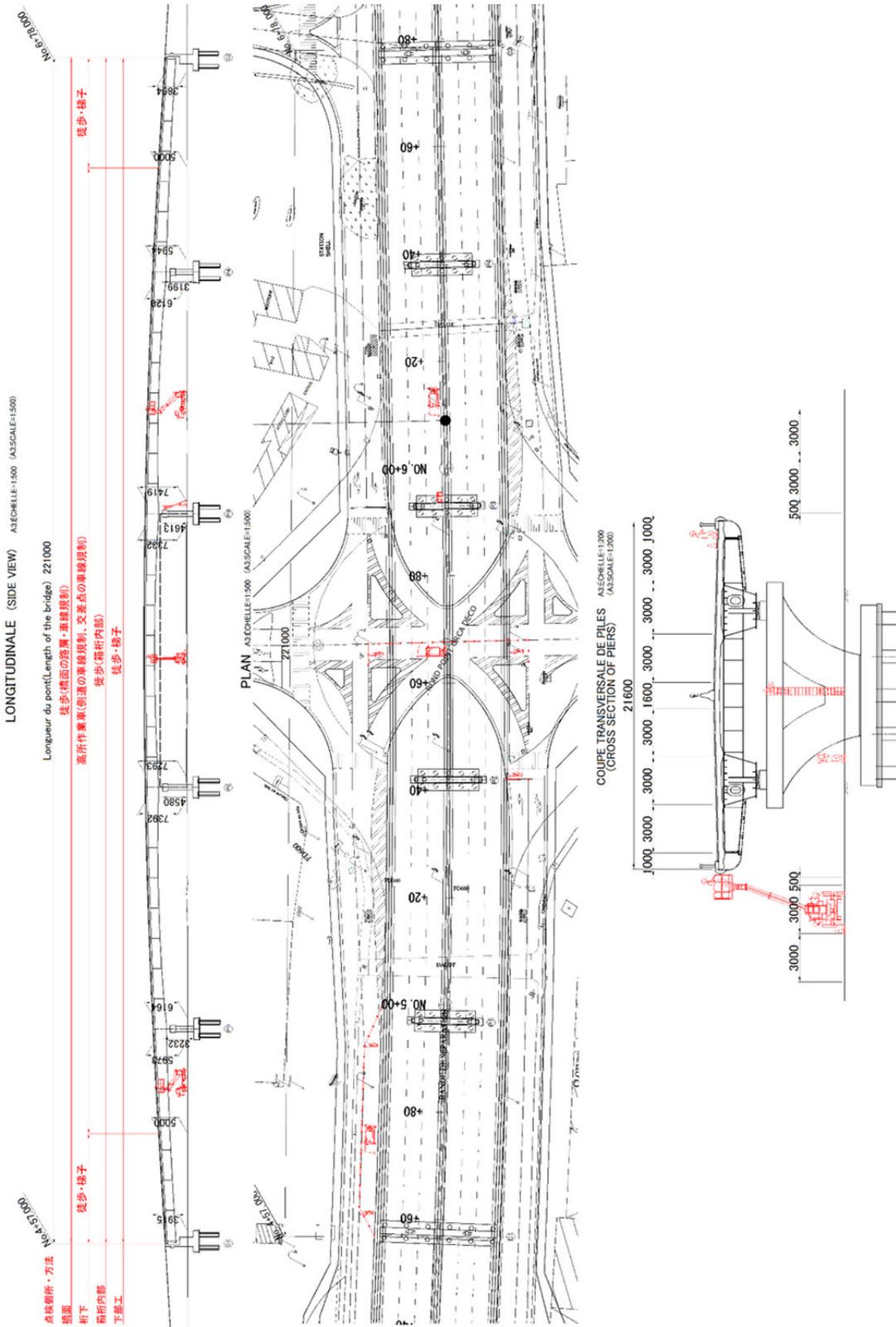
- 3) Espace sous la poutre des escaliers, piles (éléments des piles, éléments pour l'espace sous la poutre des escaliers) :



Source: Mission d'étude de la JICA

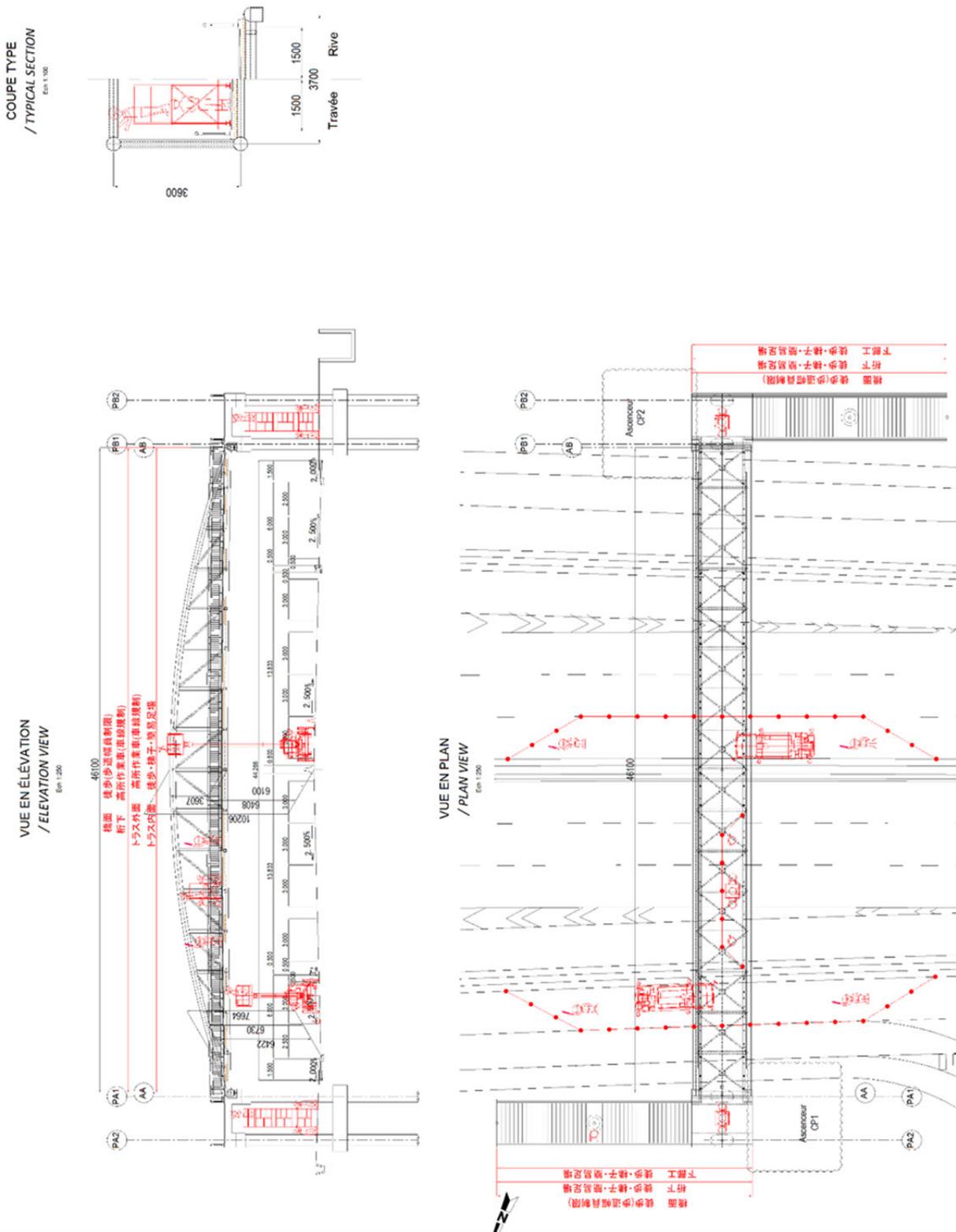
Figure 12.2.14 Inspection à l'aide d'un échafaudage simple

Les Figure 12.2.15 et Figure 12.2.16 montrent les points essentiels de l'inspection des ponts et des passerelles pour piétons. *Le plan de limitation de la circulation est dessiné de manière sommaire. Pour la limitation effective de la circulation, il sera nécessaire de planifier en détail la longueur de la voie ciblée et l'installation des panneaux indiquant la limitation.



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.15 Schéma des points essentiels de l'inspection (avant-projet) du passage supérieur du carrefour Riviera 3



Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.16 Schéma des points essentiels de l'inspection (avant-projet) de la passerelle pour piétons Cap Nord

(4) Éléments nécessitant une attention particulière et cas d'exemple de dommages (à titre indicatif)

Nous indiquons ci-dessous les parties nécessitant en général une attention particulière lors des inspections et les cas d'exemple de dommages.

- Extrémités de la poutre : espace étroit et environnement hautement corrosif où une corrosion locale ou anormale peut se développer facilement. (La conception établie dans le cadre de la présente étude prévoit une ouverture sur les extrémités de la poutre, afin d'obtenir de l'espace pour la maintenance. D'autre part, l'application de couches supplémentaires de peinture destinée à son renforcement est prévue dans les 3 mètres en partant de l'extrémité de la poutre.)
- Appuis intermédiaires de la poutre : une attention doit être portée sur des fuites d'eau à partir des joints d'expansion. Ils sont sensibles aux chocs dus au poids des véhicules.
- Partie centrale de la poutre entre appuis : c'est la partie sollicitée par un effort important, et, pour cette raison, des fentes peuvent apparaître parfois.
- Points d'assemblage des éléments : les points d'assemblage par boulonnage sont exposés à la stagnation de l'eau de pluie ou à l'accumulation des poussières, ce qui provoque facilement la corrosion. D'autre part, sur les bordures des éléments, la couche de peinture a tendance à manquer d'épaisseur, et des dommages y apparaissent fréquemment.
- Nœuds de la poutre principale : il s'agit des points étroits où se concentrent les éléments, ce qui favorise l'apparition des corrosions locales ou anormales. D'autre part, les goussets se fendent et se déforment facilement.
- Proximité des dispositifs d'évacuation des eaux : c'est un endroit corrosif en raison des fuites d'eau de pluie ou des éclaboussures si le drainage ne s'effectue pas correctement.
- Intérieur des poutres-caissons et des piles en acier : une stagnation d'eau à la suite d'une fuite à partir des joints du trou d'homme ou des tuyaux de drainage peut parfois favoriser la corrosion.
- Surface de la chaussée : des dommages sur la surface de la dalle peuvent également entraîner la déformation du revêtement.
- Nœuds du treillis : il s'agit des points où se concentrent les efforts et qui sont sollicités à des effets complexes, ce qui facilite l'apparition des fentes.
- Points où sont incrustés des éléments en béton : de la boue et de l'eau y stagnent facilement, ce qui favorise l'apparition des corrosions locales.
- Culées : des fissures ont tendance à apparaître facilement sur les parties exposées à la pluie.
- Piles : des fissures ont tendance à apparaître facilement sur les parties en saillie où l'environnement est rude en raison de leur exposition à la pluie. D'autre part, la partie supérieure de la racine des parties en saillie est sollicitée par un effort important, ce qui facilite la fissuration.
- Corps principale des appareils d'appui : en raison du décalage de hauteur de la chaussée et des joints d'expansion, ils sont exposés aux chocs provenant des véhicules. S'il s'agit d'un

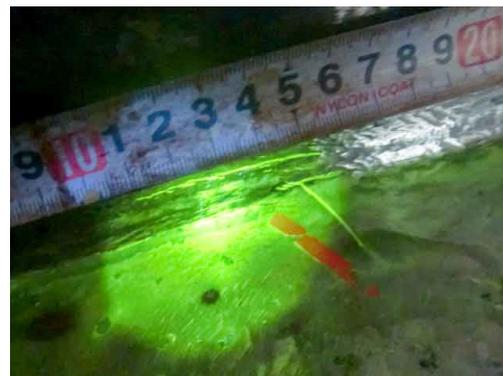
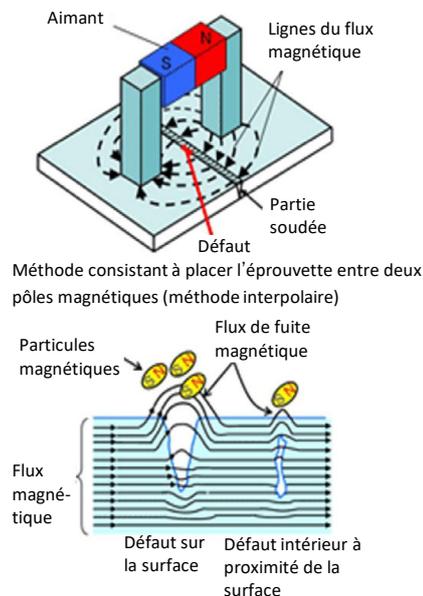
espace étroit où l'environnement est rendu corrosif par une forte humidité ou des poussières, des corrosions locales ou anormales peuvent se développer facilement. Le socle sur lequel les appareils d'appui sont incrustés est exposé à un effort important, ce qui favorise l'apparition des fissures, le soulèvement partiel du béton, et la perte d'éléments. (La conception établie dans le cadre de l'étude prévoit les appareils d'appui et la hauteur du socle en prenant en considération l'inspection et la réparation. D'autre part, dans la perspective de leur changement ultérieur, un espace est prévu sur le bord supérieur des piles de chaque pont pour le cric destiné au soulèvement.)

(5) Enquête détaillée (avant-projet)

1) Contrôle par magnétoscopie

Lors d'une inspection des ponts, si des fissures de la couche de peinture sont détectées sur les parties soudées des éléments en acier, un contrôle par magnétoscopie (MT) est effectué afin de vérifier la présence de fentes due à la fatigue. Ce contrôle sommaire permet de connaître s'il s'agit de fentes internes ou de celles de la couche de peinture, et peut être effectué en peu de temps à plusieurs reprises. Il est généralement utilisé comme contrôle de fentes lors des inspections.

Si, au moment de l'aimantation des matériaux ferromagnétiques, il existe un défaut superficiel, tel qu'une fente, qui entrave le flux magnétique, ceci induit un flux de fuite magnétique dans le milieu ambiant (voir la figure ci-dessous). Le contrôle par magnétoscopie (contrôle MT) est une méthode qui détecte des défauts, telles que des fissures, à l'aide des traces des particules magnétiques attirées par ce flux de fuite.

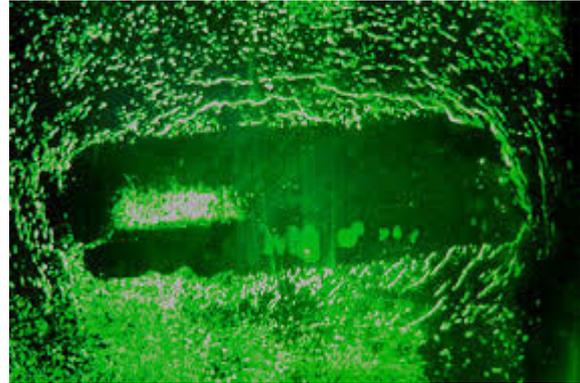
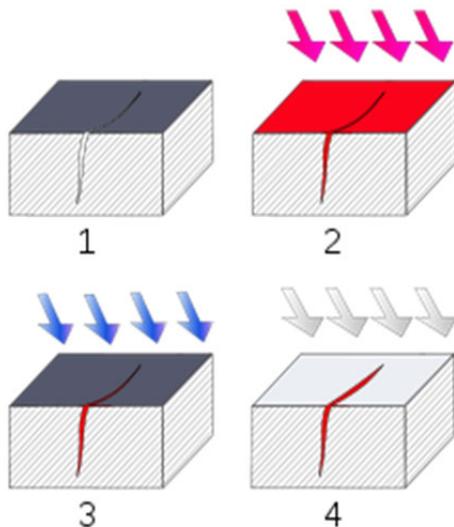


Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.17 Contrôle par magnétoscopie

2) Contrôle par ressuage

Il s'agit d'une des méthodes appliquée à la vérification des fissures superficielles, qui permet de révéler des fissures minuscules ouvertes en surface en y faisant pénétrer un liquide pénétrant d'une couleur visible ou brillante (pénétrant) et en les agrandissant par une aspiration du pénétrant à la surface.



1. Apparition sur la surface d'un matériau des fentes minuscules invisibles à l'œil nu.
2. Application du pénétrant.
3. Élimination du pénétrant excédent en surface.
4. Application du révélateur pour faire apparaître les fentes.

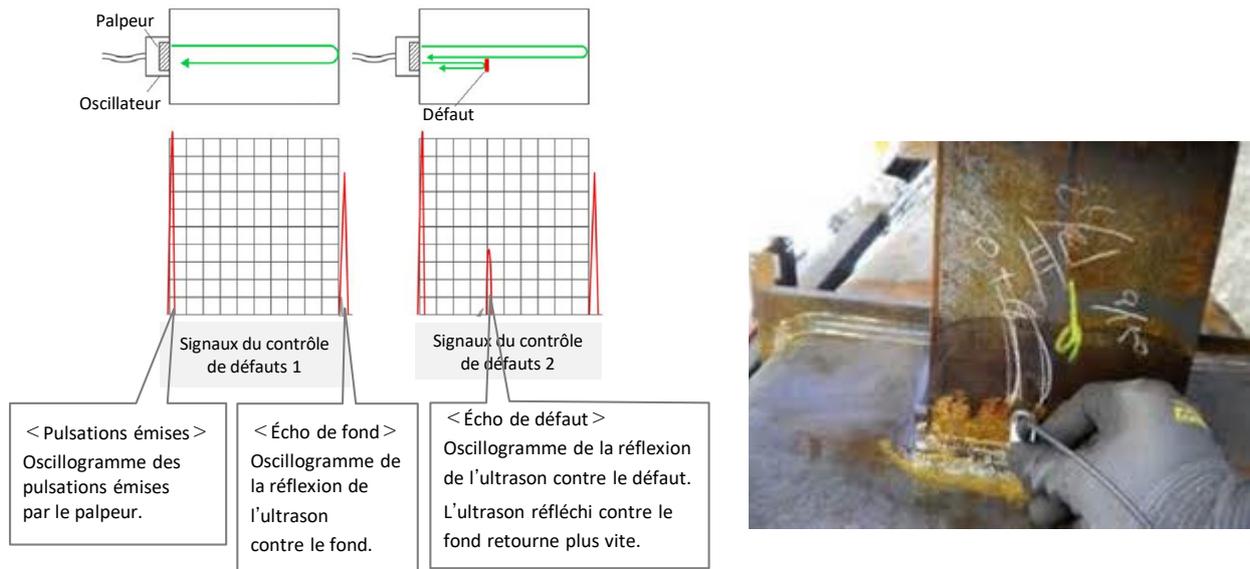
Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.18 Contrôle par ressuage

3) Contrôle par ultrasons

Lorsque le palpeur en contact avec l'objet à contrôler émet une onde ultrasonore, celle-ci se transmet à l'intérieur de l'objet. S'il n'y a pas de défauts, l'onde réfléchi au fond de l'objet retourne au palpeur, mais, en cas de présence d'un défaut au milieu, l'écho qui revient plus rapidement que celui réfléchi du fond de l'objet sera indiqué sur le détecteur de défauts. La présence ou non de défauts et leur position sont évaluées par le biais de l'observation de la forme de l'écho.

Lorsque des fentes internes sont détectées par le contrôle MT, ce contrôle sera effectué sur quelques fissures de la couche de peinture afin de déterminer la présence de défauts internes et leur position,

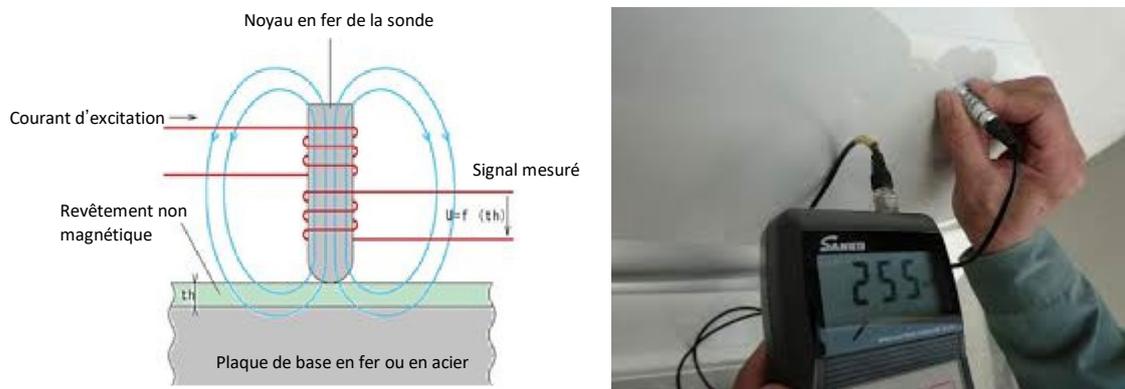


Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.19 Contrôle par ultrasons

4) Contrôle de l'épaisseur de couche de peinture (épaisseur de couche)

Ce contrôle vérifie si l'épaisseur de couche est correcte. Il existe actuellement des appareils simples portatifs qui permettent d'effectuer des mesures rapides sur place.



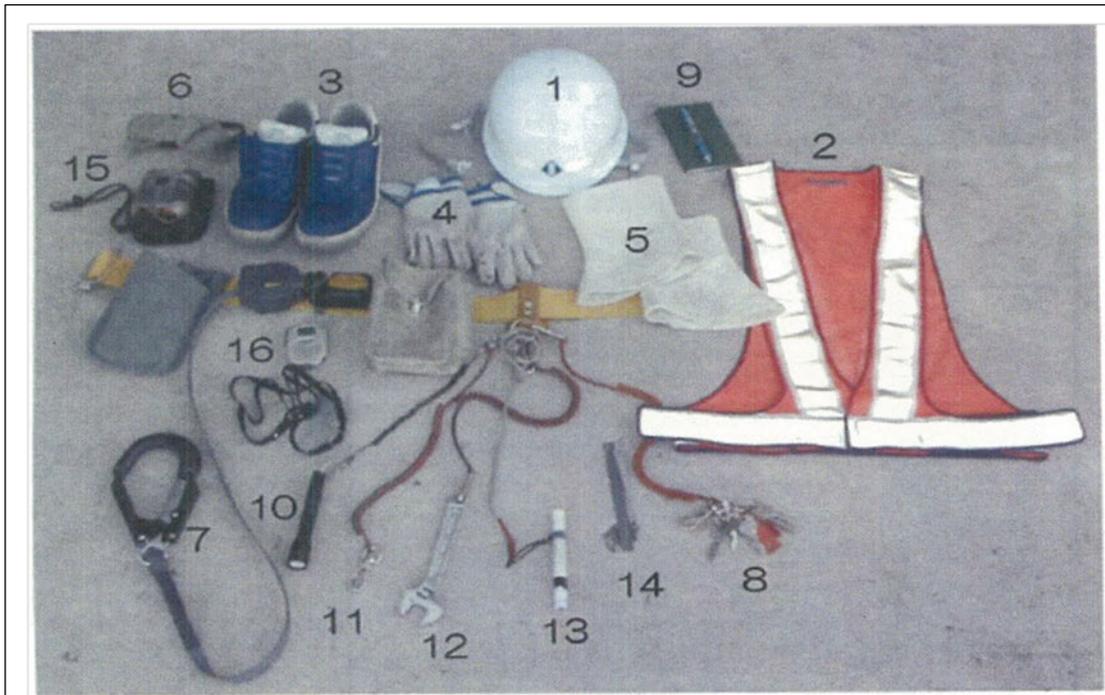
Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 12.2.20 Contrôle de l'épaisseur de couche de peinture

(6) Accessoires et appareils pour les inspections (à titre de référence)

Nous indiquons à la Figure 12.2.21 un exemple d'équipements et d'outils utilisés dans les inspections.

1) Exemple d'équipements pour les inspections



- 1 : Casque protecteur
- 2 : Gilet de sécurité
- 3 : Chaussure de sécurité
- 4 : Gants
- 5 : Jambières
- 6 : Lunettes anti-poussière (pour la réparation)
- 7 : Ceinture de sécurité (crochet)
- 8 : Clés
- 9 : Cahier et stylo
- 10 : Lampe torche
- 11 : Crochet (pour prévenir la chute d'objets)
- 12 : Clé à molette
- 13 : Feutre permanent
- 14 : Règle métallique + règle de profondeur
- 15 : Jumelles
- 16 : Dictaphone numérique

Source: Manuel d'inspection des ponts routiers, Japan Road Association

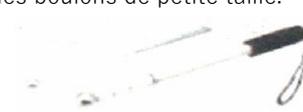
Figure 12.2.21 Principaux équipements pour les inspections

2) Outils d'enregistrement

Les principaux outils d'enregistrement sont les suivants.

(Ex.) Appareil de photo numérique, cahier, craie, tableau noir, terminal numérique de type tablette

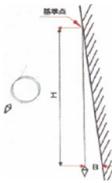
3) Outils pour les contrôles par percussion et l'élimination des morceaux de béton soulevés avec des coups de marteau

Marteau de contrôle	Marteau à pied-de-biche
<p>Marteau métallique de petit format. Il est utilisé lors des contrôles par percussion.</p> 	<p>Marteau muni d'une boule métallique à l'extrémité de son manche. Le manche est télescopique jusqu'à 1 m environ. Le coup donné par ce marteau étant faible, il est adapté au contrôle des bâches en fibres et des boulons de petite taille.</p> 
Marteau en nylon	Autres marteaux
<p>Marteau dont la tête est recouverte du nylon. Il est utilisé pour éviter des griffures provoquées par le coup de marteau.</p> 	<p>Si le soulèvement du béton pouvant affecter la sécurité des tiers est détecté lors de l'inspection, il est nécessaire d'éliminer maximum de béton en le frappant. Pour ce faire, on utilisera parfois un ciseau de maçon et un marteau métallique pouvant donner des coups puissants.</p> 

Source: Manuel d'inspection des ponts routiers, Japan Road Association

Figure 12.2.22 Exemple d'outils pour les contrôles par percussion et l'élimination des morceaux de béton soulevés avec des coups de marteau

4) Outils de mesure

Télémètre laser	Fissuromètre
<p>Outil professionnel qui mesure la distance jusqu'au point d'irradiation du laser, l'inclinaison et la hauteur (calculée avec la distance et l'inclinaison) par une simple pression sur le bouton. Il permet de mesurer la largeur de la chaussée et la hauteur sous la poutre.</p> 	<p>Outil permettant de mesurer la largeur de la fissure. La mesure se fait en le plaçant perpendiculairement à la fissure.</p> 
Pied à coulisse	Fil à plomb
<p>Outil permettant de mesurer jusqu'à 1/100e mm de longueur suivant le modèle. Il permet de mesurer l'extérieur, l'intérieur, la profondeur et l'écart. Il est utilisé pour mesurer la réduction de l'épaisseur des éléments en acier.</p> 	<p>Outil qui mesure l'inclinaison des ouvrages. L'inclinaison est mesurée à partir d'un point de référence à l'aide du fil comportant un poids.</p> 

Outre les outils susmentionnés, il existe le mètre à ruban pour la prise de photos, la mire, le mètre à ruban métallique, etc.

Source: Manuel d'inspection des ponts routiers, Japan Road Association

Figure 12.2.23 Exemple d'appareils de mesure

(7) Organisation des inspections (avant-projet)

Nous mentionnons ci-dessous à titre indicatif une organisation des inspections périodiques des ponts.

[Pont cible : Passage supérieur du carrefour Riviera 3]

- Programme du contrôle périodique (hypothèse) : 9 jours au total
- 1 jour pour la surface de la dalle, 3 jours pour l'intérieur de la poutre-caisson, 2 jours sous la poutre (travail dans le domaine public), 3 jours sous la poutre et sur la surface latérale de la poutre (avec la limitation de la circulation)

Le Tableau 12.2.5 montre le nombre approximatif de personnes et de jours de travail nécessaires à chaque étape des inspections : la planification des inspections, les inspections périodiques et le rassemblement des résultats des inspections.

Tableau 12.2.5 Organisation des inspections (nombre de personnes et de jours de travail nécessaires)

No.	Opérations	Personnes chargées, nombre de personnes (à titre indicatif)	Nombre de jours de travail (à titre indicatif)
1	Plan d'inspection (Plan d'inspection, rassemblement et remise à jour des données, plan de limitation de la circulation, etc.)	Ingénieur spécialiste : 1 Assistant : 2	10 jours
2	Inspections périodiques	Ingénieur spécialiste : 1 Inspecteurs : 3	9 jours
		Personnel pour la limitation de la circulation : 2 à 3 Opérateur de la nacelle élévatrice : 1	3 jours
3	Rassemblement et remise à jour des résultat des inspections	Ingénieur spécialiste : 1 Assistant : 2	10 jours

Source: Mission d'étude de la JICA

[Pont cible : Passerelle pour piétons Cap Nord]

- Programme du contrôle périodique (hypothèse) : 7 jours au total
- 1 jour pour la surface de la dalle, 3 jours sous la poutre et sur la surface latérale de la poutre (avec la limitation de la circulation), 3 jours pour les éléments en treillis sur la surface de la dalle

Le Tableau 12.2.6 montre le nombre approximatif de personnes et de jours de travail nécessaires à chaque étape des inspections : la planification des inspections, les inspections périodiques et le rassemblement des résultats des inspections.

Tableau 12.2.6 Organisation des inspections des passerelles pour piétons (nombre de personnes et de jours de travail nécessaires)

No.	Opérations	Personnes chargées, nombre de personnes (à titre indicatif)	Nombre de jours de travail (à titre indicatif)
1	Plan d'inspection (Plan d'inspection, rassemblement et remise à jour des données, plan de limitation de la circulation, etc.)	Ingénieur spécialiste : 1 Assistant : 2	7 jours
2	Inspections périodiques	Ingénieur spécialiste : 1 Inspecteurs : 3	7 jours
		Personnel pour la limitation de la circulation : 2 à 3 Opérateur de la nacelle élévatrice : 1	3 jours
3	Rassemblement et remise à jour des résultat des inspections	Ingénieur spécialiste : 1 Assistant : 2	7 jours

Source: Mission d'étude de la JICA

(8) Coûts approximatifs de la gestion et de la maintenance (à titre indicatif)

Les Tableau 12.2.7 à Tableau 12.2.11 montrent les coûts approximatifs (à titre indicatif) à prévoir pour la gestion et la maintenance d'un pont.

Cependant, ces coûts de réparation sont estimés pour un entretien périodique, et ne prennent pas en considération le remplacement des éléments métalliques, sauf celui des appareils d'appui et le renforcement des éléments.

Pour la nouvelle application de peinture réalisée dans les travaux de réparation, il est prévu d'adopter un échafaudage suspendu. Ce système est adopté pour prévenir la dispersion de poussières pendant l'application de peinture et obtenir de l'espace pour le travail sur une zone étendue, mais aussi éviter la limitation de la circulation sur une longue période. Cependant, l'aile de la poutre-caisson de la superstructure ne comporte pas de support de fixation pour l'échafaudage suspendu (d'un point de vue esthétique, ceci a été arrêté à la suite d'un souhait exprimé par l'AGEROUTE).

Tableau 12.2.7 Coûts approximatifs de l'entretien (à titre indicatif) : Passage supérieur du carrefour de l'École de Police

No.	Rubriques	Type d'opérations	Fréquence	Quantité	Unité	Prix unitaire (JPY)	Coûts approximatifs	Coûts approximatifs
1	Accessoires et appareils d'inspection	Outils et appareils d'inspection (pour une équipe)	Au début	1.0	Ensemble	450,000	450,000	2,245,794
		Équipements pour l'enquête détaillée	Au début	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	Entretien journalier	Nettoyage, réparation sommaire	Tous les ans	1.0	Ensemble	500,000	500,000	2,495,327
3	Inspection périodique	Planification, inspection, rassemblement des résultats	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	800,000	800,000	3,992,523
		Véhicule d'inspection, limitation de la circulation	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	500,000	500,000	2,495,327
						Total	1,300,000	6,487,850
4	Travaux de réparation 1	Remplacement du revêtement	Tous les 15 ans	3700	m2	3,000	11,100,000	55,396,262
		Réparation du béton	Tous les 15 ans	4.0	m3	1,000,000	4,000,000	19,962,617
						Total	15,100,000	75,358,879
5	Travaux de réparation 2	Remplacement des joints d'expansion	Tous les 20 ans	130.0	m	800,000	104,000,000	519,028,037
6	Travaux de réparation 3	Reprise de peinture	Tous les 35 ans	4500	m2	20,000	90,000,000	449,158,879
		Echafaudage suspendu	Tous les 35 ans	4100	m2	6,000	24,600,000	122,770,093
						合計	114,600,000	571,928,972
7	Travaux de réparation 4	Remplacement des appareils d'appui	1 fois/100 ans	1.0	Ensemble	30,000,000	30,000,000	149,719,626

Source: Mission d'étude de la JICA

Tableau 12.2.8 Coûts approximatifs de l'entretien (à titre indicatif) : Passage supérieur du carrefour Riviera 3

No.	Rubriques	Type d'opérations	Fréquence	Quantité	Unité	Prix unitaire (JPY)	Coûts approximatifs	Coûts approximatifs
1	Accessoires et appareils d'inspection	Outils et appareils d'inspection	Au début	1.0	Ensemble	450,000	450,000	2,245,794
		Équipements pour l'enquête détaillée	Au début	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	Entretien journalier	Nettoyage, réparation sommaire	Tous les ans	1.0	Ensemble	500,000	500,000	2,495,327
3	Inspection périodique	Planification, inspection, rassemblement des	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
		Véhicule d'inspection, limitation de la circulation	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	600,000	600,000	2,994,393
						Total	1,600,000	7,985,047
4	Travaux de réparation 1	Remplacement du revêtement	Tous les 15 ans	4800	m2	3,000	14,400,000	71,865,421
		Réparation du béton	Tous les 15 ans	5.0	m3	1,000,000	5,000,000	24,953,271
						Total	19,400,000	96,818,692
5	Travaux de réparation 2	Remplacement des joints d'expansion	Tous les 20 ans	130.0	m	800,000	104,000,000	519,028,037
6	Travaux de réparation 3	Reprise de peinture	Tous les 30 ans	6000	m2	20,000	120,000,000	598,878,505
		Echafaudage suspendu	Tous les 30 ans	5400	m2	6,000	32,400,000	161,697,196
						合計	152,400,000	760,575,701
7	Travaux de réparation 4	Remplacement des appareils d'appui	1 fois/100 ans	1.0	Ensemble	30,000,000	30,000,000	149,719,626

Source: Mission d'étude de la JICA

Tableau 12.2.9 Coûts approximatifs de l'entretien (à titre indicatif) : Passage supérieur du carrefour Palmeraie

No.	Rubriques	Type d'opérations	Fréquence	Quantité	Unité	Prix unitaire (JPY)	Coûts approximatifs	Coûts approximatifs
1	Accessoires et appareils d'inspection	Outils et appareils d'inspection (pour une équipe)	Au début	1.0	Ensemble	450,000	450,000	2,245,794
		Équipements pour l'enquête détaillée	Au début	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	Entretien journalier	Nettoyage, réparation sommaire	Tous les ans	1.0	Ensemble	500,000	500,000	2,495,327
3	Inspection périodique	Planification, inspection, rassemblement des résultats	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	1,200,000	1,200,000	5,988,785
		Véhicule d'inspection, limitation de la circulation	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	800,000	800,000	3,992,523
						Total	2,000,000	9,981,308
4	Travaux de réparation 1	Remplacement du revêtement	Tous les 15 ans	5800	m2	3,000	17,400,000	86,837,383
		Réparation du béton	Tous les 15 ans	6.0	m3	1,000,000	6,000,000	29,943,925
						Total	23,400,000	116,781,308
5	Travaux de réparation 2	Remplacement des joints d'expansion	Tous les 20 ans	160.0	m	800,000	128,000,000	638,803,738
6	Travaux de réparation 3	Reprise de peinture	Tous les 30 ans	9500	m2	20,000	190,000,000	948,224,299
		Echafaudage suspendu	Tous les 30 ans	6400	m2	6,000	38,400,000	191,641,121
						合計	228,400,000	1,139,865,421
7	Travaux de réparation 4	Remplacement des appareils d'appui	1 fois/100 ans	1.0	Ensemble	35,000,000	35,000,000	174,672,897

Source: Mission d'étude de la JICA

Tableau 12.2.10 Coûts approximatifs de l'entretien (à titre indicatif) : Passerelle pour piétons Cap Nord

No.	Rubriques	Type d'opérations	Fréquence	Quantité	Unité	Prix unitaire (JPY)	Coûts approximatifs	Coûts approximatifs
1	Accessoires et appareils d'inspection	Outils et appareils d'inspection	Au début	1.0	Ensemble	450,000	450,000	2,245,794
		Équipements pour l'enquête détaillée	Au début	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	Entretien journalier	Nettoyage, réparation sommaire	Tous les ans	1.0	Ensemble	500,000	500,000	2,495,327
3	Inspection périodique	Planification, inspection, rassemblement des	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
		Véhicule d'inspection, limitation de la circulation	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	1,200,000	1,200,000	5,988,785
						Total	2,200,000	10,979,439
4	Travaux de réparation 1	Remplacement du revêtement	Tous les 10 ans	280	m2	2,500	700,000	3,493,458
		Réparation du béton	Tous les 10 ans	0.8	m3	1,000,000	800,000	3,992,523
						Total	1,500,000	7,485,981
5	Travaux de réparation 2	Remplacement des joints d'expansion	Tous les 20 ans	8.0	m	500,000	4,000,000	19,962,617
6	Travaux de réparation 3	Reprise de peinture	Tous les 30 ans	500	m2	20,000	10,000,000	49,906,542
		Echafaudage suspendu	Tous les 30 ans	230	m2	6,000	1,380,000	6,887,103
						Total	11,380,000	56,793,645

Source: Mission d'étude de la JICA

Tableau 12.2.11 Coûts approximatifs de l'entretien (à titre indicatif) : Passerelle pour piétons Riviera 3-Palmeraie

No.	Rubriques	Type d'opérations	Fréquence	Quantité	Unité	Prix unitaire (JPY)	Coûts approximatifs	Coûts approximatifs
1	Accessoires et appareils d'inspection	Outils et appareils d'inspection	Au début	1.0	Ensemble	450,000	450,000	2,245,794
		Équipements pour l'enquête détaillée	Au début	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	Entretien journalier	Nettoyage, réparation sommaire	Tous les ans	1.0	Ensemble	500,000	500,000	2,495,327
3	Inspection périodique	Planification, inspection, rassemblement des	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	1,000,000	1,000,000	4,990,654
		Véhicule d'inspection, limitation de la circulation	Tous les 5 ans	1.0	Ensemble	1,200,000	1,200,000	5,988,785
						Total	2,200,000	10,979,439
4	Travaux de réparation 1	Remplacement du revêtement	Tous les 10 ans	280	m2	2,500	700,000	3,493,458
		Réparation du béton	Tous les 10 ans	0.8	m3	1,000,000	800,000	3,992,523
						Total	1,500,000	7,485,981
5	Travaux de réparation 2	Remplacement des joints d'expansion	Tous les 20 ans	8.0	m	500,000	4,000,000	19,962,617
6	Travaux de réparation 3	Reprise de peinture	Tous les 30 ans	410	m2	20,000	8,200,000	40,923,364
		Echafaudage suspendu	Tous les 30 ans	200	m2	6,000	1,200,000	5,988,785
						Total	9,400,000	46,912,150

Source: Mission d'étude de la JICA

13. CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

13.1 Grandes lignes du Projet

Pour une résolution rapide des embouteillages aux trois carrefours, la partie ivoirienne souhaite vivement l'achèvement des travaux dans les plus brefs délais. Pour ce faire, suivant l'accord entre le Gouvernement japonais, la JICA et l'agence gouvernementale ivoirienne concernée, le calendrier de mise en œuvre du Projet a été élaboré de manière à ce que chaque étape de l'approvisionnement (conception détaillée, appel d'offres du contractant, construction) soit raccourci autant que possible.

En effet, grâce à l'adoption d'une procédure d'appel d'offres accompagnée d'une P/Q (préqualification), la période de l'appel d'offres du contractant a été considérablement réduite par rapport au processus ordinaire pour les projets de prêt en yen (appel d'offres réalisé après la procédure de préqualification).

D'autre part, après avoir examiné l'envergure des travaux et la possibilité d'approvisionnement des matériels et des matériaux, nous avons rassemblé en un seul lot les travaux des trois carrefours en permettant ainsi leur démarrage simultané. De plus, grâce à l'adoption des techniques japonaises sur la superstructure des passages supérieurs, les conditions STEP ont été appliquées, et ceci a réduit la période d'exécution de la superstructure, voire le délai global des travaux.

13.2 Calendrier de mise en œuvre du Projet

Nous examinons le calendrier de mise en œuvre du Projet. Le calendrier se divise en période pour l'appel d'offres du contractant et en celle de construction, et le délai des travaux prévu sera de 33 mois.

Nous prévoyons un appel d'offres international concurrentiel (ci-après dénommées l'« AOI ») pour la sélection de l'entreprise de construction du Projet. La période nécessaire à cette procédure sera déterminée en supposant la réalisation du Projet sous forme de prêt en yen. En vue de l'élaboration du calendrier de mise en œuvre du Projet, nous mentionnons ci-dessous les principaux éléments concernant la mise en œuvre.

- Le contractant sera sélectionné en 8 mois.
- Le délai des travaux sera de 33 mois.
- La période de responsabilité pour le vice de construction sera de 12 mois.

L'AGERROUTE, agence d'exécution du Projet, doit commencer le plus tôt possible l'acquisition des terrains, la réinstallation des habitants et le déplacement des installations publiques, et les terminer avant le démarrage des travaux.

La Figure 13.2.1 montre le calendrier de mise en œuvre du Projet.

Item	2019												
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Detailed Design / Conception détaillée													
Bid Announcement / Lancement de l'avis d'appel d'offres			★										
Bid Preparation by Bidders / Préparation des offres par les soumissionnaires													
Bid Opening / Dépouillement						★							
Bid Evaluation / Evaluation des offres													
Contract Negotiation / Négociation des contrats													
Sign of Contract / Signature du contrat												★	
Construction / Construction													

Source: Mission d'étude de la JICA

Figure 13.2.1 Calendrier de mise en œuvre du Projet

**AGENCE DE GESTION DES ROUTES
MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DE L'ENTRETIEN ROUTIER
RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE**

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

**ÉTUDE DE CONCEPTION
DÉTAILLÉE DU PROJET DE
CONSTRUCTION DE TROIS
ÉCHANGEURS À ABIDJAN**

RAPPORT FINAL

Annexe

Février 2019

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE

ORIENTAL CONSULTANTS GLOBAL CO., LTD.

INGÉROSEC CORPORATION

Annexe 1

Table des matières

	Page
1. Conception détaillée.....	1
1.1 Tabliers (charpente métallique en treillis)	1
1.2 Dalle et équipements	70
1.3 Appuis et fondations.....	72
1.4 Conception des gaines d'ascenseurs.....	88

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1.1 : Passerelle Cap Nord – Propriétés des sections	1
Tableau 1.2 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Propriétés des sections.....	1
Tableau 1.3 : Passerelles – Définition des axes.....	3
Tableau 1.4 : Passerelles – Actions sur le tablier	3
Tableau 1.5 : Passerelles – Cas de chargement dynamique	5
Tableau 1.6 : Passerelles – Condition d'appui du modèle.....	5
Tableau 1.7 : Passerelle Cap Nord – Valeurs des fréquences propres (Hz).....	8
Tableau 1.8 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Valeurs des fréquences propres (Hz)	8
Tableau 1.9 : Passerelle Cap Nord – Accélérations (ELS VIB)	33
Tableau 1.10 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Accélérations (ELS VIB).....	33
Tableau 1.11 : Passerelle Cap Nord – Facteur de flambement.....	34
Tableau 1.12 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Facteur de flambement	34
Tableau 1.13 : Passerelles - Résumé de la conception des tabliers	61
Tableau 1.14 : Passerelles Cap Nord - Vérifications ELS (CON).....	62
Tableau 1.15 : Passerelles Riviera-Palmeraie - Vérifications ELS (CON)	62
Tableau 1.16 : Passerelle Cap Nord – Vérifications ELU et ACC (RES et FLAMB).....	66
Tableau 1.17 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Vérifications ELU et ACC (RES et FLAMB)	67
Tableau 1.18 : Passerelles Cap Nord – Résumé des contraintes dans le modèle local - ELS	69
Tableau 1.19 : Passerelles Cap Nord – Résumé des contraintes dans le modèle local - ELU.....	69
Tableau 1.20 : Passerelles – Appareils d'appui (rotations et réactions à l'ELU)	71
Tableau 1.21 : Passerelles – Souffle du joint et déplacements maximaux (mm)	72
Tableau 1.22 : Passerelles – Hauteur des colonnes des appuis (m).....	72
Tableau 1.23 : Passerelles – Propriétés de éléments du modèle des appuis	73
Tableau 1.24 : Passerelles – Propriétés de éléments du modèle des fondations.....	74
Tableau 1.25 : Passerelles – Hauteurs des colonnes des appuis des escaliers et longueurs des escaliers (m)	75
Tableau 1.26 : Passerelles – Propriétés de éléments du modèle des escaliers.....	76
Tableau 1.27 : Passerelles – Actions sur les appuis et les fondations des appuis des passerelles	76

Tableau 1.28 : Passerelles – Actions sur les escaliers	77
Tableau 1.29 : Passerelles – Résumé des étapes de conception des appuis	78
Tableau 1.30 : Passerelles – Limite de compression pour les fondations profondes	79
Tableau 1.31 : Passerelles – Définition des sections d’armature pour les escaliers	80
Tableau 1.32 : Passerelle Cap Nord – Vérification de la section des escaliers (ELU et ELS)	80
Tableau 1.33 : Passerelles – Définition des sections d’armature pour la colonne et la fondation de l’appui central des escaliers.....	80
Tableau 1.34 : Passerelles – Vérification de la section de la colonne et de la fondation de l’appui central des escaliers (ELU et ELS).....	80
Tableau 1.35 : Passerelles – Définition des sections d’armature pour les appuis des passerelles.....	82
Tableau 1.36 : Passerelles – Vérification des sections de la dalle et du garde-grève (ELU et ELS).....	82
Tableau 1.37 : Passerelles – Vérification des sections des colonnes et des fondations (ELU et ELS)	82
Tableau 1.38 : Passerelles – Efforts axiaux max dans les pieux et capacité géotechnique	86
Tableau 1.39 : Action et capacité admissible de la fondation superficielle	87

Liste des figures

	Page
Figure 1.1 : Passerelle Cap Nord – Vue isométrique du modèle global du tablier	2
Figure 1.2 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Vue isométrique du modèle global du tablier	2
Figure 1.3 : Passerelle Cap Nord – Vue isométrique du modèle local pour la connexion des membres.....	3
Figure 1.4 : Passerelles – Application des actions dynamiques de la marche des piétons.....	6
Figure 1.5 : Passerelle Cap Nord – Modes propres d'intérêt	7
Figure 1.6 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Modes propres d'intérêt.....	8
Figure 1.7 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge permanente Ginf	9
Figure 1.8 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge permanentes Gsup.....	9
Figure 1.9 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier max	10
Figure 1.10 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent horizontal.....	10
Figure 1.11 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent vertical.....	11
Figure 1.12 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent vertical excentré	11
Figure 1.13 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier sur une demi-largeur de la passerelle	12
Figure 1.14 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier sur une demi-longueur de la passerelle	12
Figure 1.15 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable	13
Figure 1.16 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable.....	13
Figure 1.17 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant x (Mx) sous combinaison ELU durable.....	14
Figure 1.18 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant x (Mx) sous combinaison ELU durable.....	14
Figure 1.19 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant y (My) sous combinaison ELU durable.....	15
Figure 1.20 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant y (My) sous combinaison ELU durable.....	15
Figure 1.21 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle à vide).....	16
Figure 1.22 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle à vide).....	16

Figure 1.23 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	17
Figure 1.24 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	17
Figure 1.25 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)	18
Figure 1.26 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	18
Figure 1.27 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant x (Mx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	19
Figure 1.28 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant x (Mx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	19
Figure 1.29 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant y (My) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	20
Figure 1.30 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant y (My) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	20
Figure 1.31 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges permanentes Ginf.....	21
Figure 1.32 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges permanentes Gsup.....	21
Figure 1.33 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier.....	22
Figure 1.34 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent horizontal	22
Figure 1.35 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges de vent vertical.....	23
Figure 1.36 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent vertical excentré	23
Figure 1.37 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier sur une demi-largeur de la passerelle	24
Figure 1.38 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges de trafic piétonnier sur une demi-longueur de la passerelle	24
Figure 1.39 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable.....	25
Figure 1.40 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable.....	25

Figure 1.41 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant x (M_x) sous combinaison ELU durable.....	26
Figure 1.42 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant x (M_x) sous combinaison ELU durable.....	26
Figure 1.43 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant y (M_y) sous combinaison ELU durable.....	27
Figure 1.44 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant y (M_y) sous combinaison ELU durable.....	27
Figure 1.45 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle à vide)	28
Figure 1.46 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle à vide)	28
Figure 1.47 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	29
Figure 1.48 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	29
Figure 1.49 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des efforts axiaux (F_x) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	30
Figure 1.50 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des efforts axiaux (F_x) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	30
Figure 1.51 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant x (M_x) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	31
Figure 1.52 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant x (M_x) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	31
Figure 1.53 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant y (M_y) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	32
Figure 1.54 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant y (M_y) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonnance avec les fréquences propres de la passerelle chargée).....	32
Figure 1.55 : Passerelle Cap Nord – Modes de flambement (GFLAMB).....	33
Figure 1.56: Passerelle Cap Nord – Modes de flambement (GFLAMB).....	34

Figure 1.57	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure inférieure à l’ELS	35
Figure 1.58	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure inférieure à l’ELS	35
Figure 1.59	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la membrure inférieure à l’ELS	36
Figure 1.60	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la membrure inférieure à l’ELS	36
Figure 1.61	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure supérieure à l’ELS	37
Figure 1.62	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure supérieure à l’ELS	37
Figure 1.63	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la membrure supérieure à l’ELS	38
Figure 1.64	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la membrure supérieure à l’ELS	38
Figure 1.65	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les plaques d’about à l’ELS	39
Figure 1.66	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les plaques d’about à l’ELS	39
Figure 1.67	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans les plaques d’about à l’ELS	40
Figure 1.68	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans les plaques d’about à l’ELS	40
Figure 1.69	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les raidisseurs à l’ELS	41
Figure 1.70	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les raidisseurs à l’ELS	41
Figure 1.71	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans les raidisseurs à l’ELS	42
Figure 1.72	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans les raidisseurs à l’ELS	42
Figure 1.73	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la pièce de connexion à l’ELS	43
Figure 1.74	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la pièce de connexion à l’ELS	43
Figure 1.75	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la pièce de connexion à l’ELS	44
Figure 1.76	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la pièce de connexion à l’ELS	44
Figure 1.77	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans le piédestal à l’ELS	45
Figure 1.78	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans le piédestal à l’ELS	45
Figure 1.79	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans le piédestal à l’ELS	46
Figure 1.80	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans le piédestal à l’ELS	46
Figure 1.81	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la plaque d’appui à l’ELS	47
Figure 1.82	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la plaque d’appui à l’ELS	47
Figure 1.83	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la plaque d’appui à l’ELS	48
Figure 1.84	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la plaque d’appui à l’ELS	48
Figure 1.85	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure inférieure à l’ELU	49
Figure 1.86	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure inférieure à l’ELU	49
Figure 1.87	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la membrure inférieure à l’ELU	50
Figure 1.88	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure supérieure à l’ELU	50
Figure 1.89	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure supérieure à l’ELU	51
Figure 1.90	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la membrure supérieure à l’ELU	51
Figure 1.91	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les plaques d’about à l’ELU	52
Figure 1.92	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les plaques d’about à l’ELU	52
Figure 1.93	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans les plaques d’about à l’ELU	53
Figure 1.94	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les raidisseurs à l’ELU	53
Figure 1.95	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les raidisseurs à l’ELU	54
Figure 1.96	: Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans les raidisseurs à l’ELU	54

Figure 1.97 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la pièce de connexion à l'ELU.....	55
Figure 1.98 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la pièce de connexion à l'ELU.....	55
Figure 1.99 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la pièce de connexion à l'ELU.....	56
Figure 1.100 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans le piédestal à l'ELU	56
Figure 1.101 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans le piédestal à l'ELU	57
Figure 1.102 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans le piédestal à l'ELU	57
Figure 1.103 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la plaque d'appui à l'ELU.....	58
Figure 1.104 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la plaque d'appui à l'ELU.....	58
Figure 1.105 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans la plaque d'appui à l'ELU.....	59
Figure 1.106 : Passerelle Cap Nord – Déplacements maximum à l'ELU (1/2).....	59
Figure 1.107 : Passerelle Cap Nord – Déplacements maximum à l'ELU (2/2).....	60
Figure 1.108 : Passerelle Cap Nord – Déplacements minimum à l'ELU (1/2).....	60
Figure 1.109 : Passerelle Cap Nord – Déplacements minimum à l'ELU (2/2).....	61
Figure 1.110 : Passerelle Cap Nord – Connexion type T/Y.....	64
Figure 1.111 : Passerelle Cap Nord – Connexion type K/N.....	64
Figure 1.112 : Passerelle Cap Nord – Connexion type KT/K/N avec recouvrement.....	64
Figure 1.113 : Passerelle Cap Nord – Connexion entre les membrures supérieures et inférieures.....	64
Figure 1.114 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Connexion d'extrémité type T/Y	65
Figure 1.115 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Connexion excentrée type K/N avec espacement.....	65
Figure 1.116 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Connexion type T/Y avec recouvrement	65
Figure 1.117 : Passerelles – Bac en acier typique.....	70
Figure 1.118 : Passerelles – Modèle des appuis	73
Figure 1.119 : Passerelles – Modèle des fondations des appuis	74
Figure 1.120 : Passerelles – Modèle type des escaliers	75
Figure 1.121 : Passerelle Cap Nord - Courbe d'interaction pour la colonne et pour la fondation de l'appui central des escaliers (kN; kN.m)	81
Figure 1.122 : Passerelle Riviera-Palmeraie - Courbe d'interaction pour la colonne et pour la fondation de l'appui central des escaliers (kN; kN.m)	81
Figure 1.123 : Passerelle Cap Nord - Courbes d'interaction pour les colonnes et les pieux des appuis (kN; kN.m).....	84
Figure 1.124 : Passerelle Riviera-Palmeraie - Courbes d'interaction pour les colonnes et les pieux des appuis (kN; kN.m)	85
Figure 1.125 : Vue en plan du système d'accès (rampe et ascenseur – niveau 0).....	88
Figure 1.126 : Vue en élévation des gaines d'ascenseurs	88
Figure 1.127 : Section type des gaines (niveau accès).....	89
Figure 1.128 : Section type des rampes	89
Figure 1.129 : Passerelles – Modèle de la gaine en béton armé des ascenseurs	90
Figure 1.130 : Passerelles – Modèle de la rampe d'accès en béton armé (avec force de poussée des remblais).....	90

1. CONCEPTION DÉTAILLÉE

La conception détaillée des ossatures métalliques, des appuis, des superstructures et des structures d'accès est présentée dans cette section en expliquant les différentes étapes de conception et les détails de modélisation pertinents à la compréhension générale de la procédure de conception.

1.1 Tabliers (charpente métallique en treillis)

Modèle

Les structures ont été modélisées et analysées à l'aide du logiciel MIDAS CIVIL intégrant les normes européennes. Les modèles des deux passerelles sont composés d'éléments bi-dimensionnels ayant un comportement de type poutre. Les sections des éléments et les propriétés géométriques de sections utilisées dans la modélisation sont présentées dans le Tableau 1.1 pour la passerelle Cap Nord et dans le Tableau 1.2 pour la passerelle Riviera-Palmeraie.

Tableau 1.1 : Passerelle Cap Nord – Propriétés des sections

Section	Diamètre / Largeur x Hauteur (mm)	Épaisseur (mm)	Aire (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)
T406.4x14	406.4	14	17258.65	6.65E+08	3.33E+08
T244.5x6	244.5	6	4495.619	63970693	31985346
T127x4	127	4	1545.664	5852269	2926134
T101.6x3.6	101.6	3.6	1108.354	2664749	1332374
Box200x200x8	200 x 200	8	6144	56623104	37814272
Box300x200x10	300 x 200	10	9600	1.27E+08	1.21E+08

Tableau 1.2 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Propriétés des sections

Section	Diamètre / Largeur x Hauteur (mm)	Épaisseur (mm)	Aire (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)
T355.6x12	355.6	12	12953.41	3.83E+08	1.91E+08
T193.7x6	193.7	6	3538.062	31194462	15597231
T101.6x3.6	101.6	3.6	1108.354	2664749	1332374
Box150x200x8	150 x 200	8	5344	35608417	19356405
Box300x200x10	300 x 200	10	9600	1.27E+08	1.21E+08

La modélisation des connexions dans le plan du treillis peut se faire de deux manières :

- en considérant des connexions parfaitement rotulées ne transférant aucun moment
- en considérant des connexions rigides transférant les moments en fonction des rapports de rigidité des éléments

Pour ce projet, le choix de modélisation des connexions des passerelles a été d'utiliser des connexions rigides sachant que la différence d'inertie/rigidité des barres verticales et diagonales par rapport aux membrures supérieures et inférieures crée des rotules mécaniques et les moments transmis sont quasiment nuls (une vérification rapide a toutefois été effectuée en considérant des rotules parfaites pour les

connexions notamment pour le contrôle des vibrations, la modélisation de rotule parfaite assouplissant la structure et augmentant les fréquences propres de la structure).

En plus des modèles généraux formés d'éléments de type poutre (voir Figure 1.1 et Figure 1.2), un modèle tridimensionnel spécifique a été utilisé pour l'analyse de la connexion entre les membrures supérieures et inférieures de la passerelle Cap Nord qui est une pièce composée de plaque d'acier dont le comportement est plus complexe et nécessitait une modélisation raffinée (voir Figure 1.3). Ce modèle raffiné est intégré au modèle global en utilisant des éléments de type plaque mince au niveau des connexions de l'appui fixe uniquement. Le lien entre les éléments barres et les éléments plaques est réalisé par des liens rigides transférant l'ensemble des déplacements et des rotations. Il y a donc une zone de perturbation des contraintes à ce lien entre différent élément qui n'est pas pertinente et qui n'a pas de sens physique réel. Ces perturbations s'étendent généralement sur une longueur égale à deux fois la plus grande largeur de l'élément.

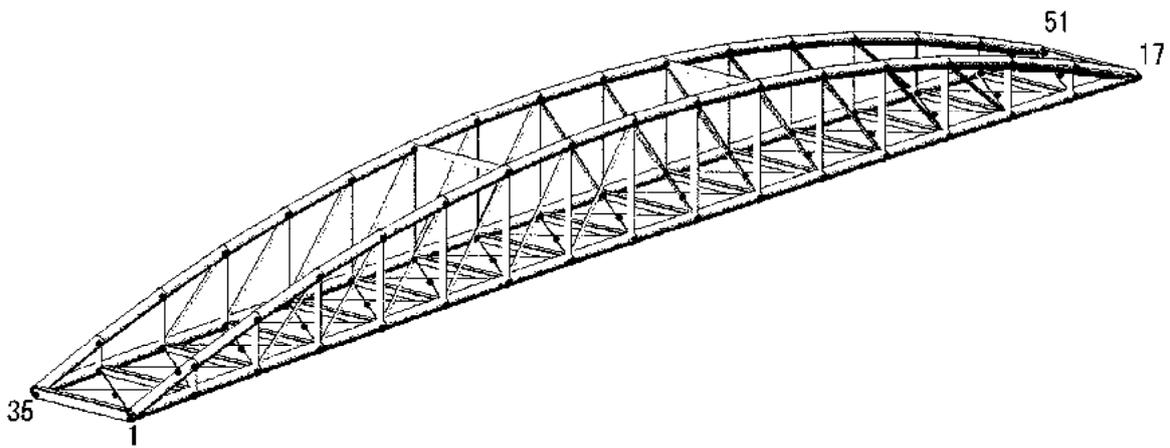


Figure 1.1 : Passerelle Cap Nord – Vue isométrique du modèle global du tablier

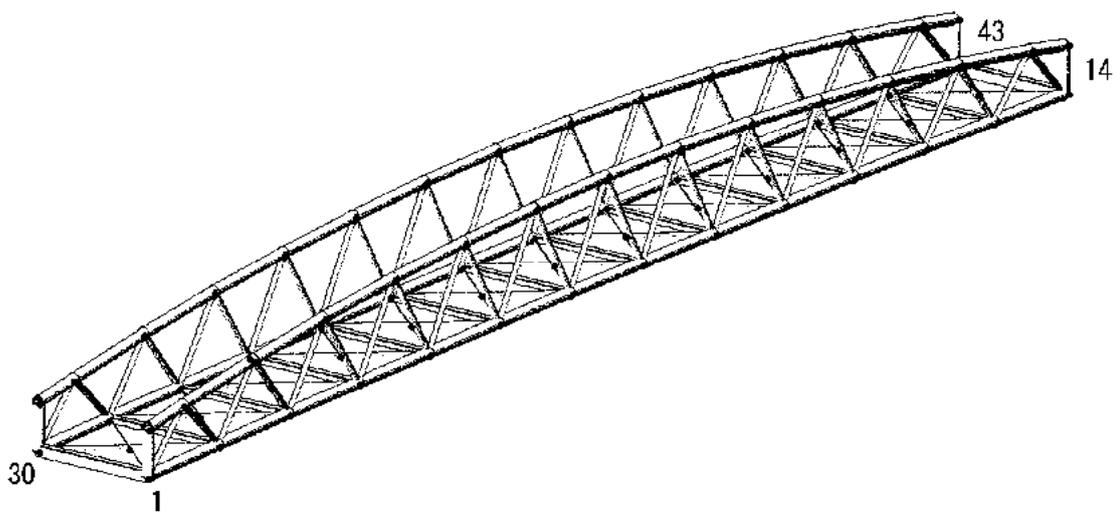


Figure 1.2 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Vue isométrique du modèle global du tablier

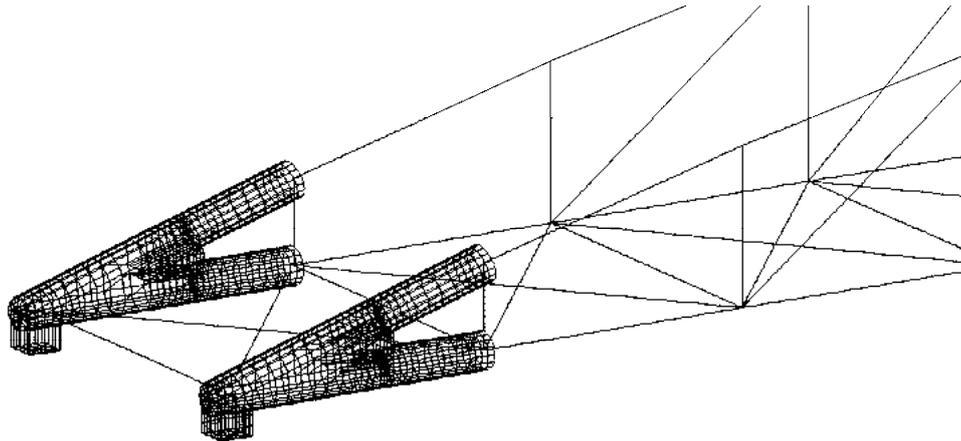


Figure 1.3 : Passerelle Cap Nord – Vue isométrique du modèle local pour la connexion des membrures

Le système de coordonnées est défini dans le modèle selon deux (2) repères : repère global et repère local. Le signe des efforts utilisé par le logiciel MIDAS CIVIL suit la méthode de la main droite.

Il faut noter que les effets des actions sont transformés du repère local du logiciel vers les notations de l'Eurocode pour les vérifications des sections : selon l'Eurocode l'axe x_{Ed} est l'axe fort et l'axe y_{Ed} est l'axe faible de la section, correspondant respectivement au repère y et z du repère local du logiciel.

Tableau 1.3 : Passerelles – Définition des axes

Repère global	X	Suivant l'axe de la passerelle
	Y	Perpendiculaire à l'axe de la passerelle
	Z	Vertical et de sens opposé à la gravité
Repère local	x	Selon l'axe de la membrure
	y	Selon l'axe Y pour les membrures et les barres du treillis (éléments dans le plan X-Z)
	z	Selon l'axe Z pour les entretoises et les contreventements (éléments dans le plan X-Y)

Actions

Les actions appliquées sur les modèles du tablier sont présentés dans le Tableau 1.4.

Tableau 1.4 : Passerelles – Actions sur le tablier

Actions	Type d'action	Application
Poids propre du treillis	D	Générée automatiquement
Dalle béton	D	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Bac en acier	D	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Chapes	D	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Garde-Corps	D	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Piétons 5kPa	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Piétons 5kPa L/2	Q	Charges uniformes sur les entretoises situées dans la demi-longueur de la passerelle (kN/m)
Piétons 5kPa b/2	Q	Charges uniformes sur la demi-largeur des entretoises (kN/m)
Chargée concentrée 10kN*	Q	Charge ponctuelle sur une seule entretoise (kN)
Vent	Q	Charges uniformes sur le treillis (kN/m)
Vent Z	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)

Actions	Type	Application
Vent Z b/4	Q	Charges uniformes sur la demi-largeur des entretoises (kN/m)
Vent Construction	Q	Charges uniformes sur le treillis (kN/m)
Vent Construction Z	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Vent Construction Z b/4	Q	Charges uniformes sur la demi-largeur des entretoises (kN/m)
Temp. max	Q	Température du système global (°C)
Temp. min	Q	Température du système global (°C)
Gradient Temp. max	Q	Différence de température entre les membrures supérieures et inférieures (°C)
Gradient Temp. min	Q	Différence de température entre les membrures supérieures et inférieures (°C)
Temp. max Joint	Q	Température du système global (°C)
Temp. min Joint	Q	Température du système global (°C)
Temp.max Appareils d'appui	Q	Température du système global (°C)
Temp. min Appareils d'appui	Q	Température du système global (°C)
Pietons 0,7kPa	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
ELS Acceleration	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
ELU Dynamique	A	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Construction Qcb	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Construction Qcc	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Construction Qcf1	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)
Construction Qcf2	Q	Charges uniformes sur les entretoises (kN/m)

** Cette charge devra être appliquée sur la dalle en béton pour la conception de la dalle collaborant par le fournisseur
Légende : D : actions permanentes; Q : actions variables; A : actions accidentelles*

Les chargements dynamiques utilisés pour l'analyse des vibrations des structures sont fonction de la fréquence propre considérée (f_v , f_1 ou f_t) et sont résumés au Tableau 1.5 en conservant les notations propres au guide méthodologique « Passerelles piétonnes – Évaluation du comportement vibratoire sous l'action des piétons » du SÉTRA publié en mars 2006. En accord avec la classe d'utilisation et le niveau de confort fixés par le maître d'ouvrage, les cas de charge à vérifier sont les cas 1 (foule peu dense et dense) et le cas 3 (effet de la 2^{ème} harmonique de la foule).

L'effet des actions dynamique, telles que définies ci-dessus, est considéré pour la vérification des critères de confort à l'État Limite de Service (ELS - contrôle des vibrations) mais aussi pour les vérifications classiques à l'ELS (ELS – Limite des contraintes) et l'ELU en situation accidentelle (ACC – Résistance des sections).

Le coefficient d'amortissement critique utilisé pour le calcul des accélérations des ouvrages est de $\xi=0.4\%$ et le pourcentage d'amortissement structurel utilisé pour le calcul des efforts pour la vérification à l'ELU accidentel est de 2%.

Tableau 1.5 : Passerelles – Cas de chargement dynamique

États limites	Cas de charge	Direction de la charge	Formule de calcul de l'action dynamique par m ² (Pa)
ELS	Cas 1	Verticale (V)	$d \times 280 \times \cos(2\pi f_t t) \times 10.8 \times (\xi / N)^{1/2} \times \psi$
		Longitudinale (L)	$d \times 140 \times \cos(2\pi f_t t) \times 10.8 \times (\xi / N)^{1/2} \times \psi$
		Transversale (T)	$d \times 35 \times \cos(2\pi f_t t) \times 10.8 \times (\xi / N)^{1/2} \times \psi$
	Cas 3	Verticale (V)	$1 \times 70 \times \cos(2\pi f_t t) \times 1.85 \times (1 / N)^{1/2} \times \psi$
		Longitudinale (L)	$1 \times 35 \times \cos(2\pi f_t t) \times 1.85 \times (1 / N)^{1/2} \times \psi$
		Transversale (T)	$1 \times 7 \times \cos(2\pi f_t t) \times 1.85 \times (1 / N)^{1/2} \times \psi$
ELU	Cas 1	Verticale (V)	$700 + 280 \times \cos(2 \times \pi \times f_t \times t)$
		Longitudinale (L)	$700 + 140 \times \cos(2 \times \pi \times f_t \times t)$
		Transversale (T)	$700 + 35 \times \cos(2 \times \pi \times f_t \times t)$

Conditions d'appui du modèle

Les appareils d'appuis seront les mêmes pour les deux (2) passerelles et les conditions d'appui ont été modélisés en fonction du comportement prévu tel que décrit dans le Tableau 1.6.

Il faut noter que la flexibilité de l'élastomère dans le sens vertical (SDz) est négligée dans les calculs et la rigidité de distorsion de l'élastomère (SDy) a été calculée en fonction des recommandations de la norme NF EN 1337-3 et du guide du technique du SETRA « Appareils d'appui en élastomère fretté – Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires » : $K = G a b / T_e$ (N/mm) avec les notations propres à la norme NF EN 1337.

Tableau 1.6 : Passerelles – Condition d'appui du modèle

Degrés de liberté libres (0) et bloqués (1)							
Appareil d'appui	Node CN / RP	Dx	Dy	Dz	Rx	Ry	Rz
AA2	1 / 1	1	1	1	0	0	0
AB2	17 / 14	0	1	1	0	0	0
AA1	35 / 30	1	0	1	0	0	0
AB1	51 / 43	0	0	1	0	0	0
Ressorts ponctuels linéaires statique (S) et dynamique (D)							
	Node	SDx	SDy	SDz	SRx	SRy	SRz
AA1	35 / 30 (S)	0	938kN/m	0	0	0	0
AA1	35 / 30 (D)	0	1875kN/m	0	0	0	0
<i>Légende:</i> <i>x : selon l'axe longitudinal du pont</i> <i>y : selon la perpendiculaire à l'axe longitudinal du pont</i> <i>z : selon la vertical (inverse de la gravité)</i>							

Analyses structurales

Les analyses structurales ont été réalisées en considérant un comportement structural linéaire et un comportement des matériaux élastique linéaire. Trois (3) analyses structurales du modèle global ont été faites.

Première analyse

Une première analyse élastique linéaire statique a été réalisée pour évaluer l'effet des actions (efforts internes) dans les membrures et dans les barres de la structure en fonction des combinaisons aux états limites de service (ELS) et aux états limites ultimes (ELU).

Seconde analyse

Une seconde analyse élastique linéaire dynamique a été conduite pour analyser le comportement vibratoire de la structure sous une charge de trafic piétonnier périodique excitant la structure à des fréquences d'excitations correspondant aux fréquences propres de la structure (mise en résonnance). Il s'agit d'une analyse temporelle au cours de laquelle les équations d'équilibre dynamique sont résolues à chaque pas de temps (time history analysis). Les fréquences propres ont auparavant été obtenues pour le cas d'une passerelle à vide ainsi que pour le cas d'une passerelle chargée par une charge correspondant à la présence d'un piéton de 70kg par mètre carré (0.7kPa) sur l'ensemble de la surface des passerelles. Ces deux cas permettant de calculer la limite supérieure et la limite inférieure des fréquences propres.

Finalement, cette seconde analyse a permis d'obtenir l'effet des actions dynamiques aux états limites de service (ELS) et aux états limites ultimes en situation accidentelle (ACC) mais aussi de déterminer les accélérations maximales de la structure dans les directions d'application des charges cycliques de trafic piétonnier. Les accélérations dans les trois directions ont été contrôlées tel que défini dans le guide méthodologique « Passerelles piétonnes – Évaluation du comportement vibratoire sous l'action des piétons » du SÉTRA publié en mars 2006.

Il est important de noter que l'application des charges dynamiques doit être faite en fonction de la direction des vecteurs propres correspondant tel que montrée dans le schéma proposé par le guide du SÉTRA et est présenté sur la Figure 1.4.

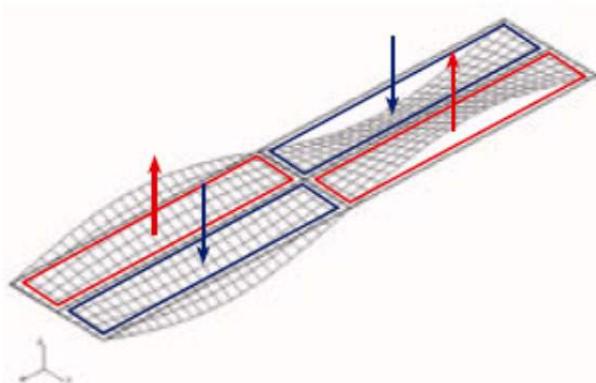


Figure 1.4 : Passerelles – Application des actions dynamiques de la marche des piétons

Troisième analyse

Enfin, une analyse du flambement généralisé de la structure (basée sur les vecteurs propres de la structure) a été conduite pour déterminer la longueur de flambement de la membrure supérieure nécessaire pour le calcul de la résistance (EN 1993-2 article 6.3).

Note : Les effets du second ordre ne sont pas jugés comme modifiant de façon significative le

comportement structural et seront donc pris en compte par l'application d'un coefficient d'amplification du moment de flexion (EN 1993-2, 5.2.2(5)).

Analyse complémentaire

Une analyse statique par éléments finis d'un modèle raffiné formé d'élément plaque pour représenter le comportement de la connexion entre les membrures supérieures et inférieures pour la passerelle Cap Nord a également été réalisée. Cette connexion a été analysée pour les combinaisons ultimes en situation durable et pour les combinaisons de services caractéristiques.

Résultats des analyses

Tel qu'expliqué précédemment, les fréquences propres et les modes propres des structures sont utilisés pour calculer la composante dynamique de la charge des piétons ainsi que pour définir la direction d'application de ces chargements dynamiques. Les modes propres présentant un risque de vibration, défini en fonction de la valeur de leur fréquence propre, sont présentés dans la Figure 1.5 pour la passerelle Cap Nord et dans la Figure 1.6 pour la passerelle Riviera-Palmeraie.

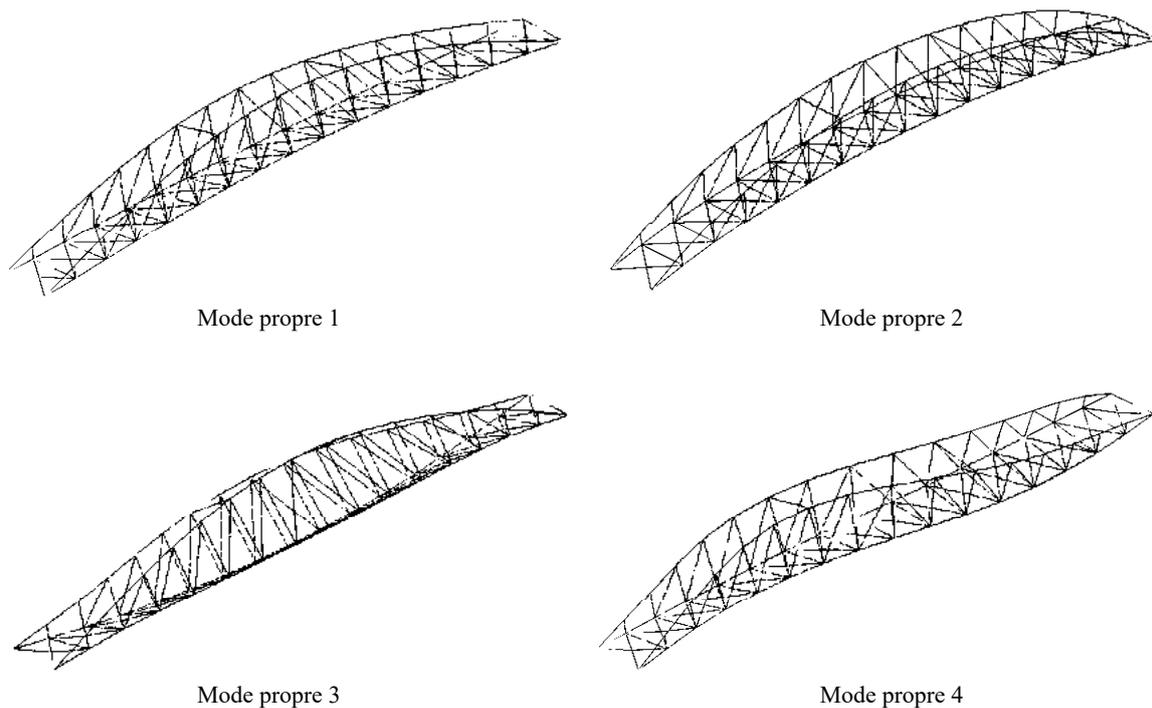


Figure 1.5 : Passerelle Cap Nord – Modes propres d'intérêt

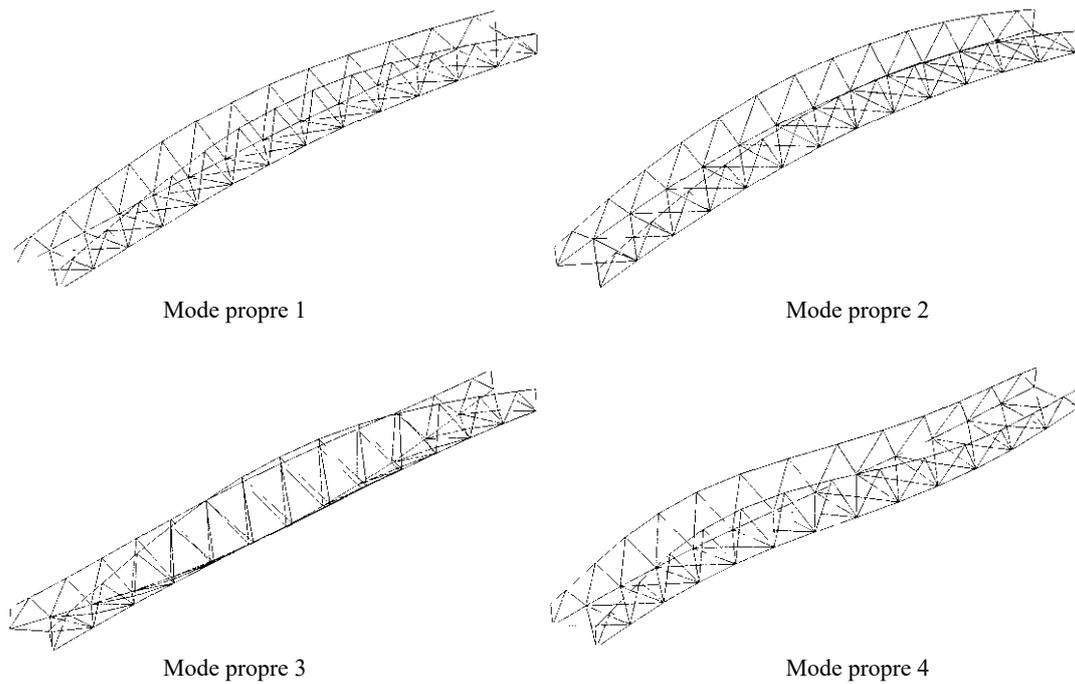


Figure 1.6 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Modes propres d'intérêt

Le Tableau 1.7 et le Tableau 1.8 résument les valeurs des fréquences propres obtenus de l'analyse pour les deux passerelles. Les fréquences propres de la structure « à vide » constituent la borne supérieure calculées avec la charge permanente minimale (G_{inf}) et les fréquences propres de la structure « chargée » constituent la borne inférieure calculées avec la charge permanente maximale (G_{sup}) et une charge de trafic de 0.7kPa répartie sur l'ensemble de la surface de la passerelle.

Tableau 1.7 : Passerelle Cap Nord – Valeurs des fréquences propres (Hz)

	À vide	Chargée	Description du mode propre
1ère fréquence propre	2.17	2.04	Transversal 1 ventre + Torsion 1 ventre
2ème fréquence propre	2.73	2.51	Vertical 1 ventre
3ème fréquence propre	3.90	3.59	Transversal 1 ventre + Torsion 1 ventre
4ème fréquence propre	5.19	4.90	Transversal 2 ventres + Torsion 2 ventres

Tableau 1.8 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Valeurs des fréquences propres (Hz)

	À vide	Chargée	Description du mode propre
1ère fréquence propre	2.42	2.26	Torsion 1 ventre + Transversal 1 ventre
2ème fréquence propre	2.82	2.58	Vertical 1 ventre
3ème fréquence propre	4.18	3.82	Torsion 1 ventre + Transversal 1 ventre
4ème fréquence propre	5.85	5.53	Torsion 2 ventres + Transversal 2 ventres

Les efforts dans les membrures de l'ossature métallique sont présentés graphiquement de la Figure 1.7 à la Figure 1.30 pour la passerelle Cap Nord et de la Figure 1.31 à la Figure 1.54 pour la passerelle Riviera-Palmeraie. Ces représentations graphiques permettent d'avoir une meilleure compréhension du comportement structural des treillis. Les résultats de l'analyse de ces structures est en accord avec le comportement structural anticipé, voir Rapport 6.3.1. Pour les deux structures, les membrures supérieures sont les éléments les plus comprimés et particulièrement pour la passerelle Cap Nord dû à l'effet d'arche.

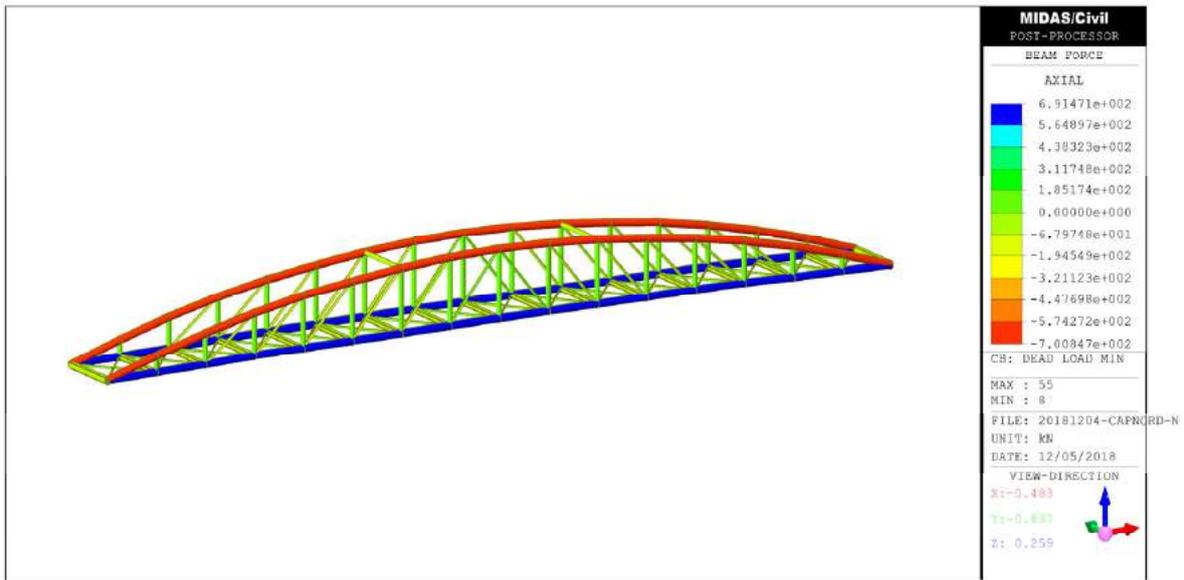


Figure 1.7 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge permanente G_{inf}

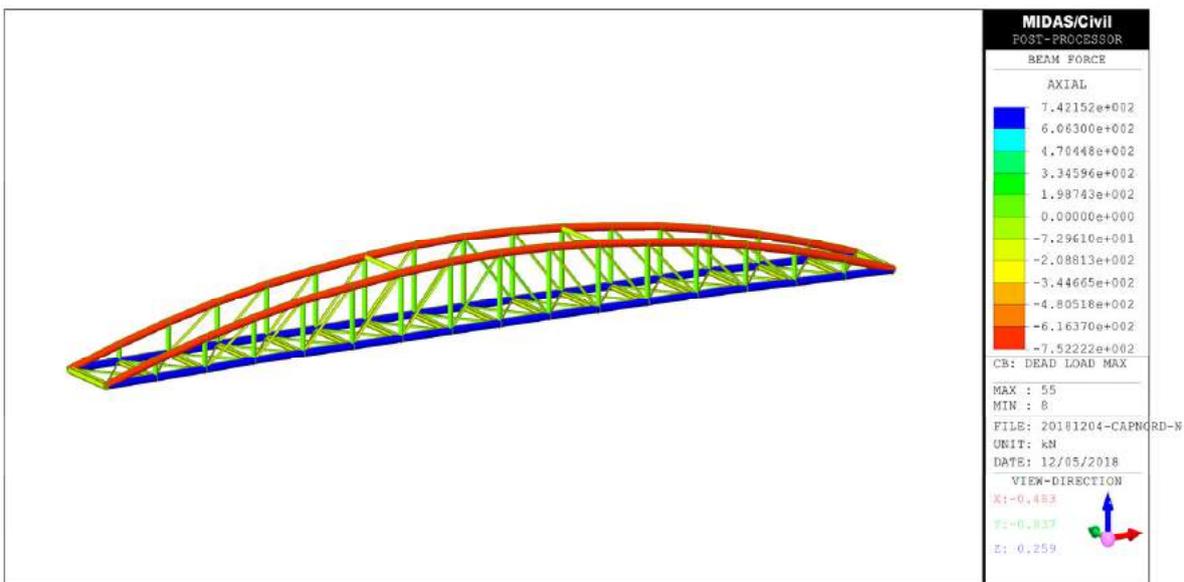


Figure 1.8 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge permanentes G_{sup}

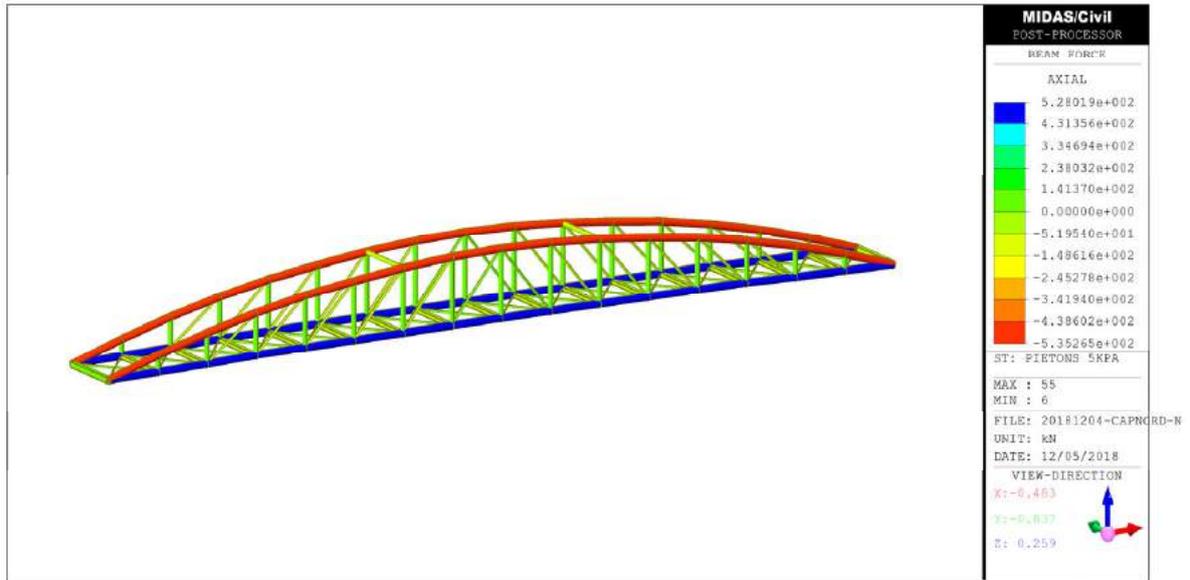


Figure 1.9 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier max

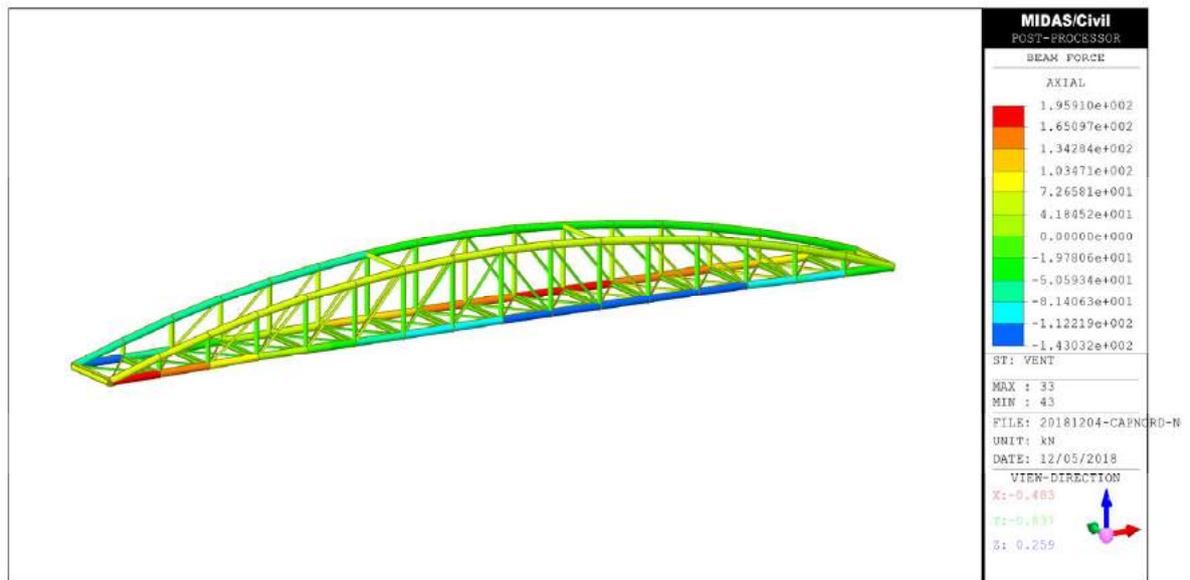


Figure 1.10 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent horizontal

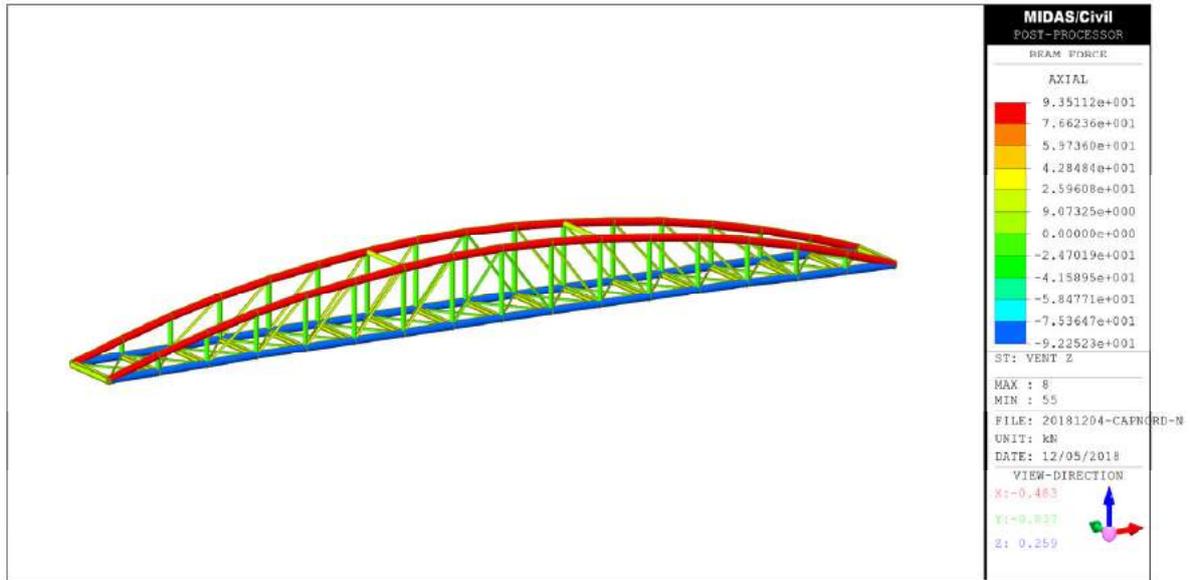


Figure 1.11 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent vertical

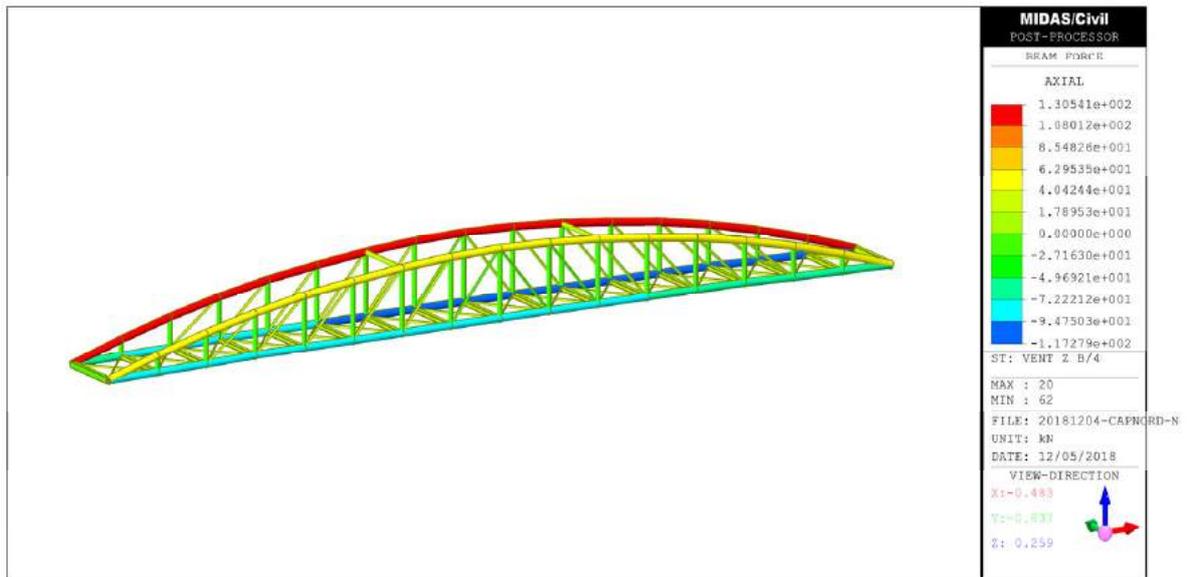


Figure 1.12 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent vertical excentré

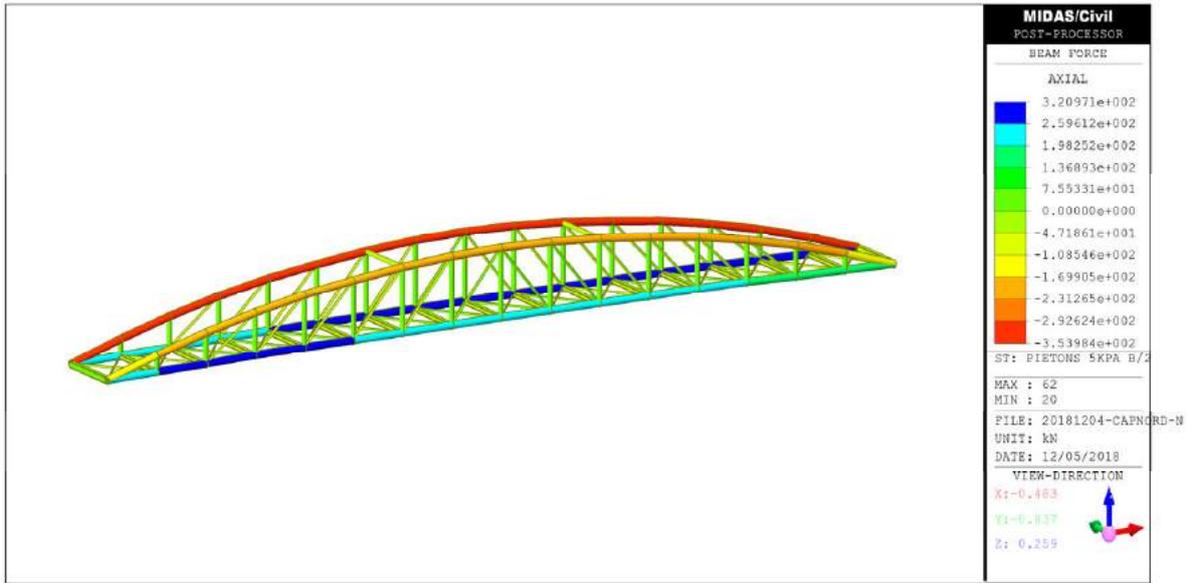


Figure 1.13 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier sur une demi-largeur de la passerelle

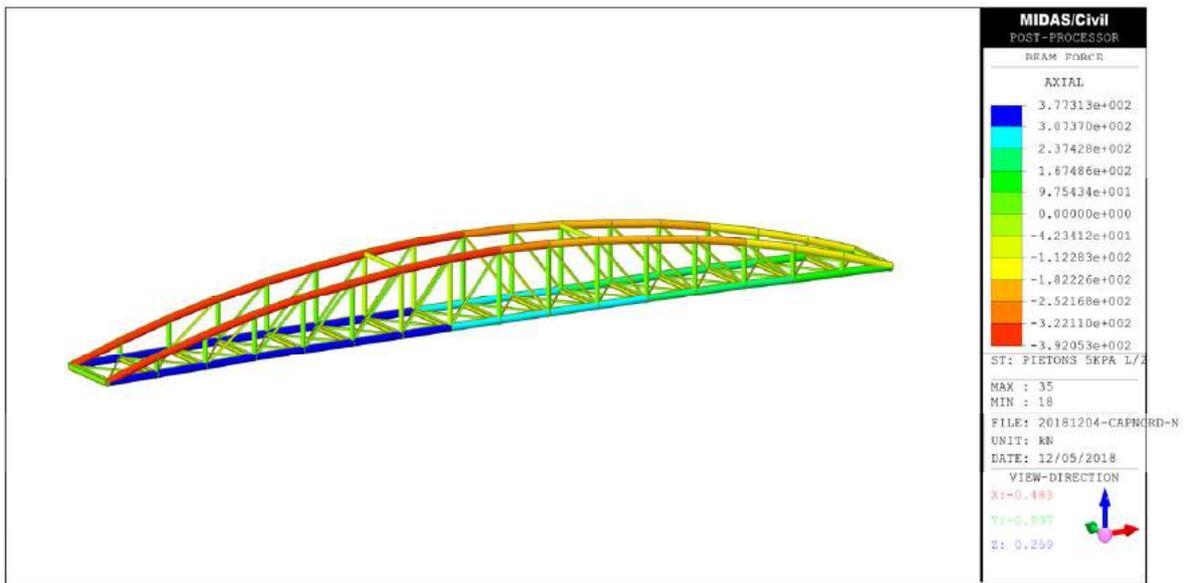


Figure 1.14 : Passerelle Cap Nord – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier sur une demi-longueur de la passerelle

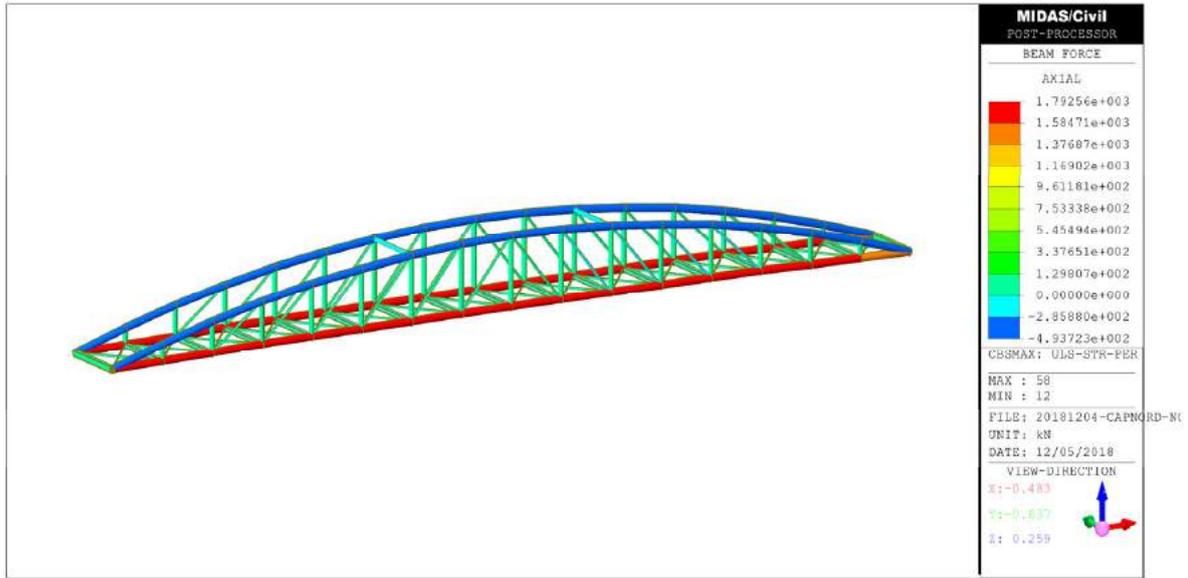


Figure 1.15 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable

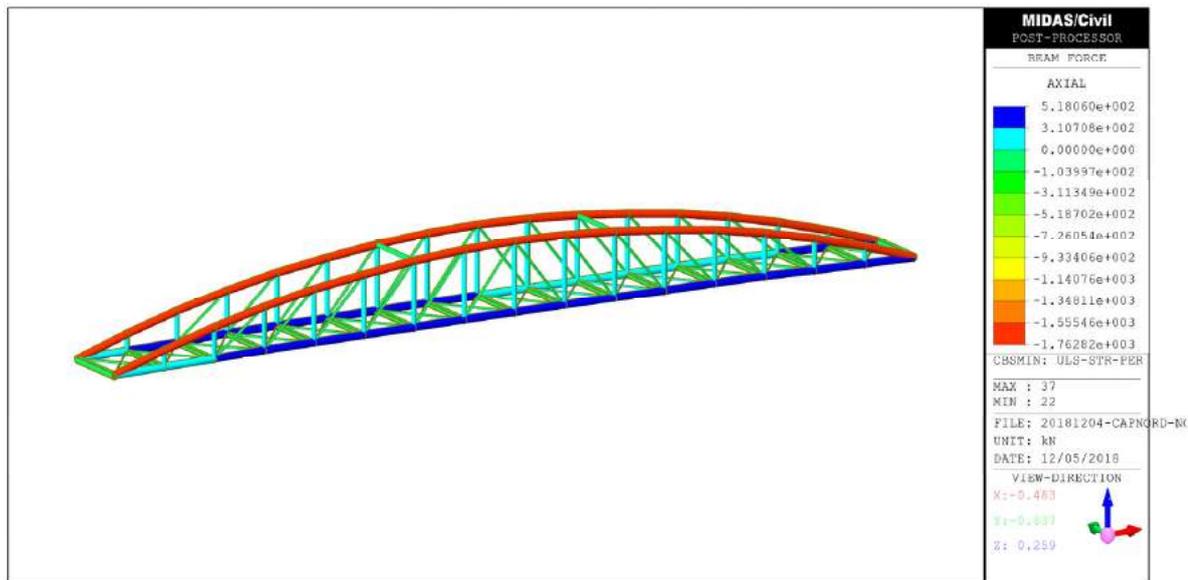


Figure 1.16 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable

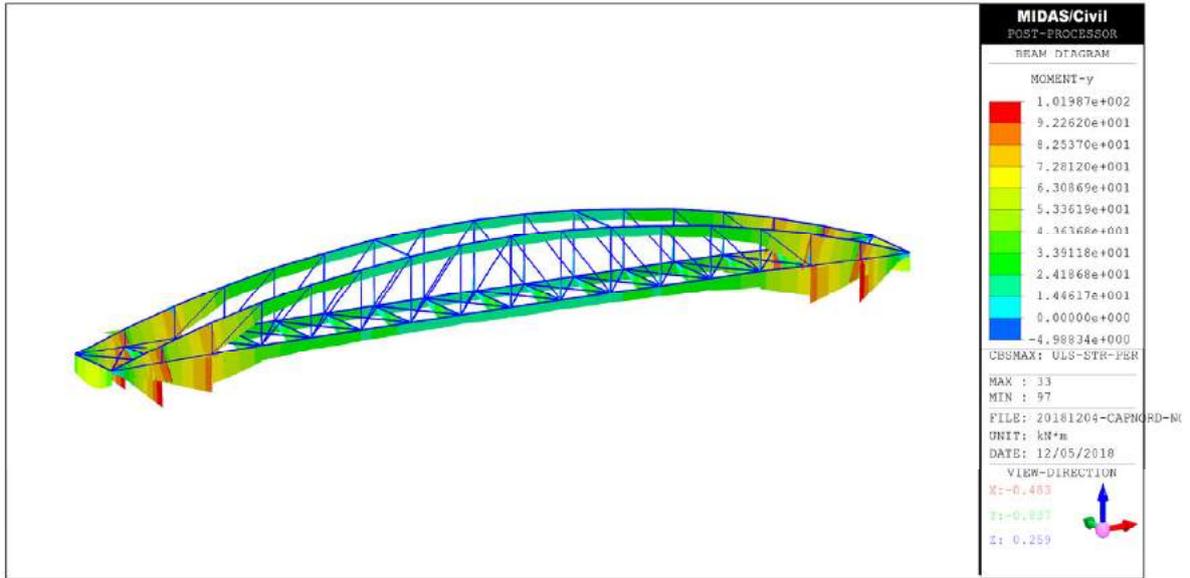


Figure 1.17 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant x (M_x) sous combinaison ELU durable

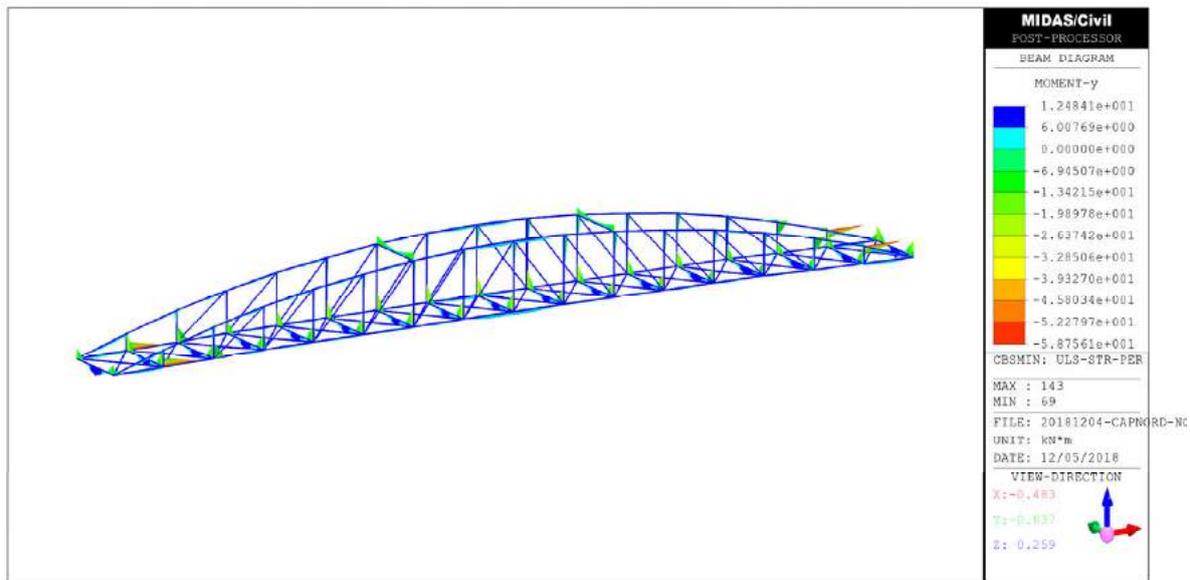


Figure 1.18 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant x (M_x) sous combinaison ELU durable

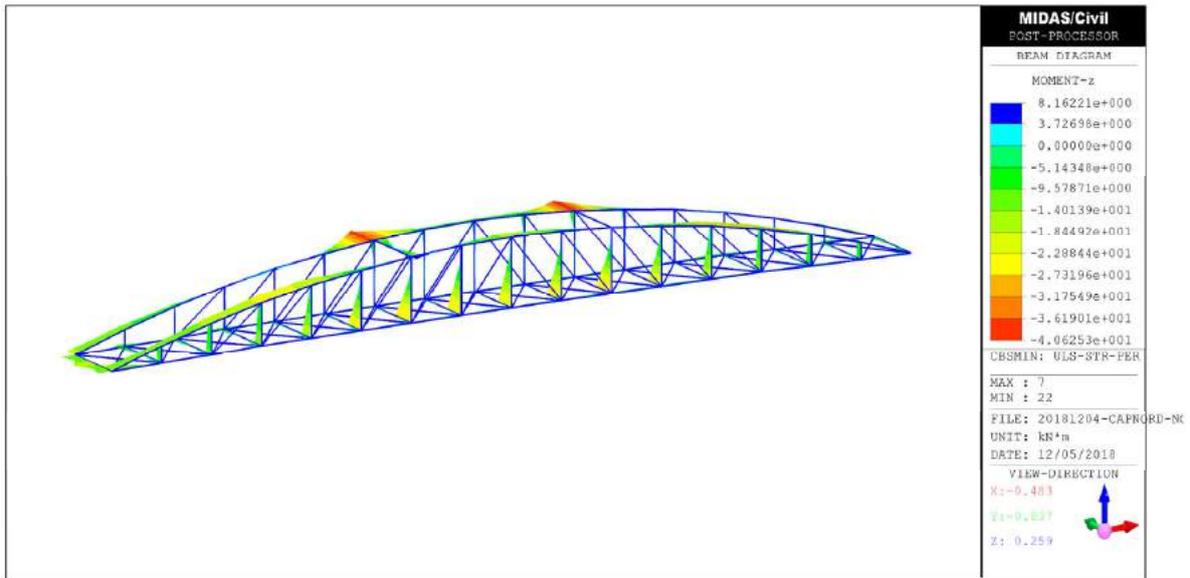


Figure 1.19 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant y (My) sous combinaison ELU durable

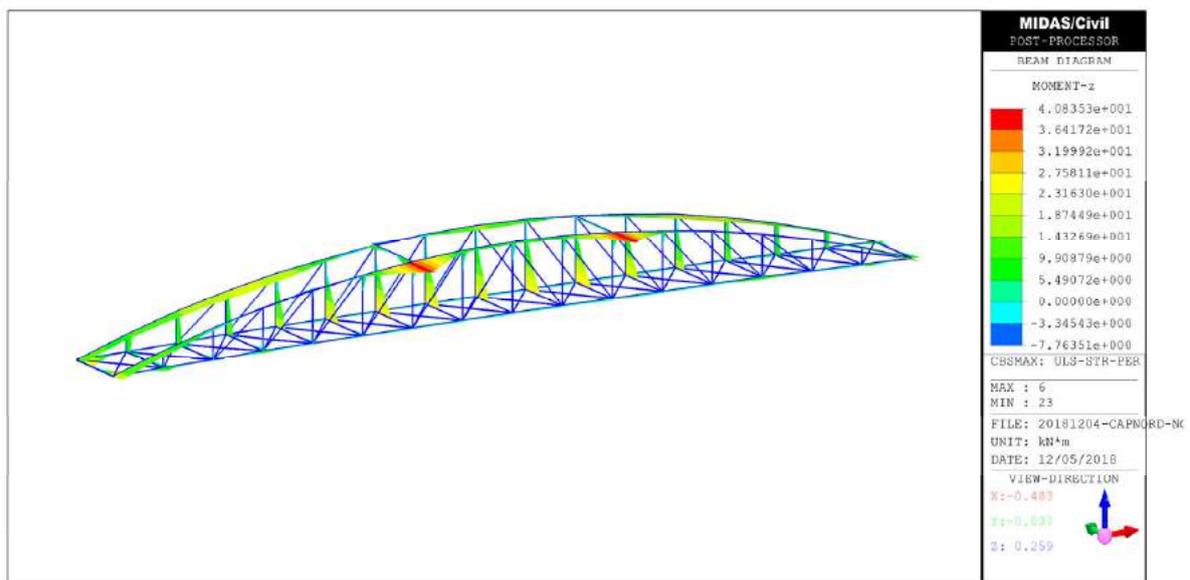


Figure 1.20 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant y (My) sous combinaison ELU durable

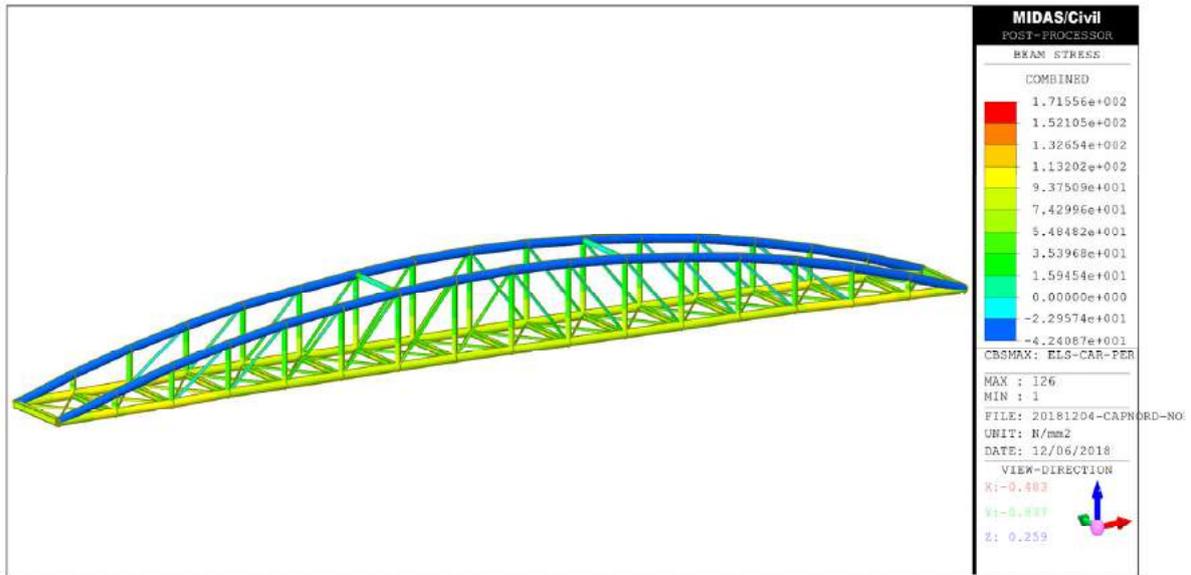


Figure 1.21 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle à vide)

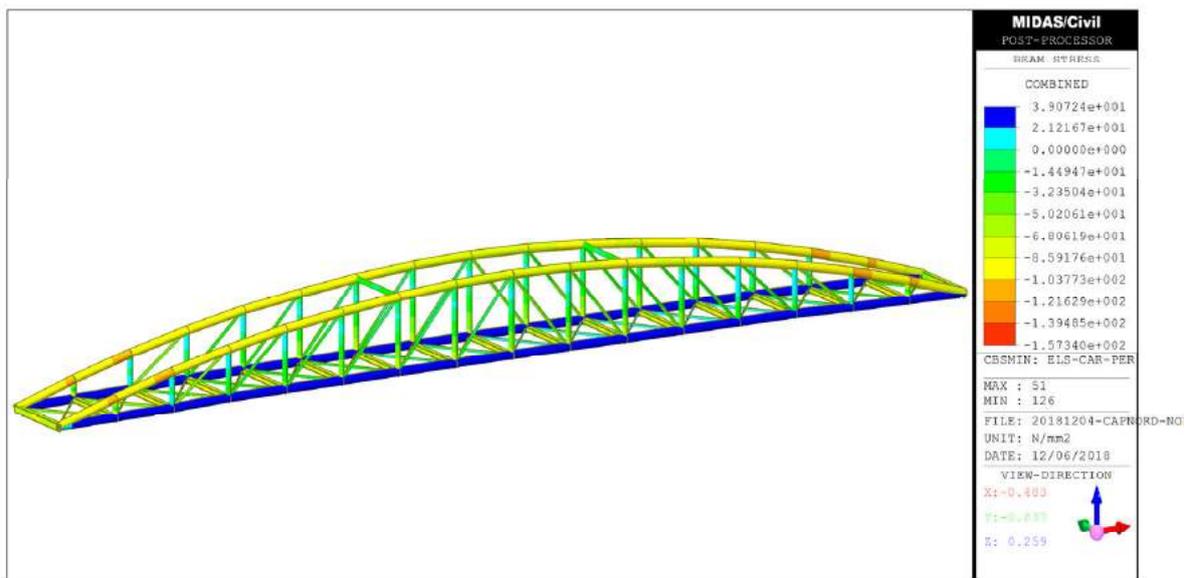


Figure 1.22 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle à vide)

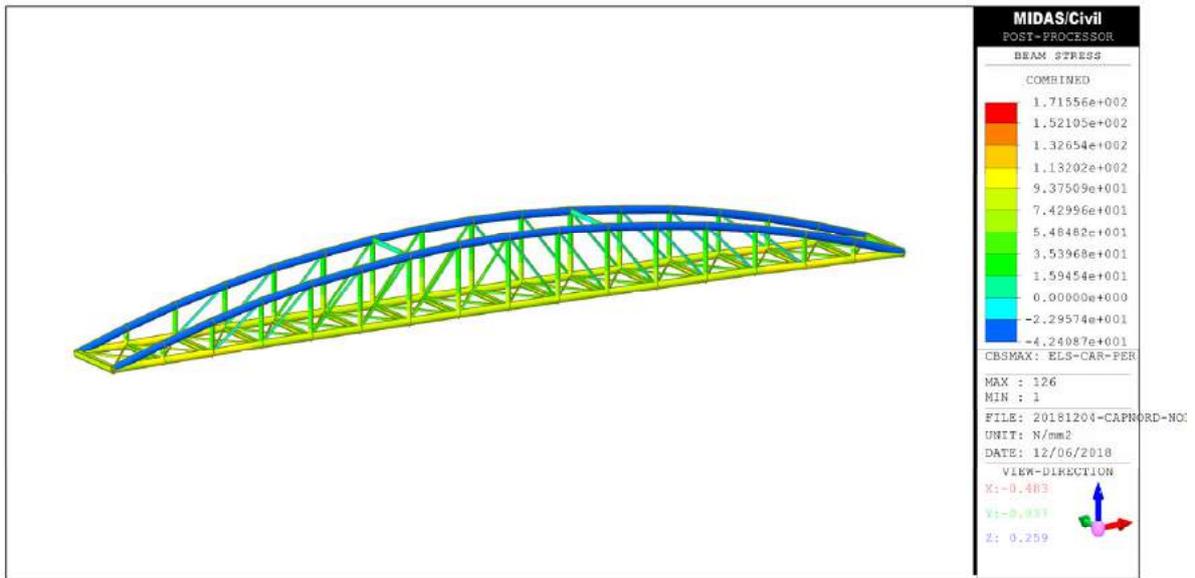


Figure 1.23 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

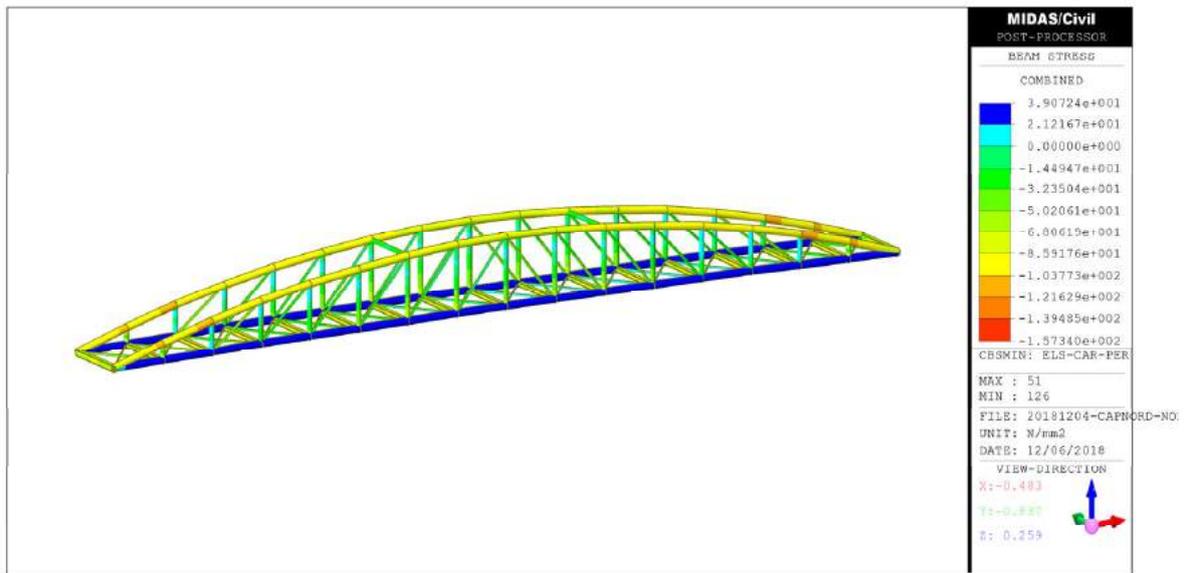


Figure 1.24 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

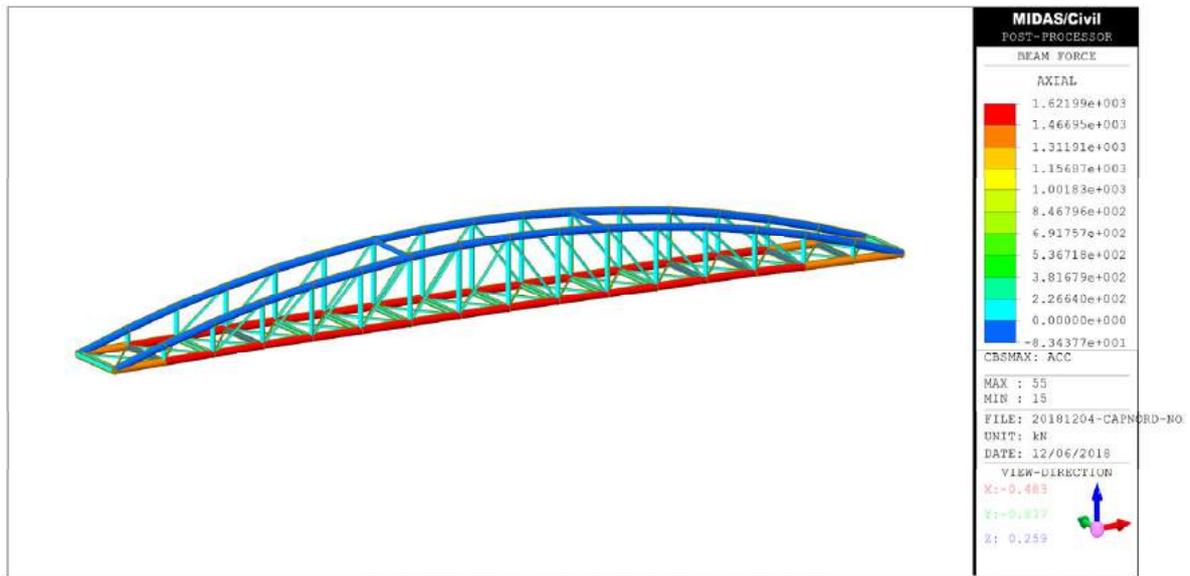


Figure 1.25 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

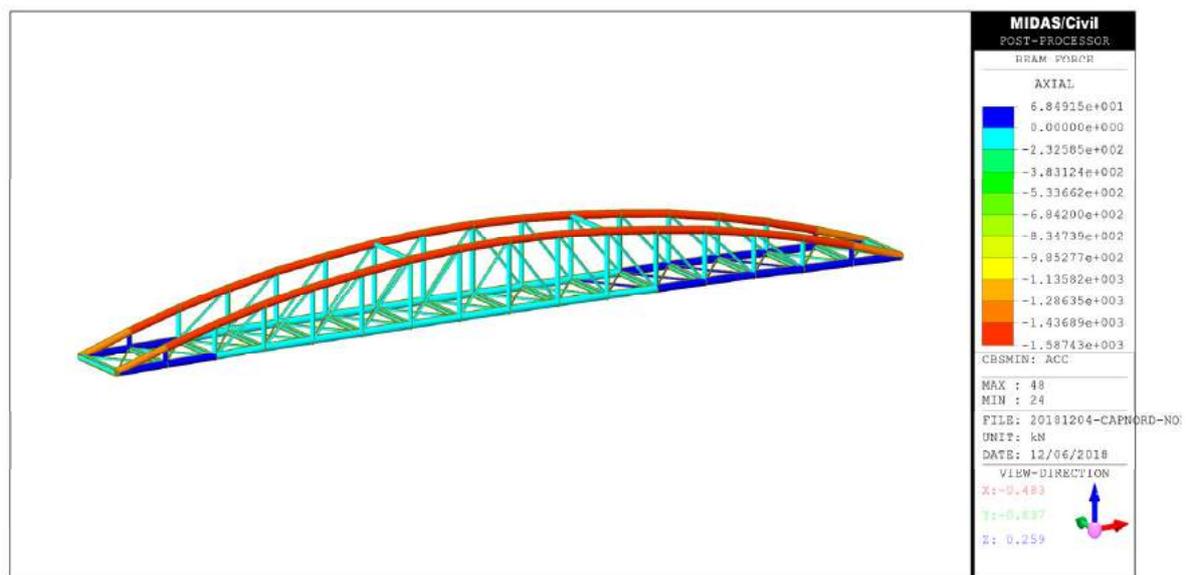


Figure 1.26 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

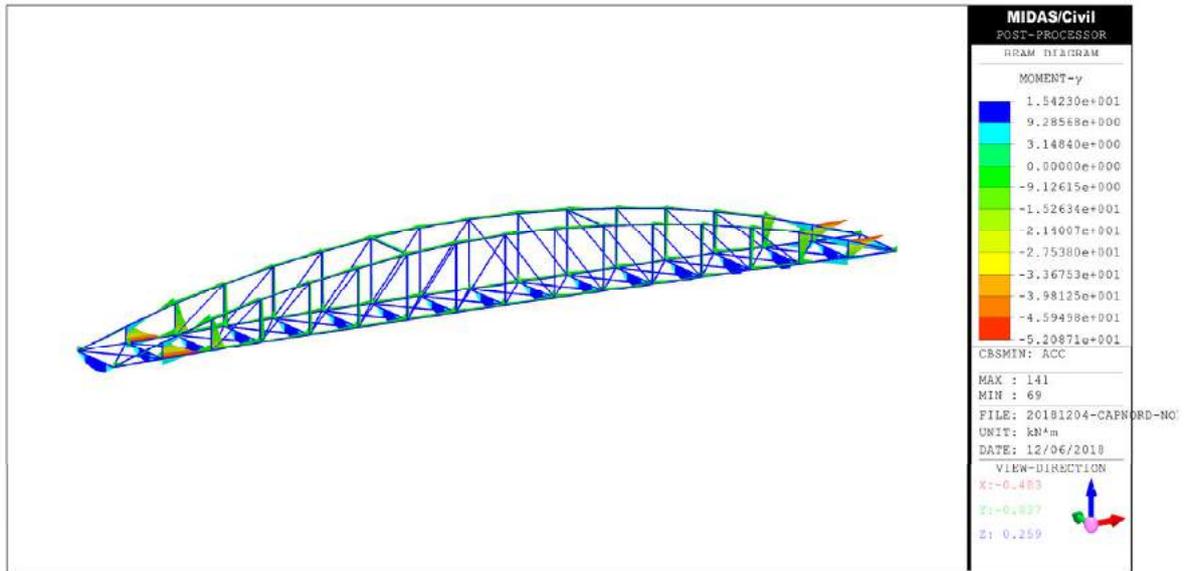


Figure 1.27 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant x (Mx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

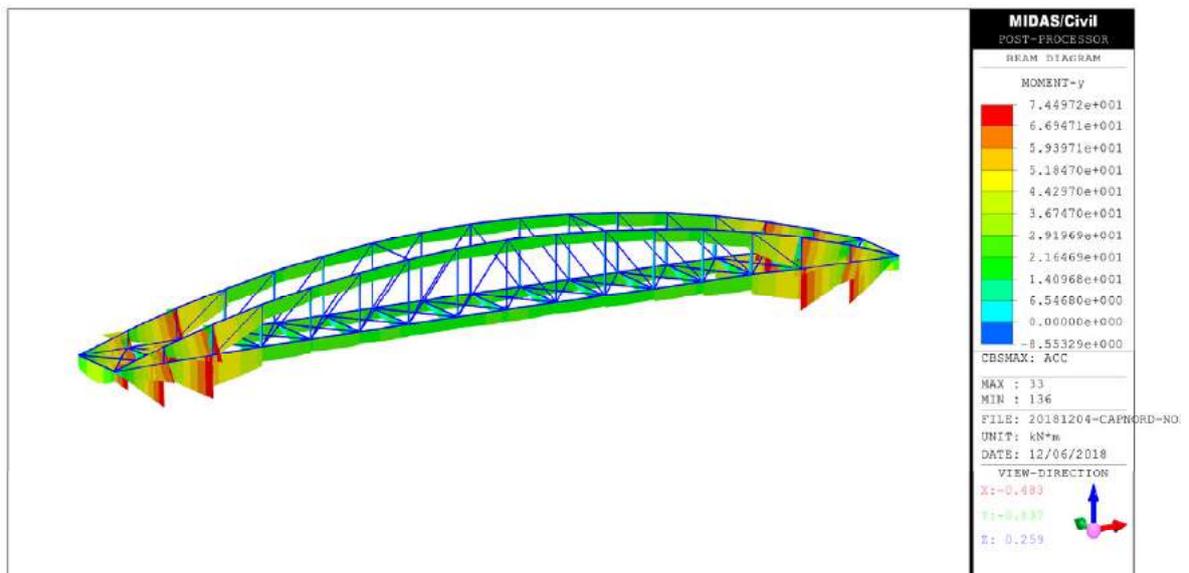


Figure 1.28 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant x (Mx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

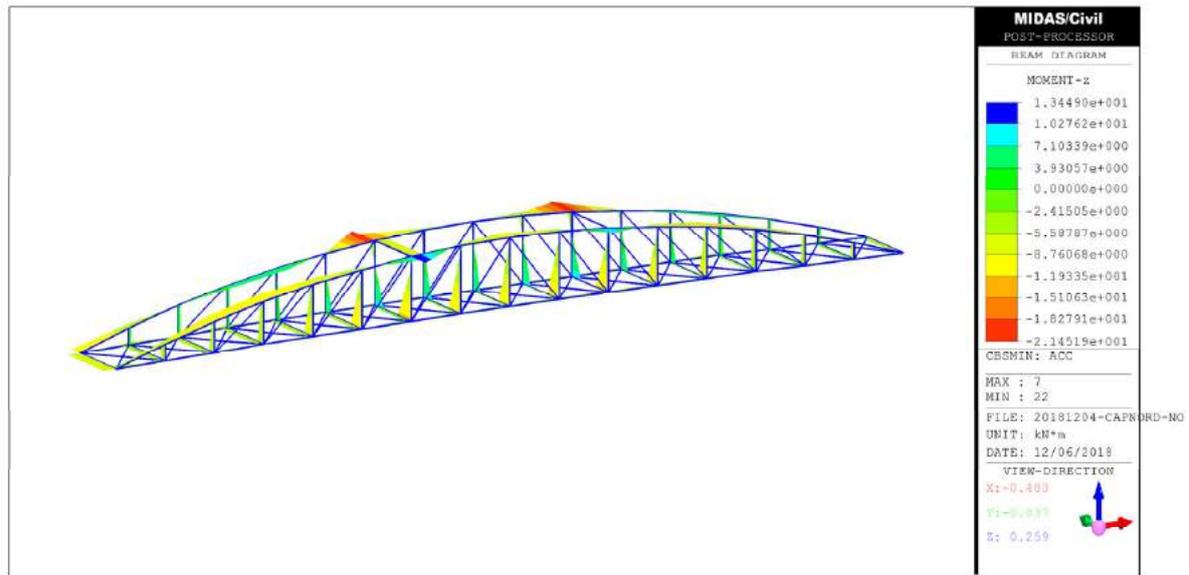


Figure 1.29 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe min des moments suivant y (My) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

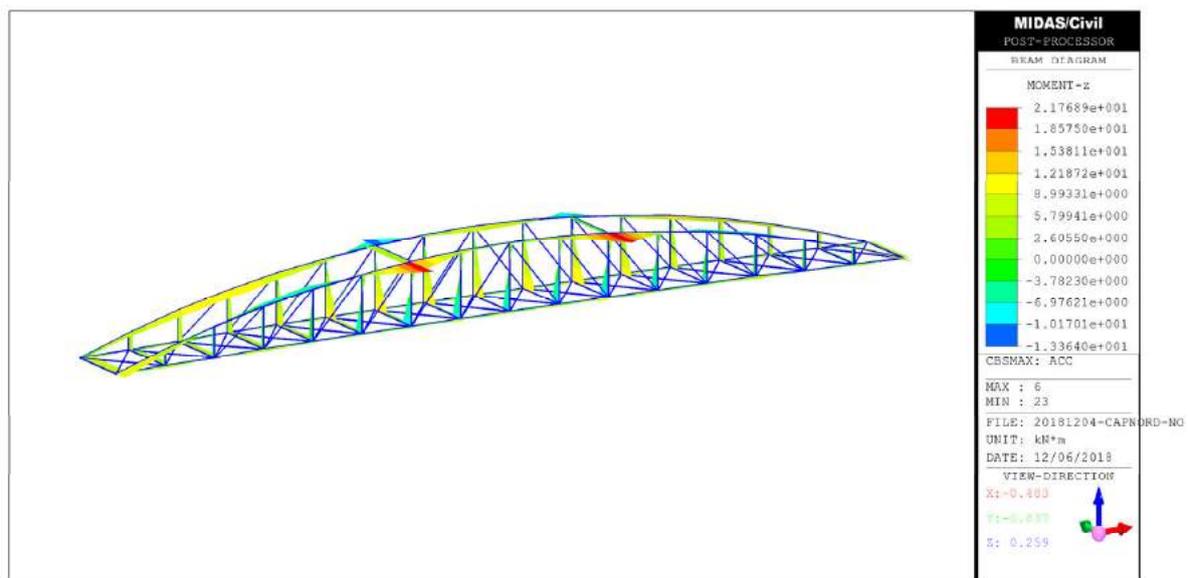


Figure 1.30 : Passerelle Cap Nord – Enveloppe max des moments suivant y (My) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

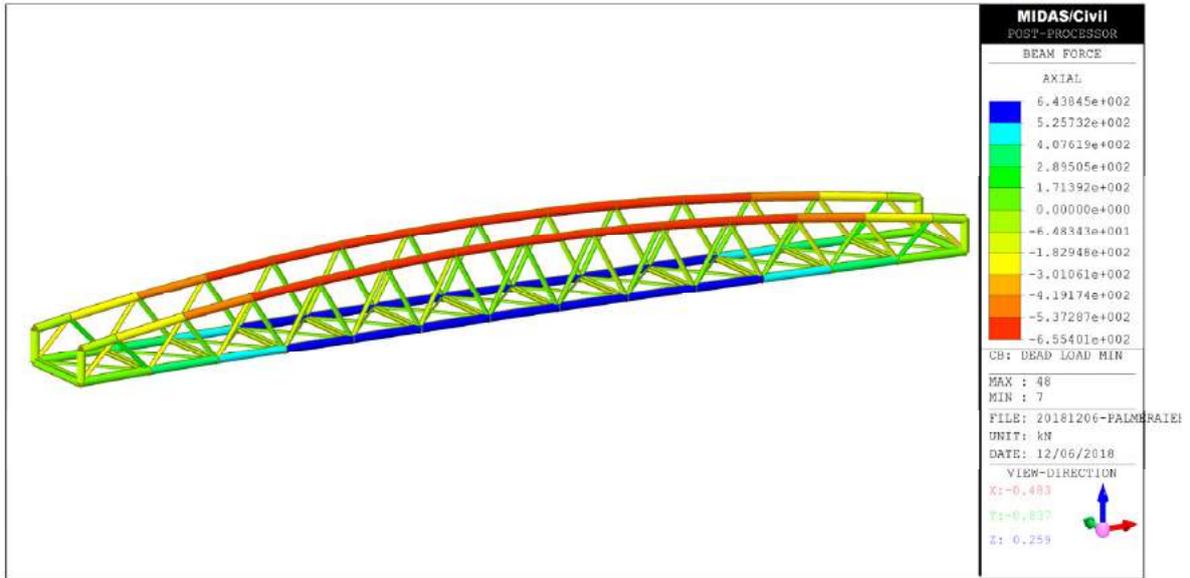


Figure 1.31 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges permanentes G_{inf}

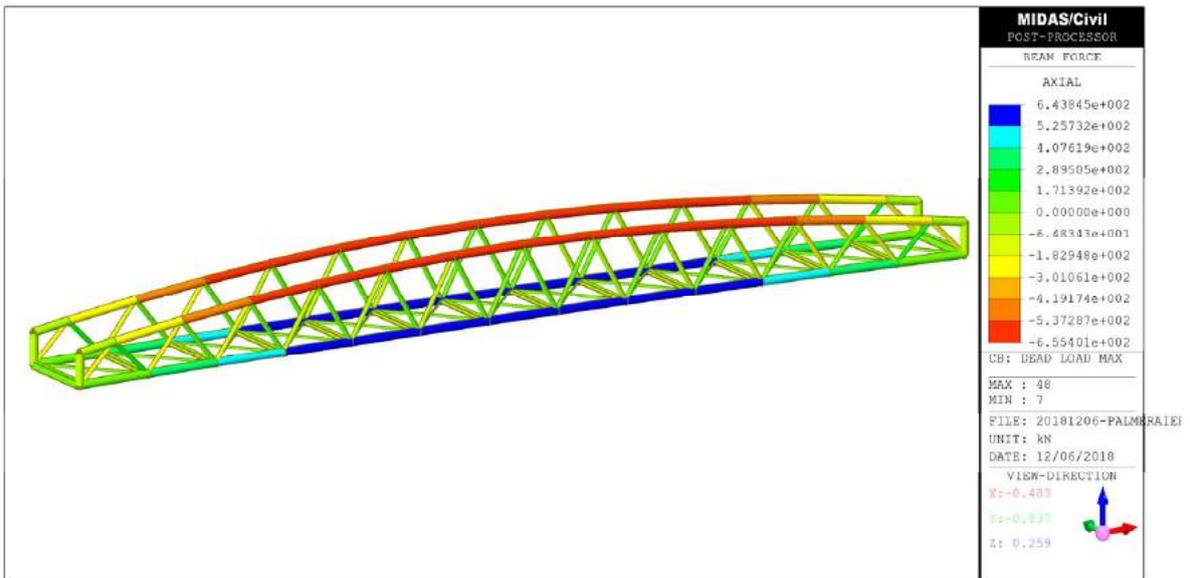


Figure 1.32 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges permanentes G_{sup}

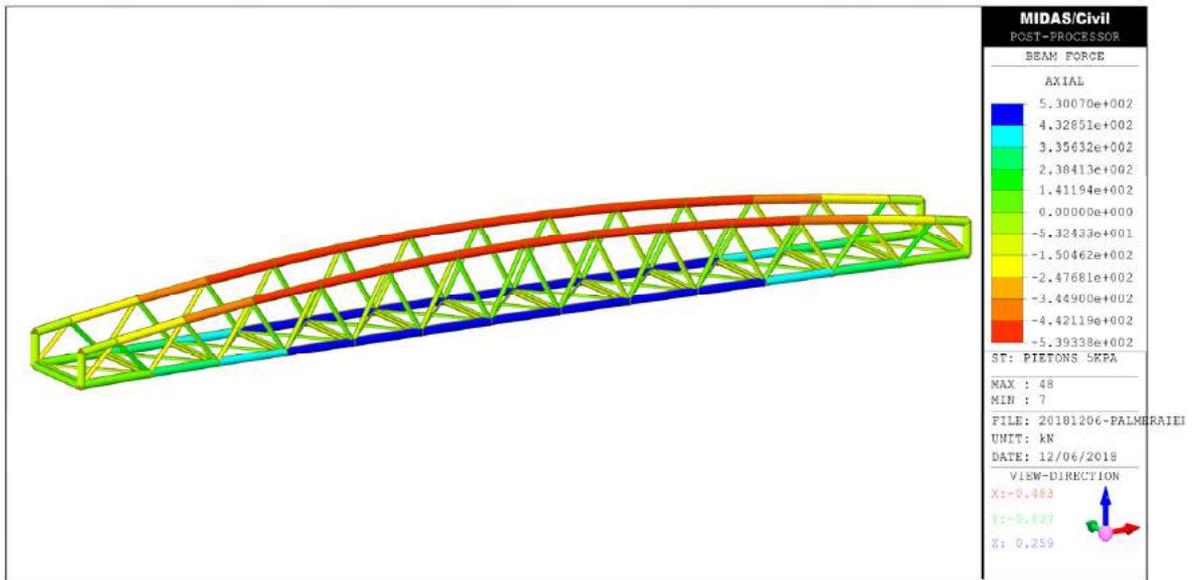


Figure 1.33 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier

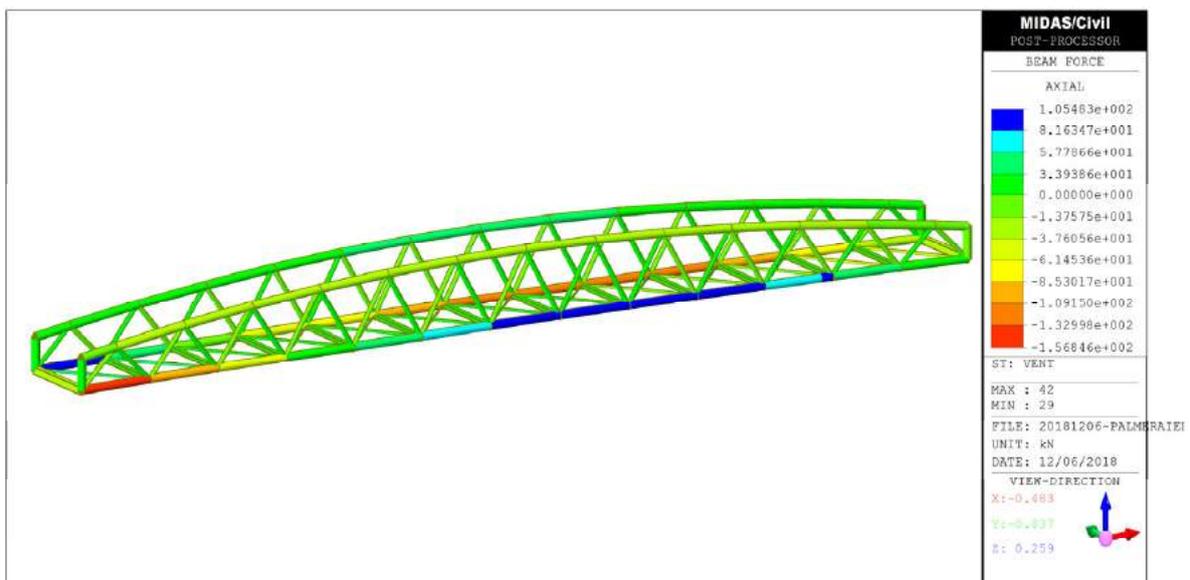


Figure 1.34 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent horizontal

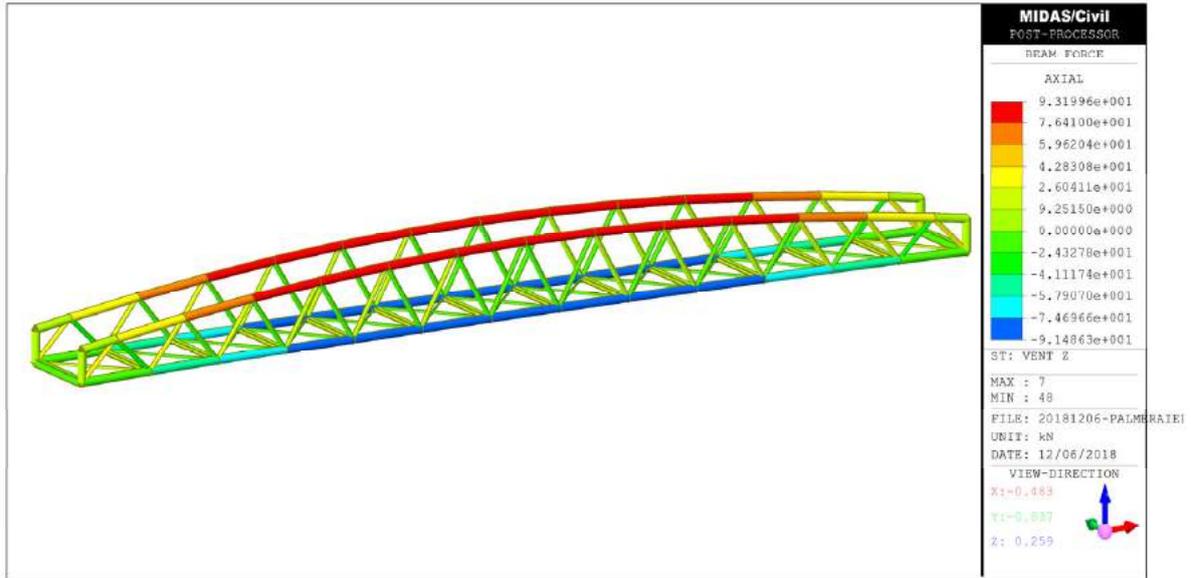


Figure 1.35 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges de vent vertical

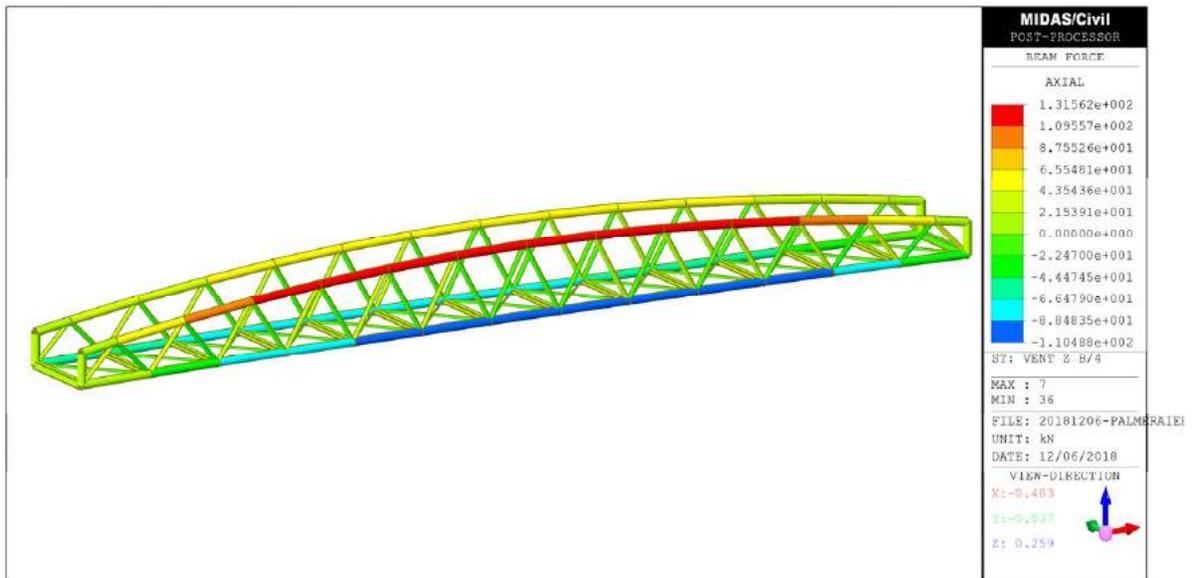


Figure 1.36 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de vent vertical excentré

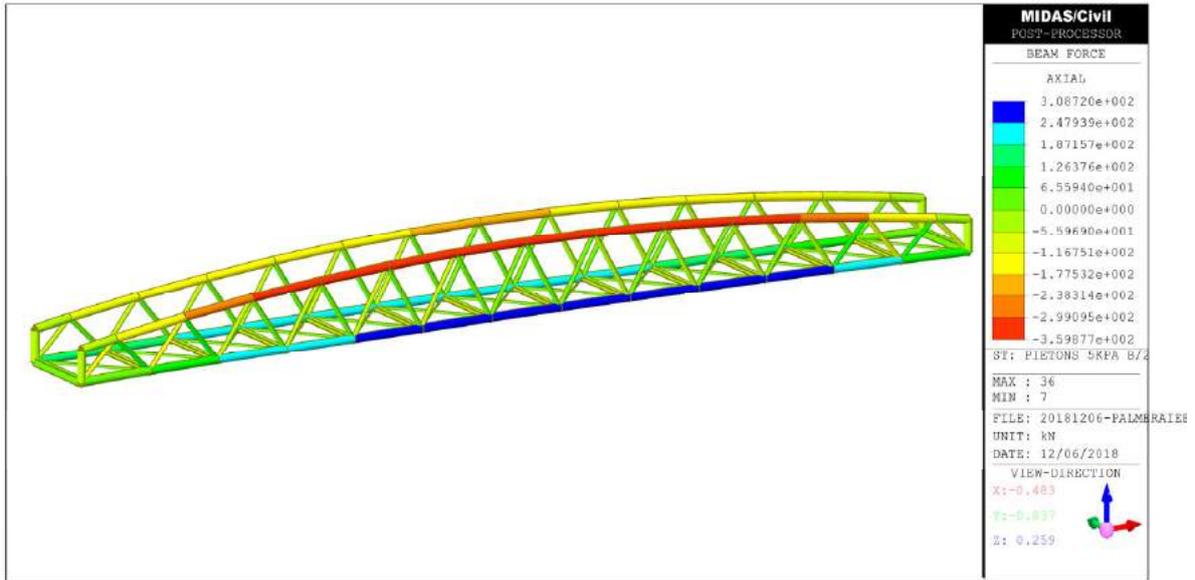


Figure 1.37 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charge de trafic piétonnier sur une demi-largeur de la passerelle

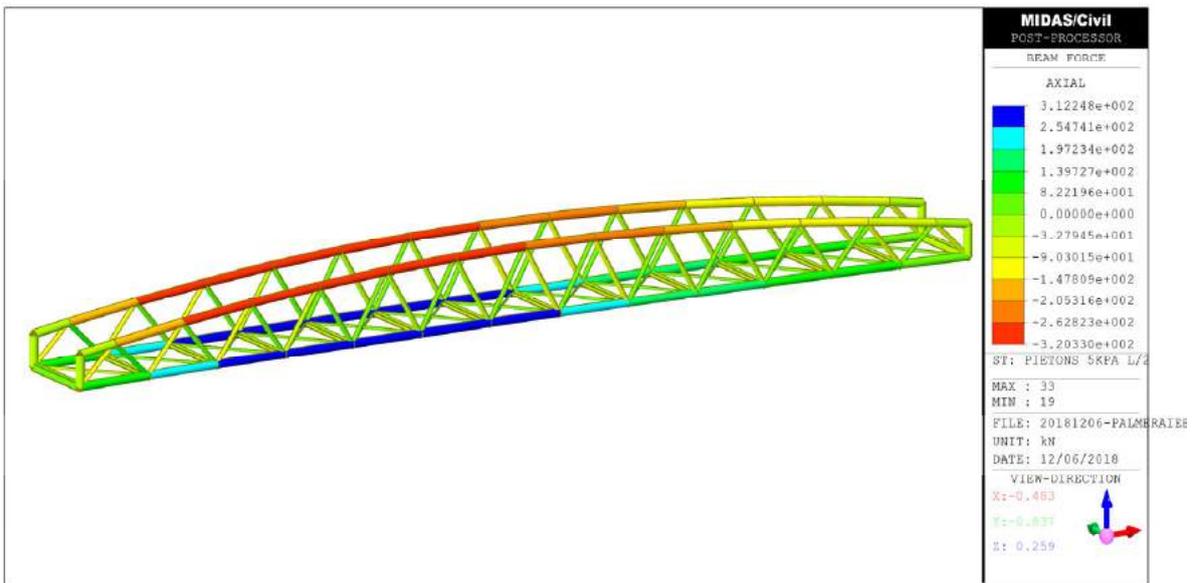


Figure 1.38 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Efforts axiaux (Fx) sous charges de trafic piétonnier sur une demi-longueur de la passerelle

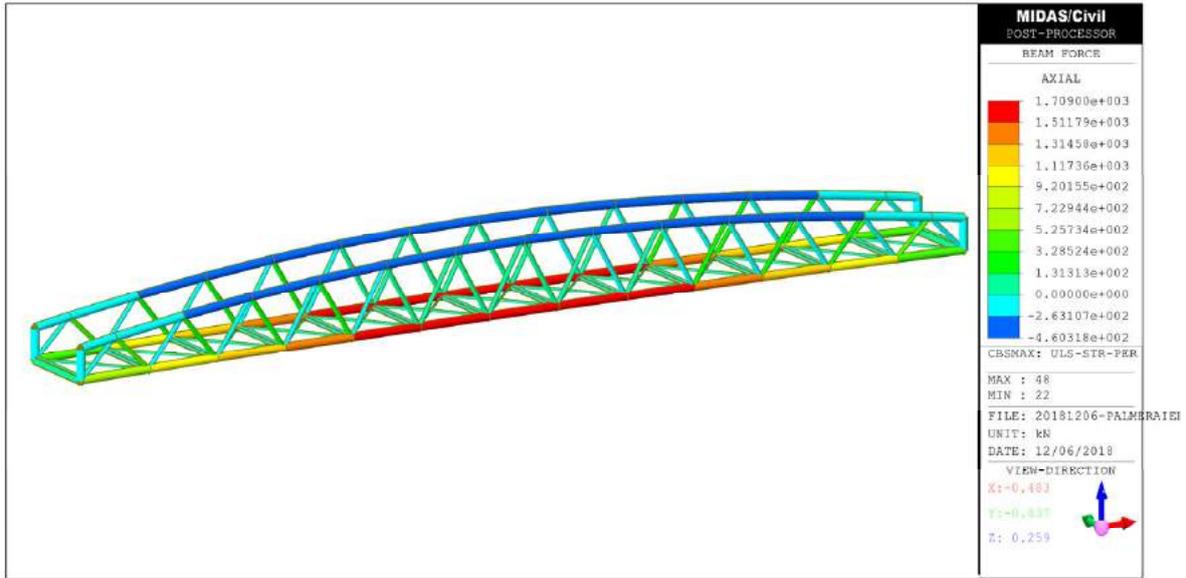


Figure 1.39 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable

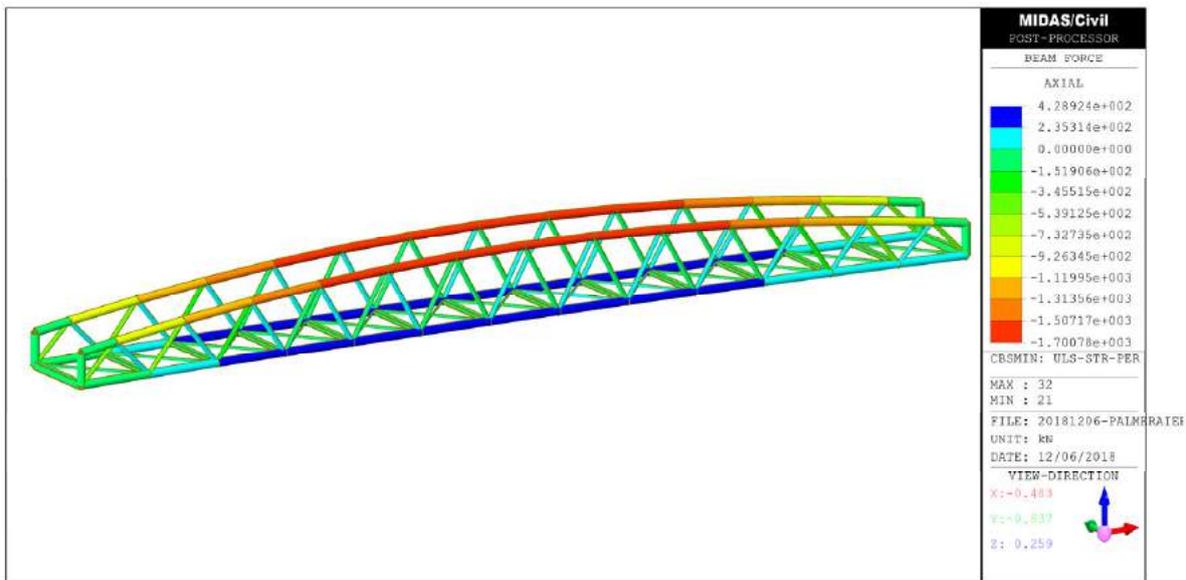


Figure 1.40 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ELU durable

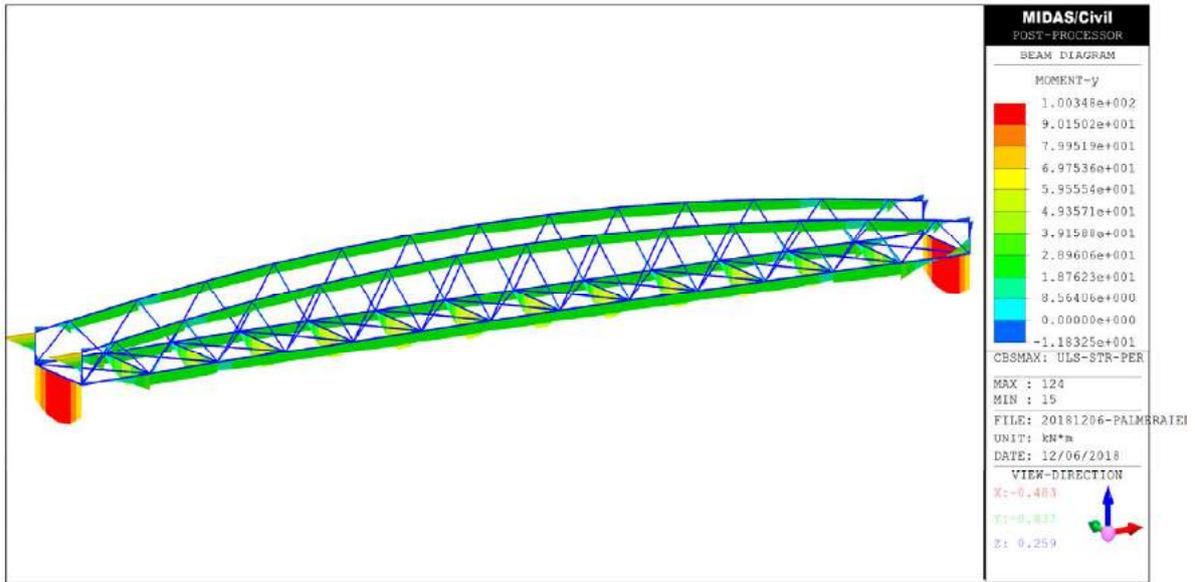


Figure 1.41 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant x (Mx) sous combinaison ELU durable

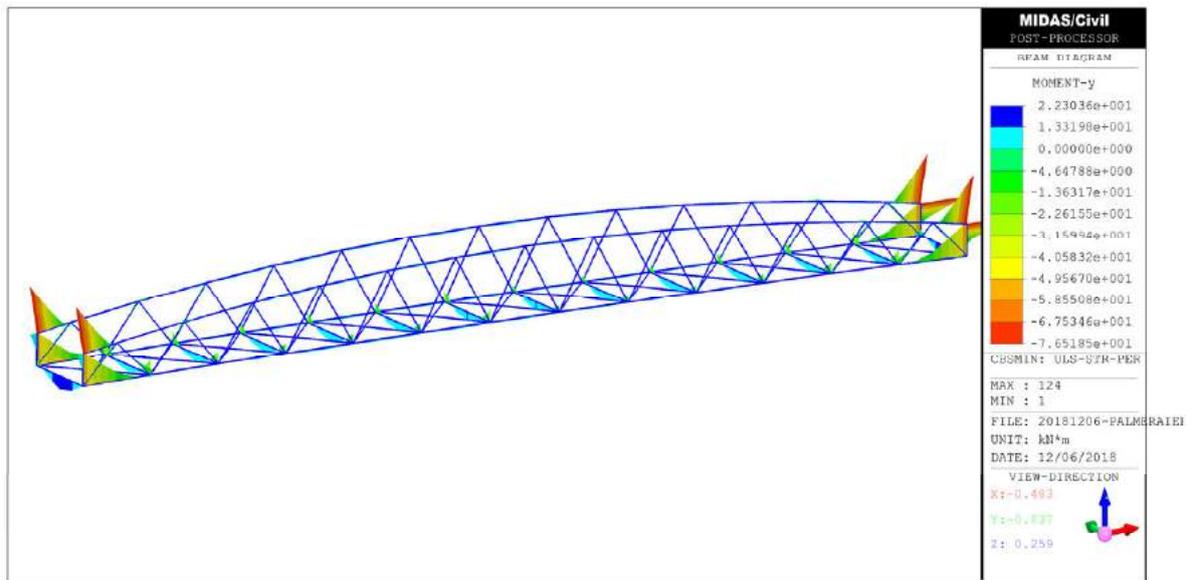


Figure 1.42 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant x (Mx) sous combinaison ELU durable

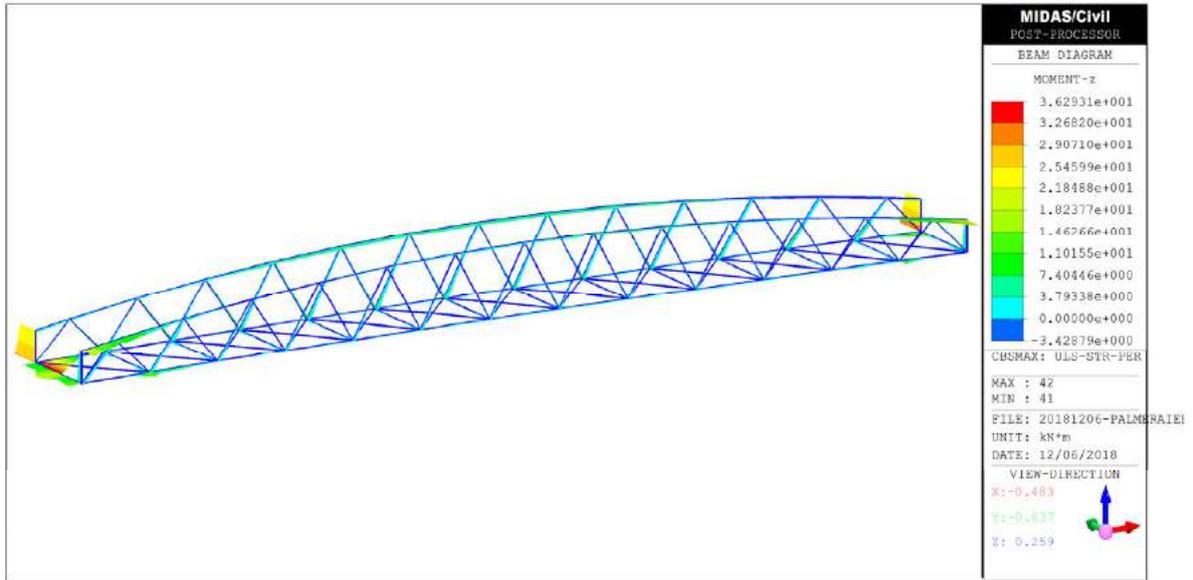


Figure 1.43 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant y (M_y) sous combinaison ELU durable

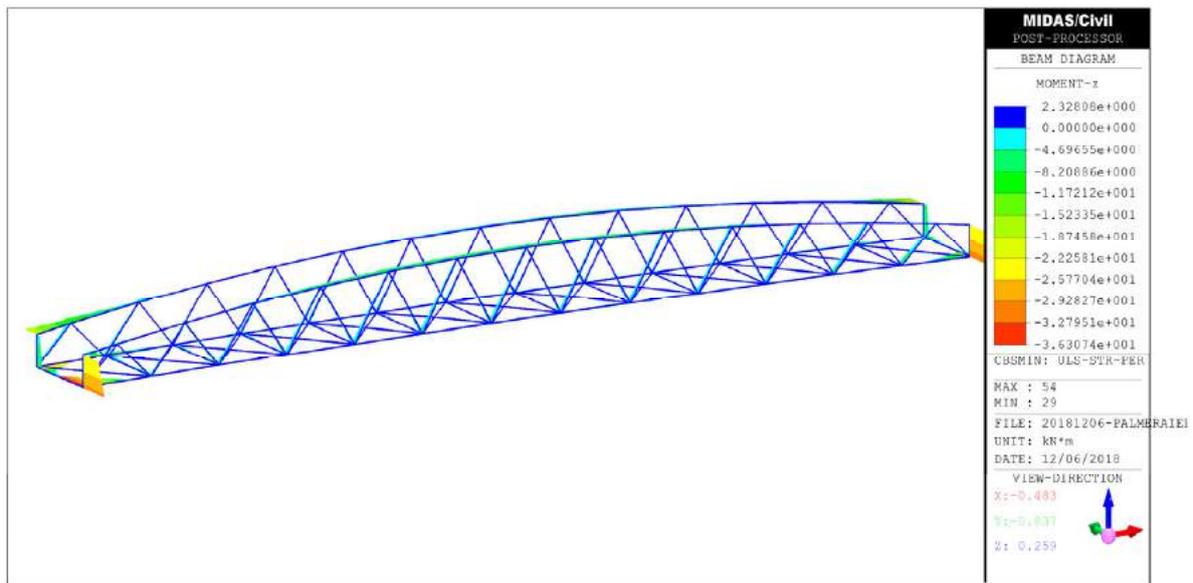


Figure 1.44 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant y (M_y) sous combinaison ELU durable

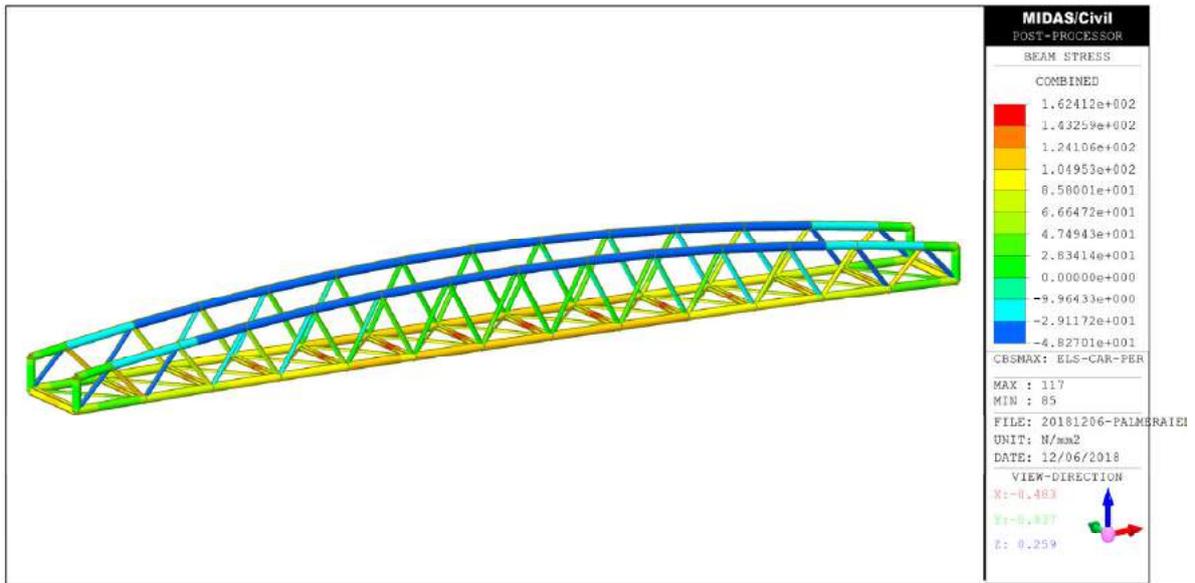


Figure 1.45 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle à vide)

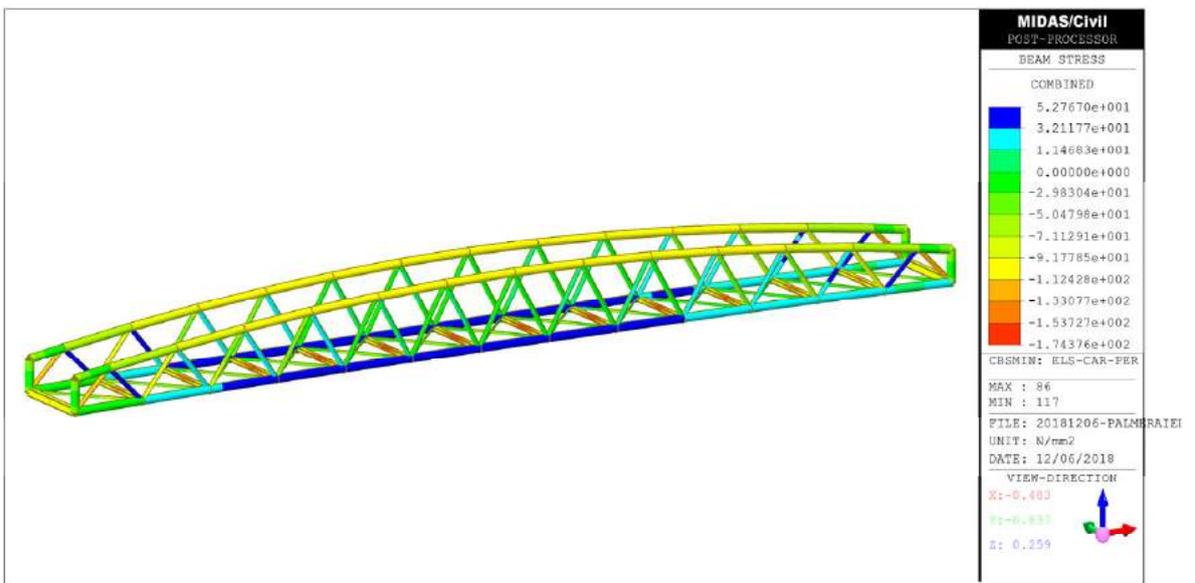


Figure 1.46 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle à vide)

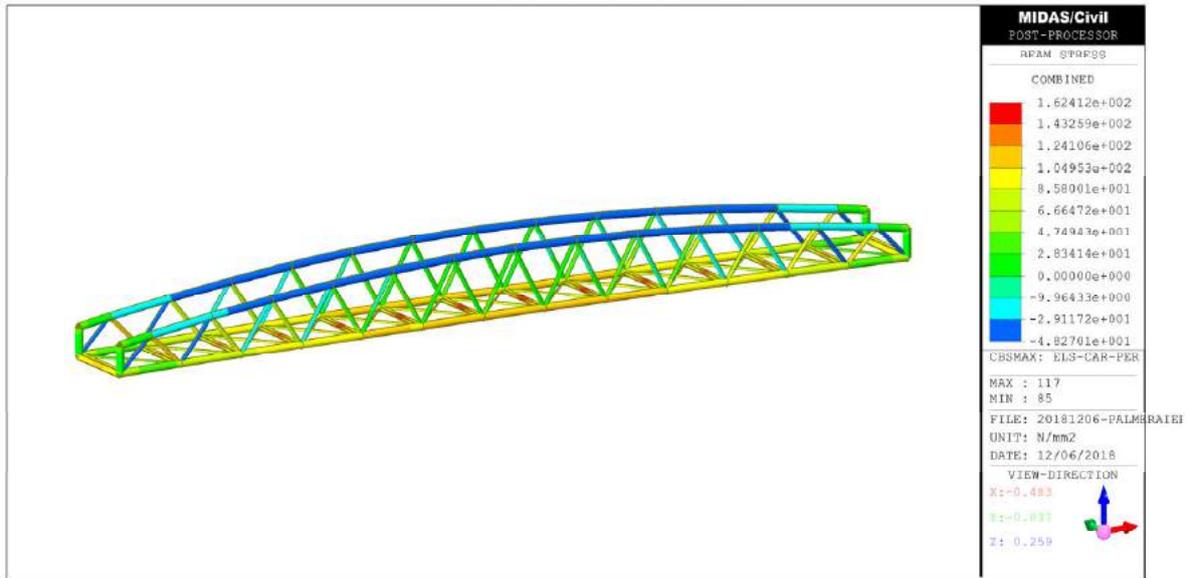


Figure 1.47 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

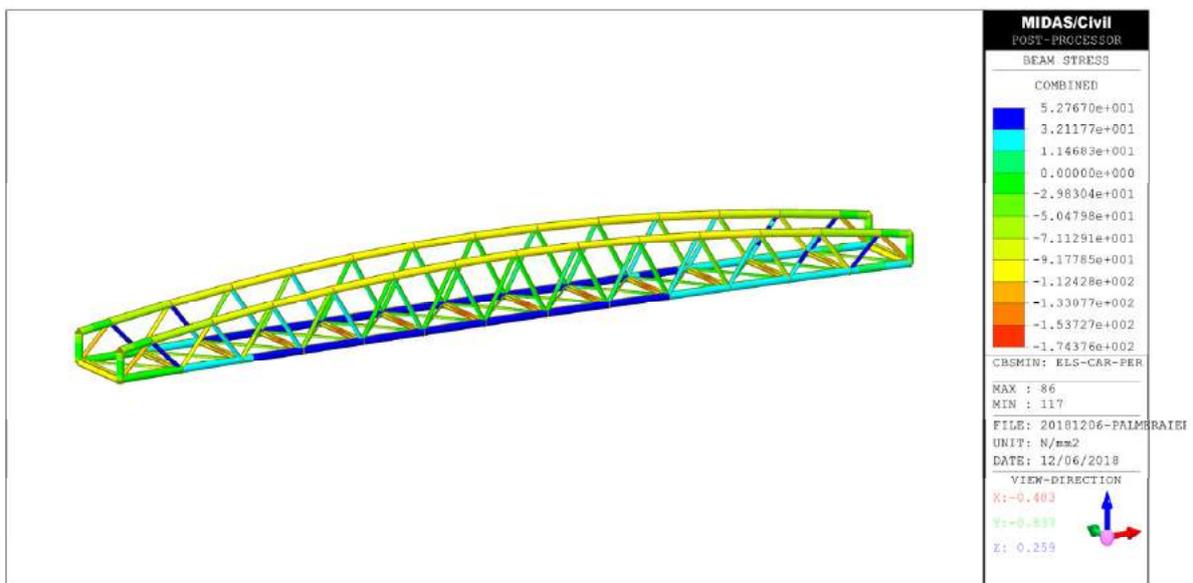


Figure 1.48 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des contraintes sous combinaison ELS CAR (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

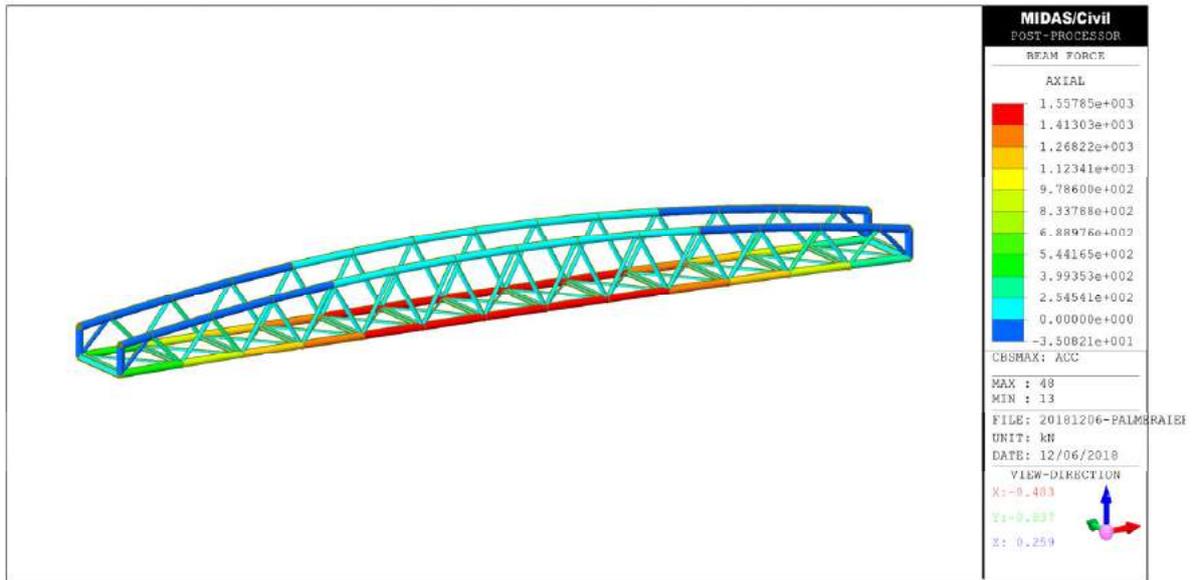


Figure 1.49 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

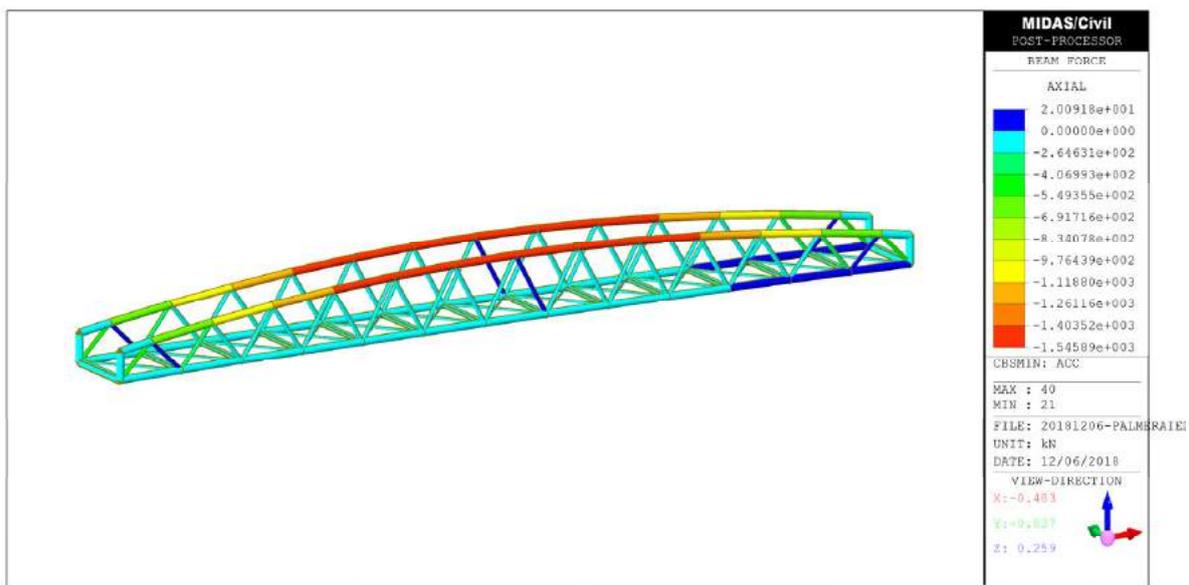


Figure 1.50 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des efforts axiaux (Fx) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

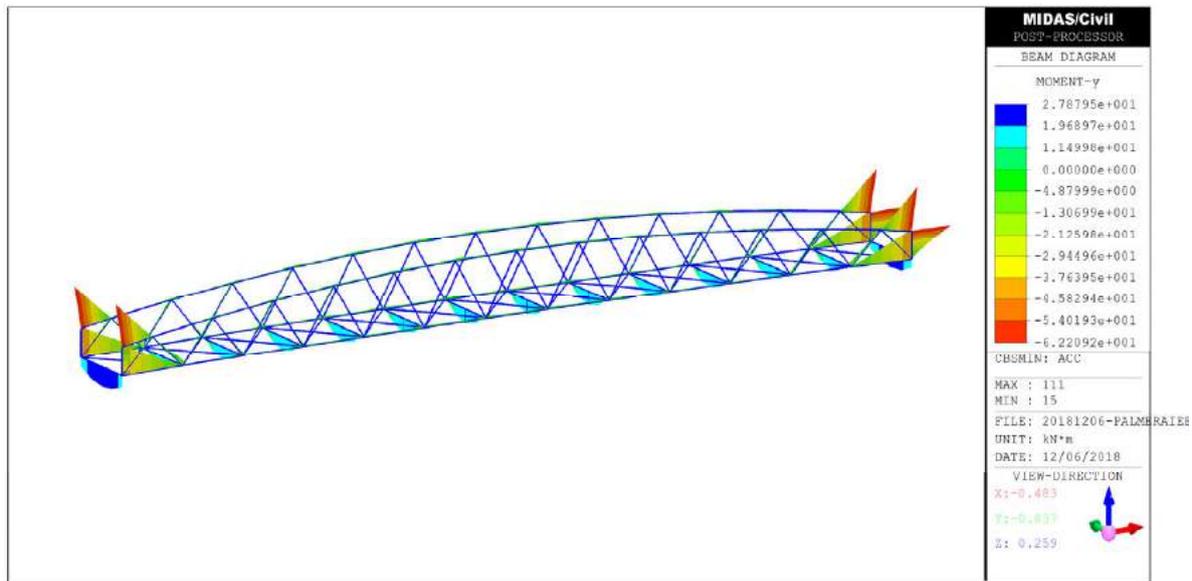


Figure 1.51 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant x (M_x) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

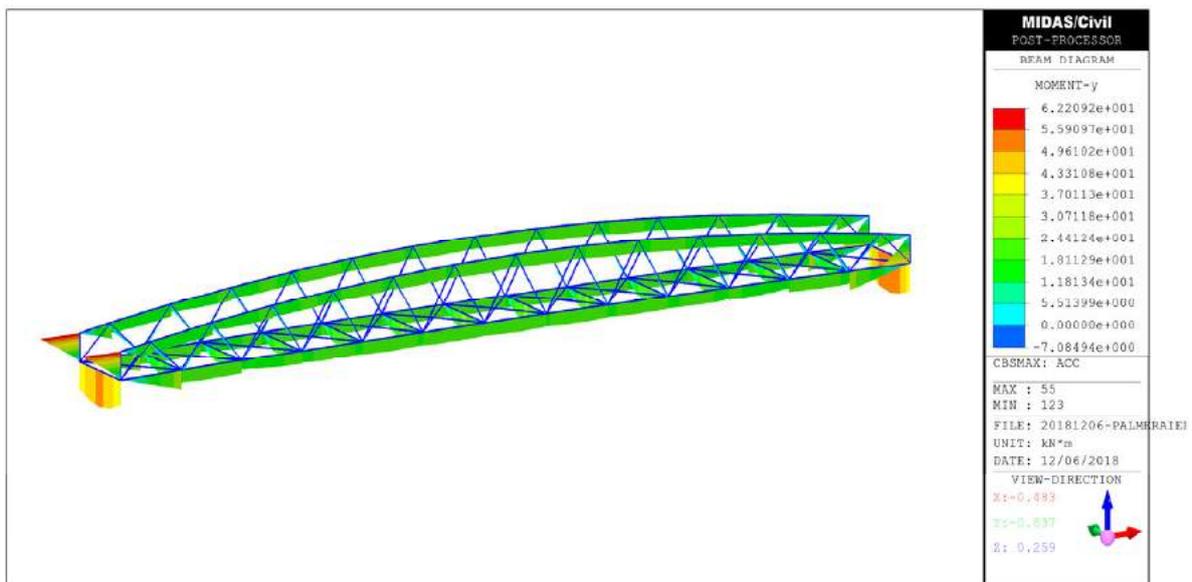


Figure 1.52 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant x (M_x) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

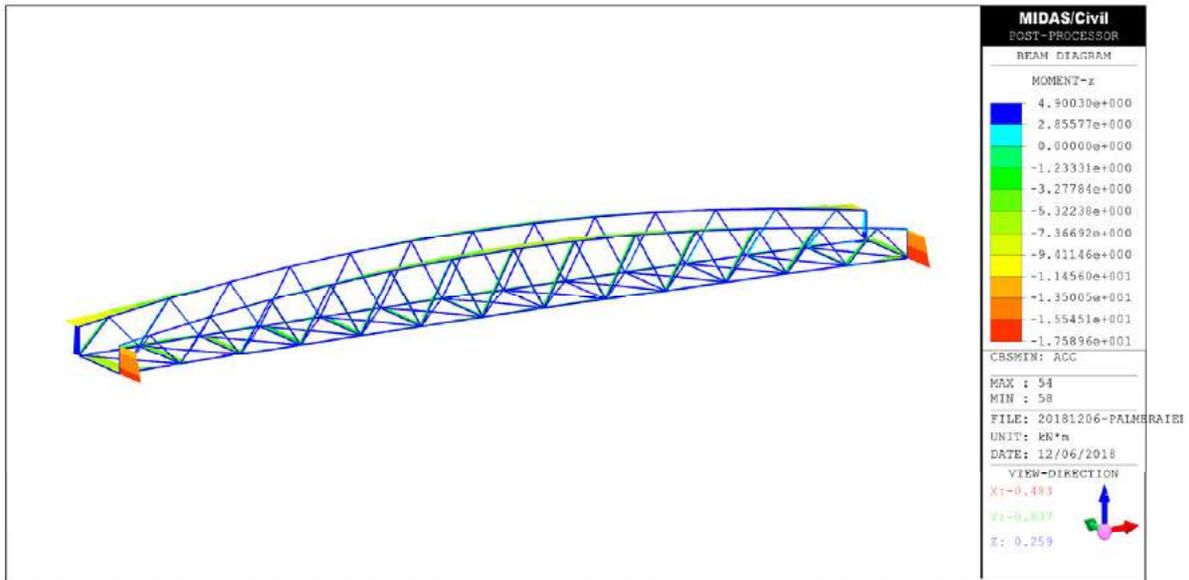


Figure 1.53 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe min des moments suivant y (M_y) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

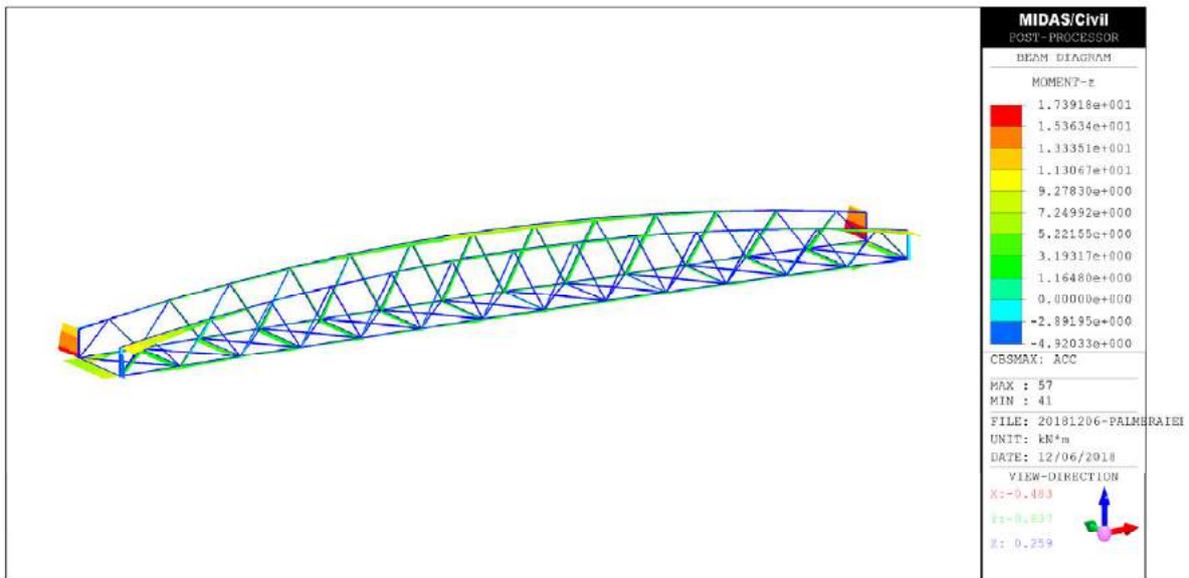


Figure 1.54 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Enveloppe max des moments suivant y (M_y) sous combinaison ACC (avec charges dynamiques en résonance avec les fréquences propres de la passerelle chargée)

Les structures étant des structures isostatiques avec un appui mobile (déplacement libre selon l'axe longitudinal), les effets de la température maximale et de la température minimale sont négligeables en ce qui concerne les effets des actions (efforts internes).

En prenant en compte le fait que la structure sera placée d'un bloc avec les attaches placées au niveau de la membrure inférieure (pour éviter le renversement des contraintes par rapport à la phase d'exploitation), la phase de construction ne sera pas dimensionnante.

Les enveloppes par type de membrure pour les contraintes à l'ELS caractéristique et des efforts à l'ELU durable et à l'ELU accidentelle sont résumées au Tableau 1.14 et Tableau 1.16 pour la passerelle Cap Nord et au Tableau 1.15 et Tableau 1.17 pour la passerelle Riviera-Palmeraie. Ces efforts incluent les effets des actions dynamiques des piétons à l'ELS et à l'ELU accidentelle.

Les accélérations de la structure excitée par une charge cyclique en résonance avec le mode propre correspondant à la direction à l'étude sont compilées dans le Tableau 1.9 pour la passerelle Cap Nord et dans le Tableau 1.10 pour la passerelle Riviera-Palmeraie.

Tableau 1.9 : Passerelle Cap Nord – Accélérations (ELS VIB)

		Max	Limite	Unité
Accélération verticale	a_v	0.40	0.5	m/s^2
Accélération longitudinale	a_l	0.01	0.1	m/s^3
Accélération transversale	a_t	0.06	0.1	m/s^4

Tableau 1.10 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Accélérations (ELS VIB)

		Max	Limite	Unité
Accélération verticale	a_v	0.22	0.5	m/s^2
Accélération longitudinale	a_l	0.01	0.1	m/s^3
Accélération transversale	a_t	0.04	0.1	m/s^4

Enfin l'analyse de flambement généralisé a permis d'obtenir les modes de flambement de la structure ainsi qu'un facteur de sécurité par rapport à la charge de compression appliquée dans l'analyse (sous poids propre ici). Les modes de flambement sont présentés dans la Figure 1.55 pour la passerelle Cap Nord et dans la Figure 1.56 pour la passerelle Riviera-Palmeraie. On voit que la membrure supérieure, qui est l'élément du treillis subissant la compression la plus importante, gouverne les modes de flambement. Les facteurs de sécurité pour l'analyse de flambement sous poids propre sont retranscrits dans le Tableau 1.11 pour la passerelle Cap Nord et le Tableau 1.12 pour la passerelle Riviera-Palmeraie et ce pour les deux modes les plus critiques pour le flambement. Les efforts de compression dans les sections sous poids propre sont ensuite multipliés par le facteur de sécurité pour connaître la charge maximale de flambement de la membrure supérieure.

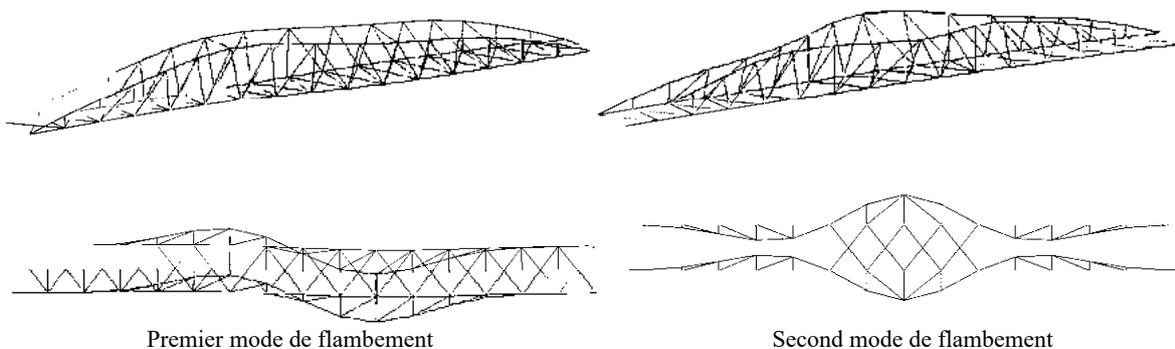


Figure 1.55 : Passerelle Cap Nord – Modes de flambement (GFLAMB)

Tableau 1.11 : Passerelle Cap Nord – Facteur de flambement

Mode de flambement	Description du mode de flambement	Valeur du facteur de flambement	Effort de compression correspondant (sous poids-propre)
Premier mode	Flambement symétrique à deux ventres des membrures supérieures avec les déplacements maximaux au niveau des contreventements supérieurs	45.68	263kN
Second mode	Flambement antisymétrique à trois ventres des membrures supérieures avec les points d'inflexion situés entre les contreventements supérieurs	48.53	264kN

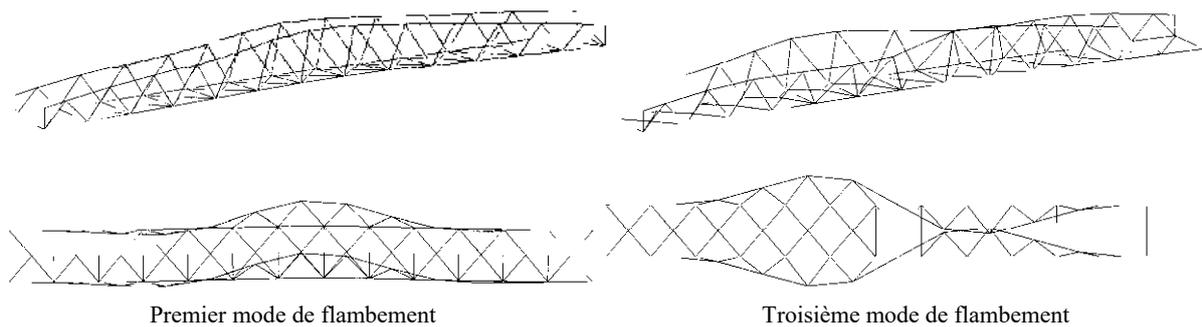


Figure 1.56: Passerelle Cap Nord – Modes de flambement (GFLAMB)

Tableau 1.12 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Facteur de flambement

Mode de flambement	Description du mode de flambement	Valeur du facteur de flambement	Effort de compression correspondant (sous poids-propre)
Premier mode	Flambement symétrique à un seul ventre des membrures supérieures avec les déplacements maximaux en travée	44.17	209.4kN
Deuxième mode	Flambement antisymétrique à deux ventres des membrures supérieures avec le point d'inflexion situés en travée	44.58	194kN

Les résultats de l'analyse du modèle raffiné pour la connexion entre les membrures supérieures et inférieures de la passerelle Cap Nord sont présentés dans la Figure 1.57 et la Figure 1.109 pour l'enveloppe de toutes les combinaisons uniquement après avoir supprimé les concentrations de contraintes dues à la modélisation. Les contraintes dans les plaques formant cette connexion sont résumées dans le Tableau 1.18 et Tableau 1.19.

Les contraintes obtenues du modèle éléments finis en section courante des membrures sont très proches des contraintes calculées à partir de l'analyse du modèle globale effectuée pour la vérification des sections ce qui permet de valider la distribution des efforts dans le modèle raffiné.

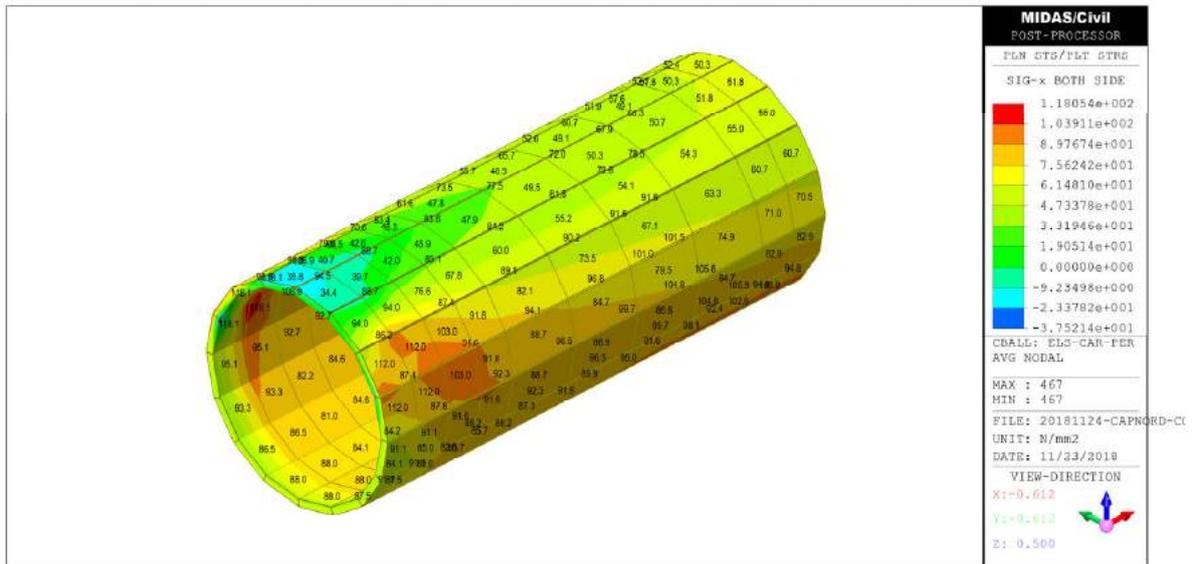


Figure 1.57 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure inférieure à l'ELS

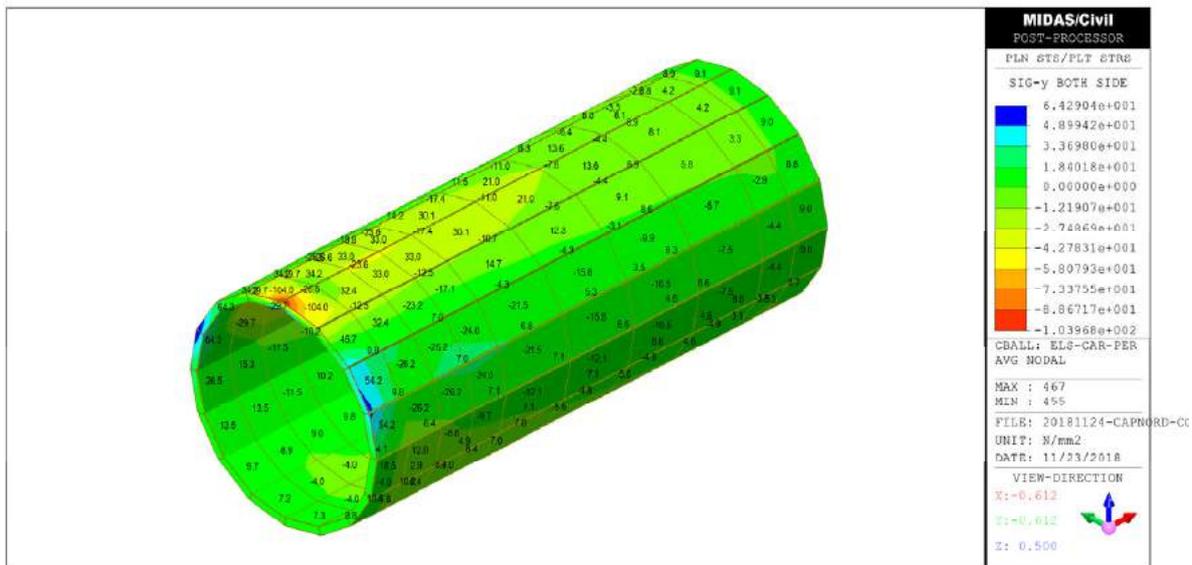


Figure 1.58 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure inférieure à l'ELS

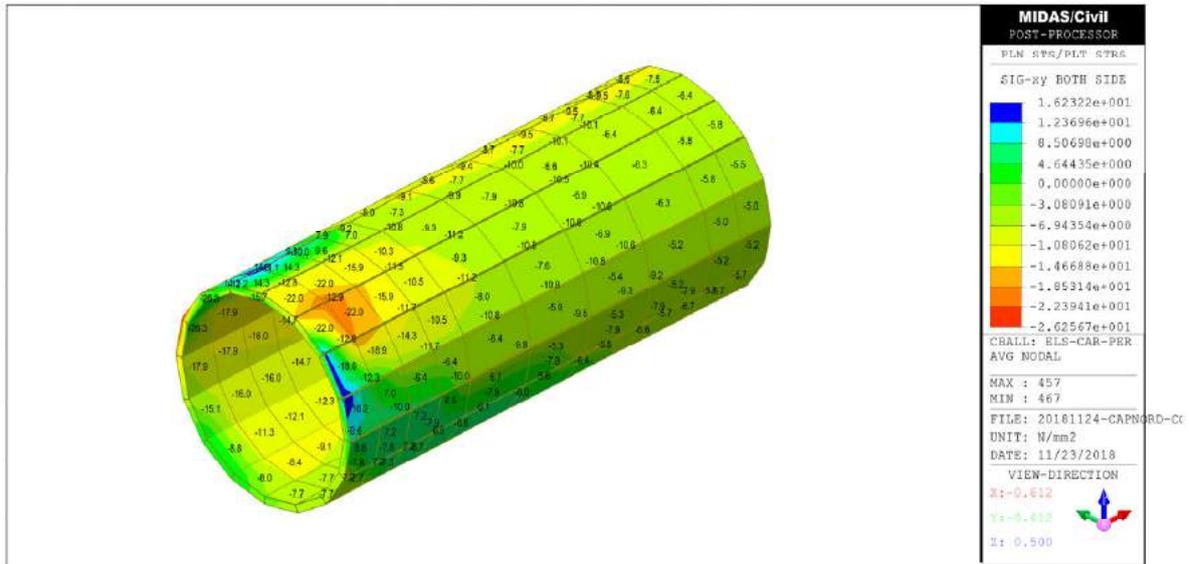


Figure 1.59 : Passerelle Cap Nord – Contrainte oxy dans la membrure inférieure à l’ELS

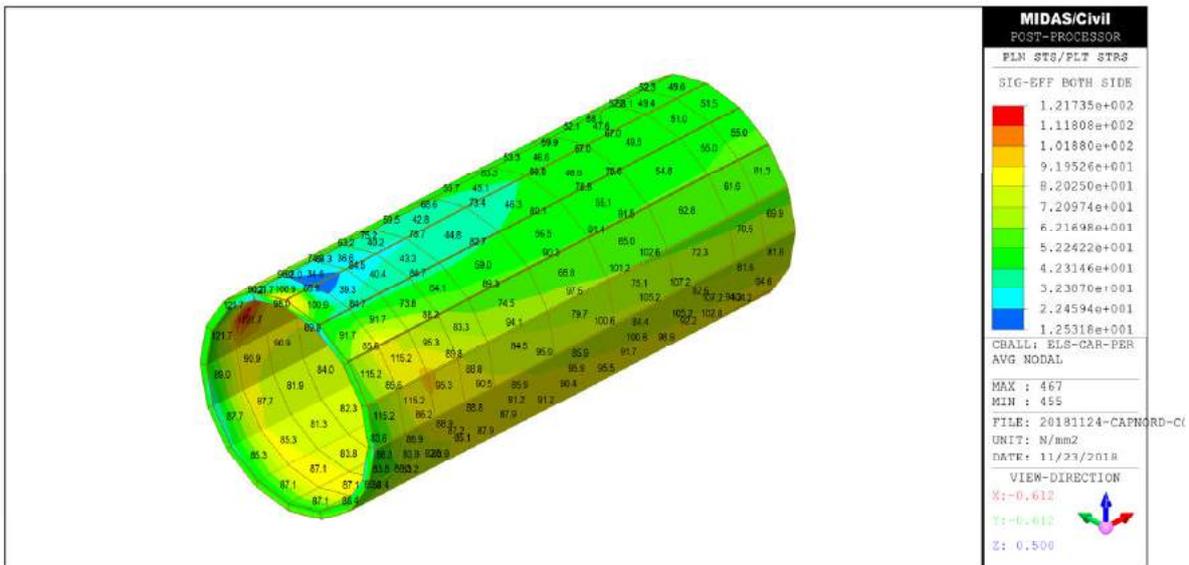


Figure 1.60 : Passerelle Cap Nord – Contrainte ovonnises dans la membrure inférieure à l’ELS

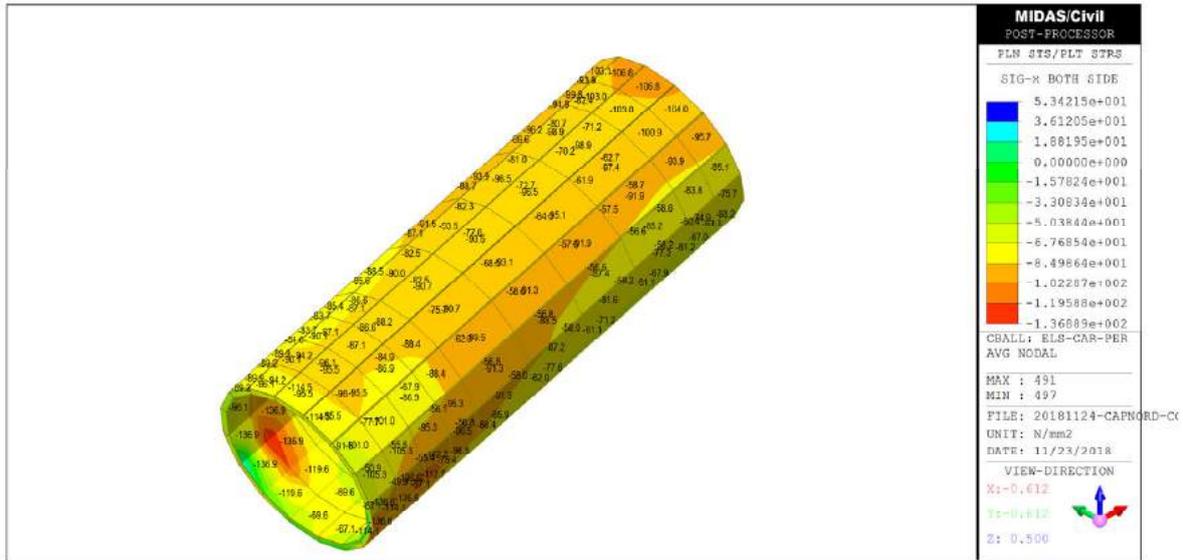


Figure 1.61 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure supérieure à l'ELS

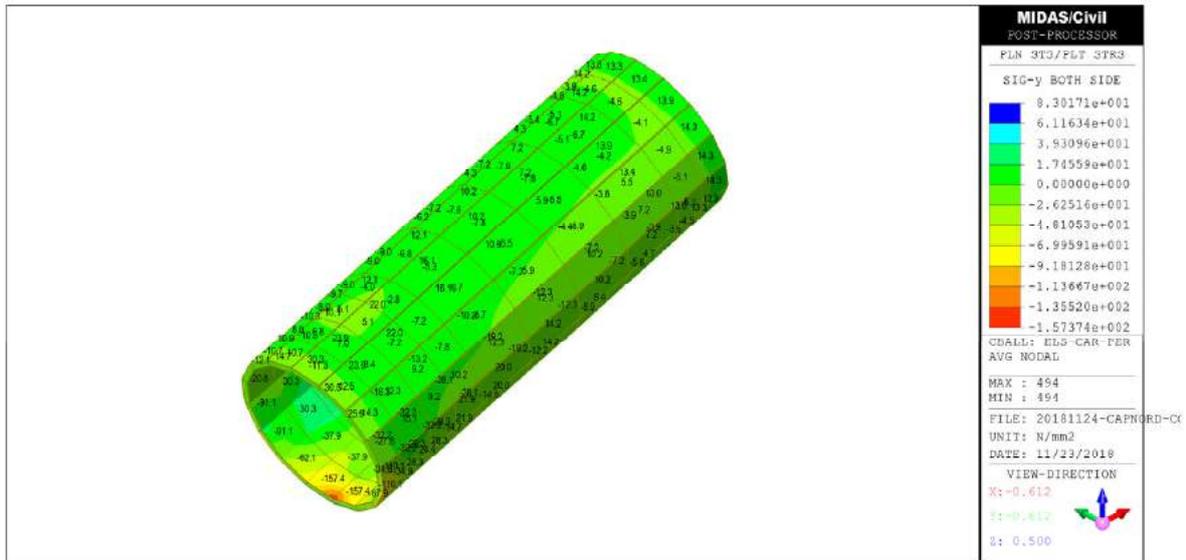


Figure 1.62 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure supérieure à l'ELS

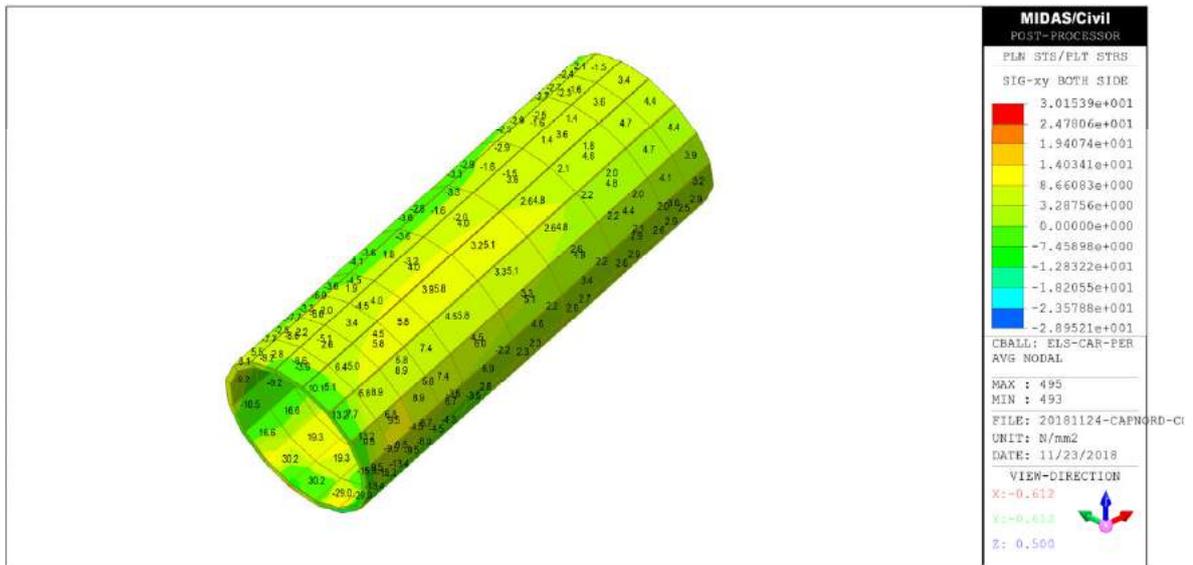


Figure 1.63 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la membrure supérieure à l'ELS

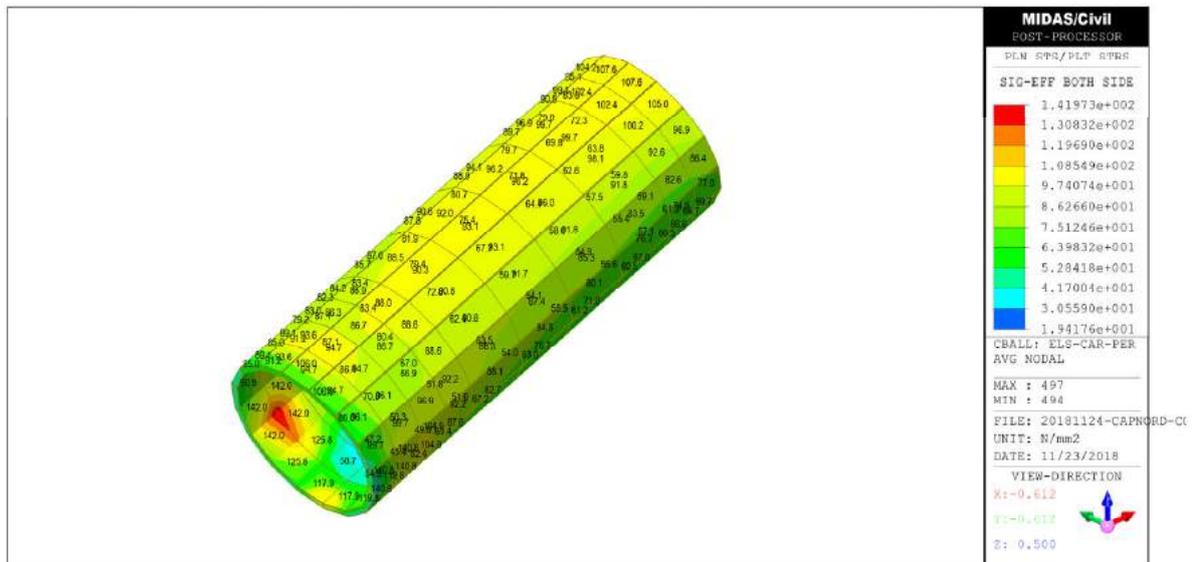


Figure 1.64 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{eff} dans la membrure supérieure à l'ELS

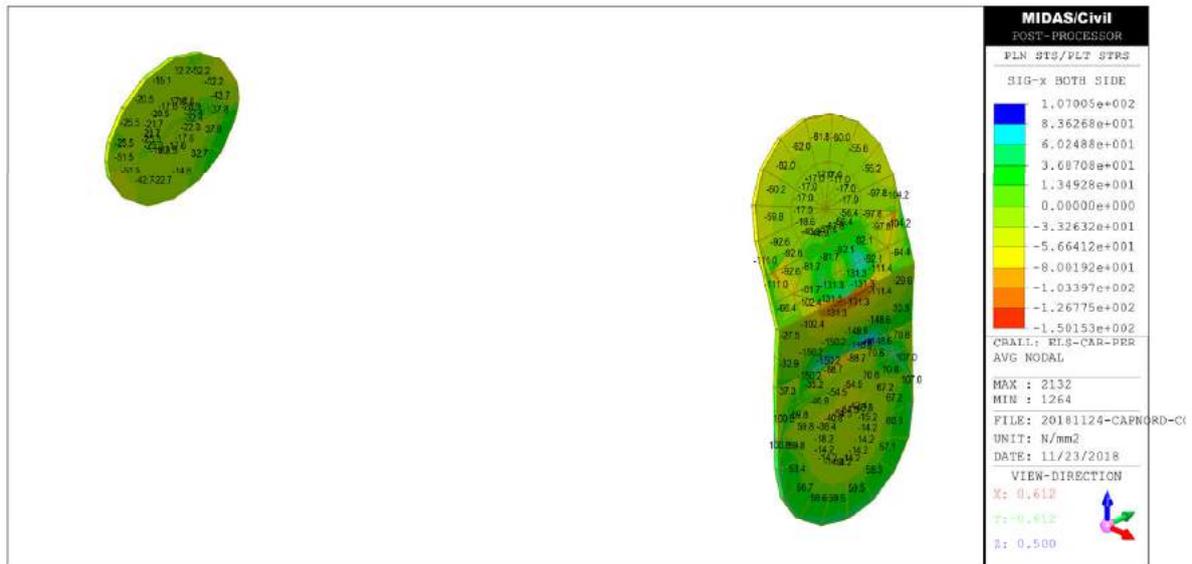


Figure 1.65 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les plaques d’about à l’ELS

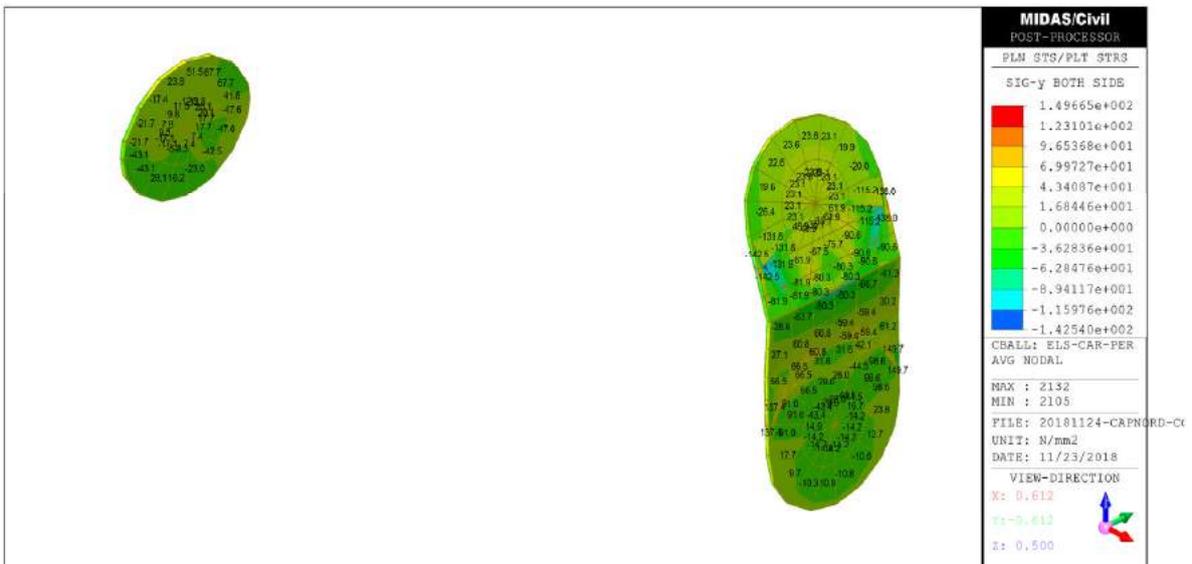


Figure 1.66 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les plaques d’about à l’ELS

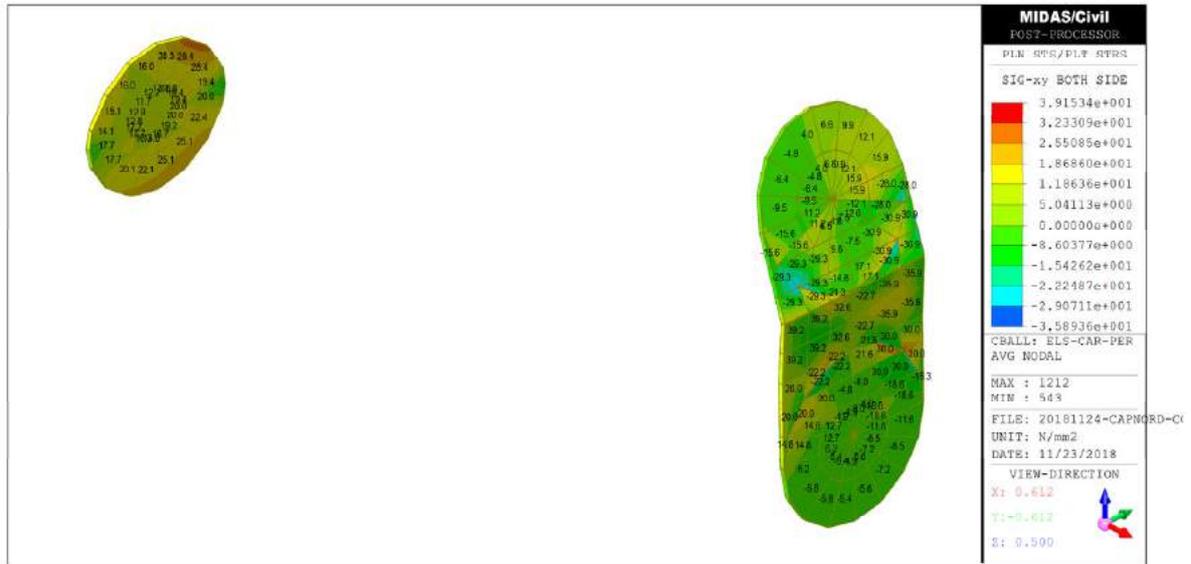


Figure 1.67 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans les plaques d’about à l’ELS

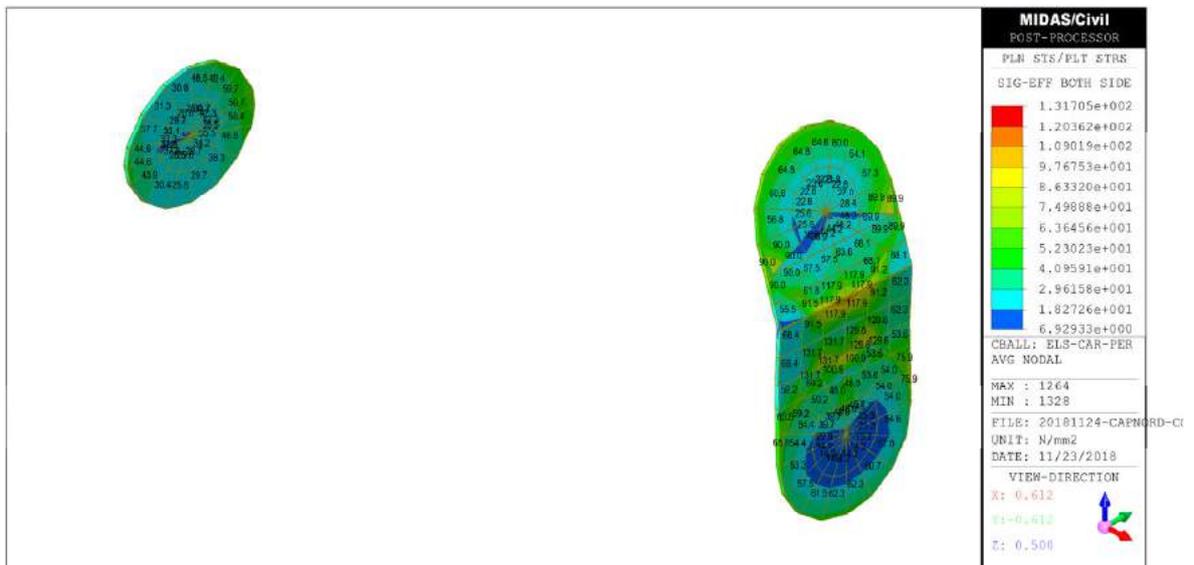


Figure 1.68 : Passerelle Cap Nord – Contrainte $\sigma_{vonmises}$ dans les plaques d’about à l’ELS

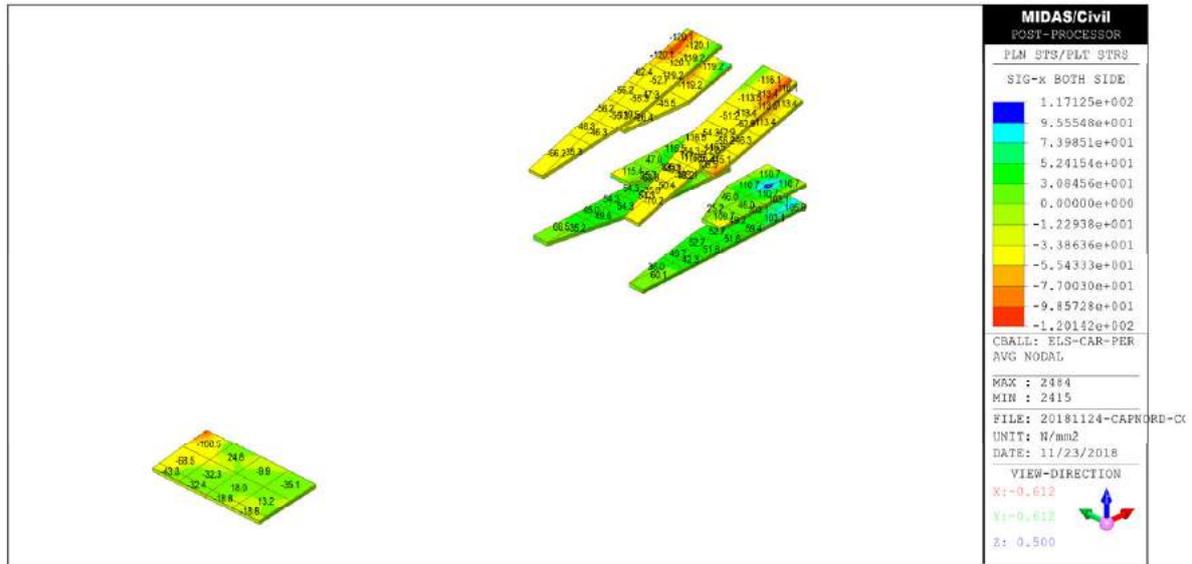


Figure 1.69 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les raidisseurs à l’ELS

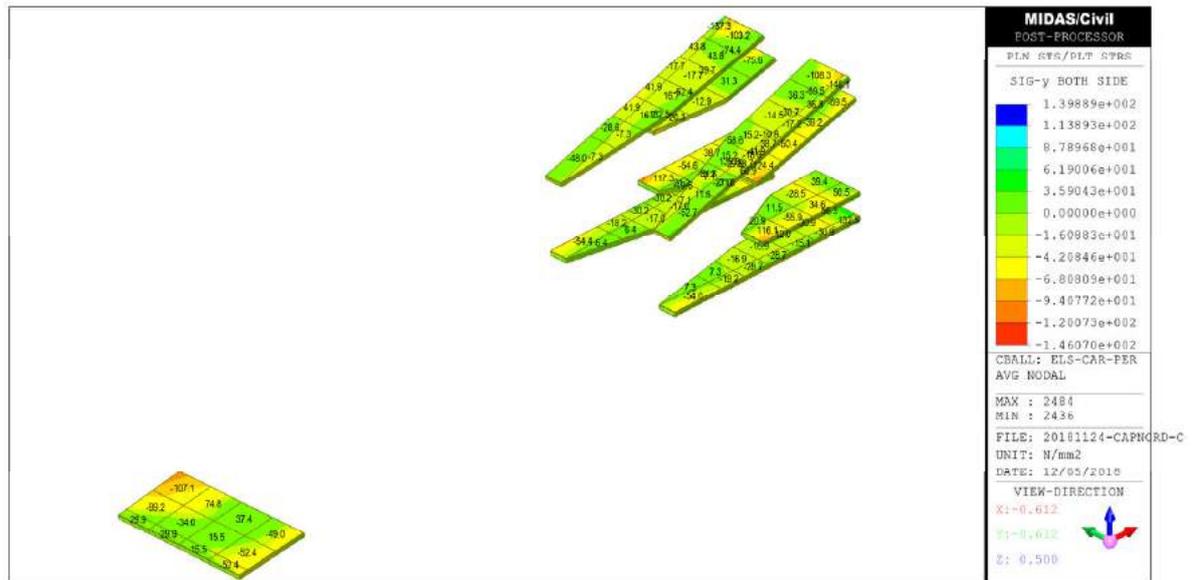


Figure 1.70 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les raidisseurs à l’ELS

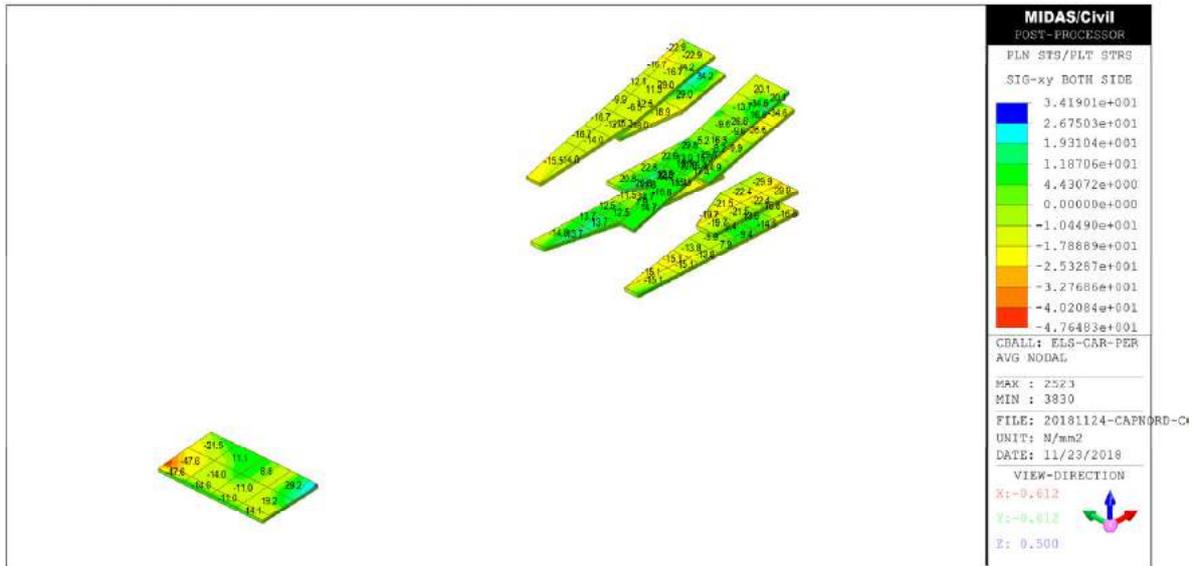


Figure 1.71 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans les raidisseurs à l'ELS

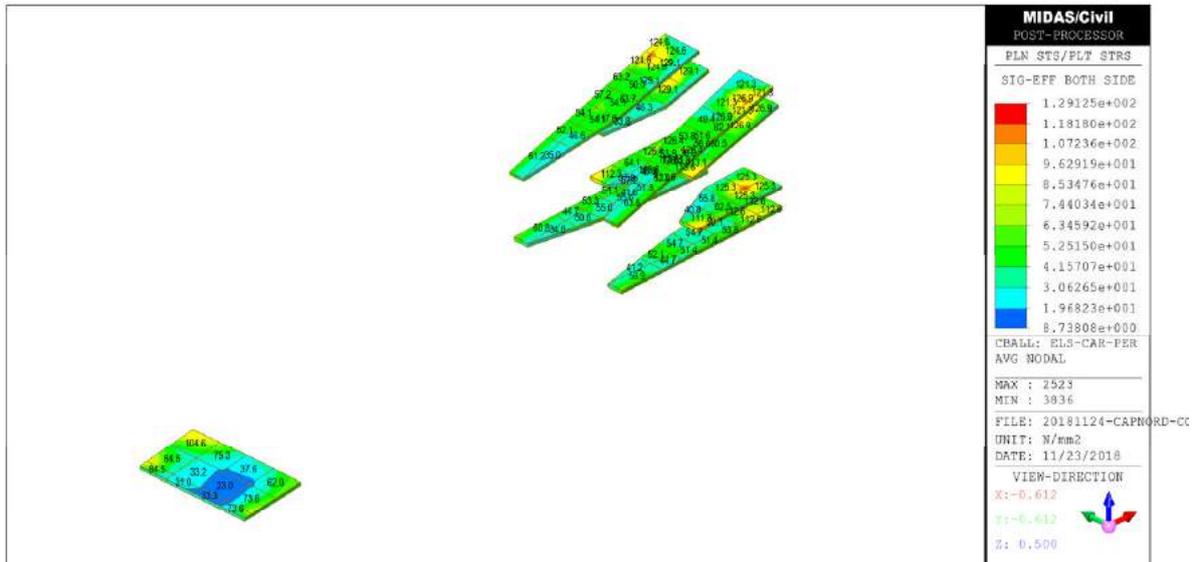


Figure 1.72 : Passerelle Cap Nord – Contrainte $\sigma_{onmises}$ dans les raidisseurs à l'ELS

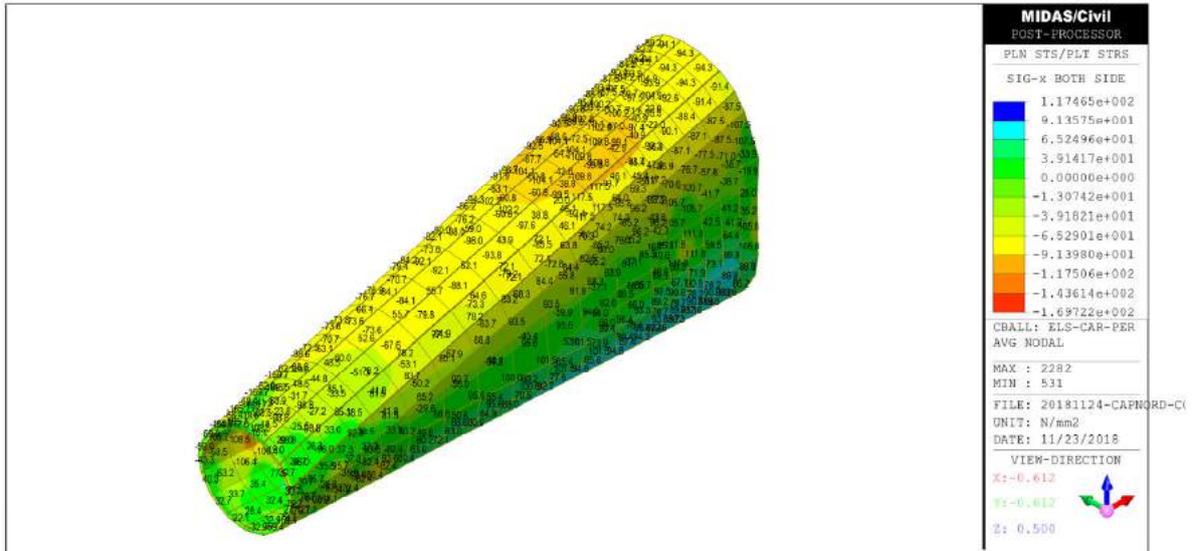


Figure 1.73 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la pièce de connexion à l'ELS

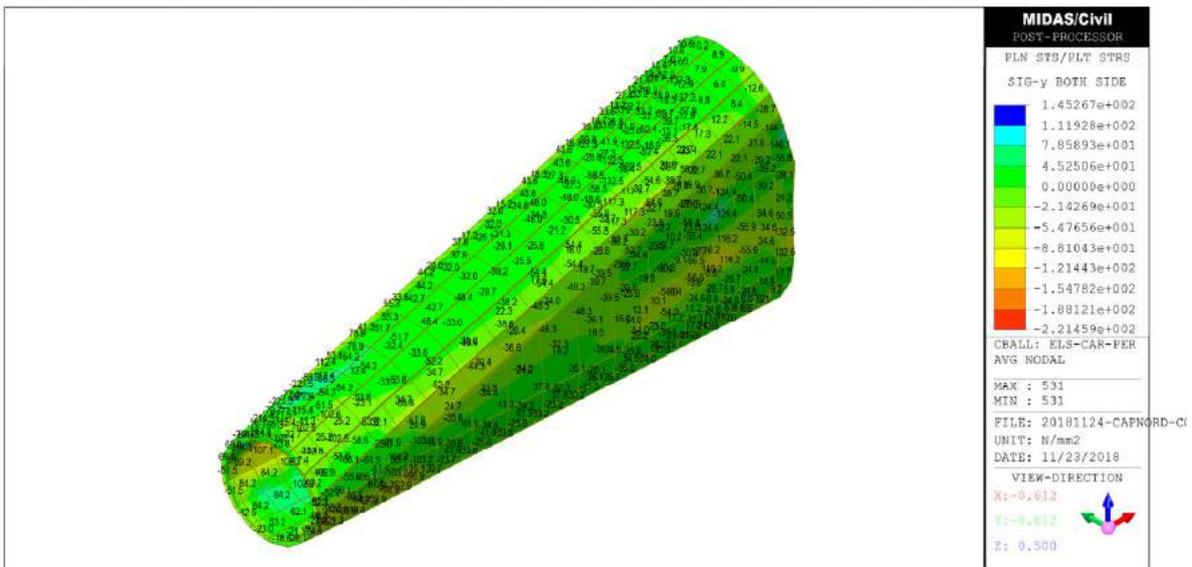


Figure 1.74 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la pièce de connexion à l'ELS

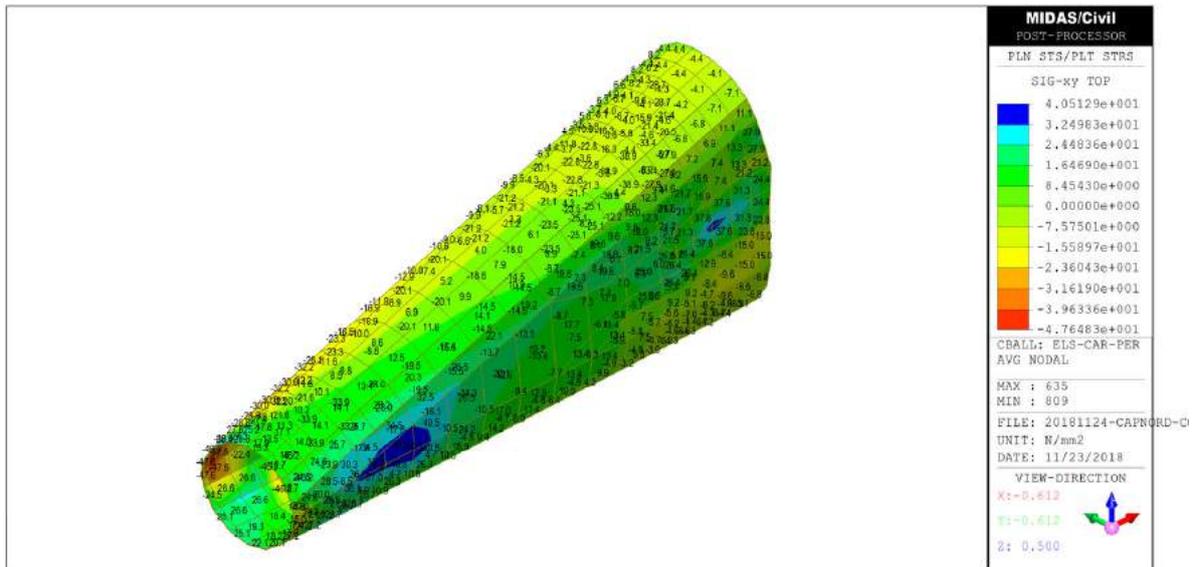


Figure 1.75 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la pièce de connexion à l'ELS

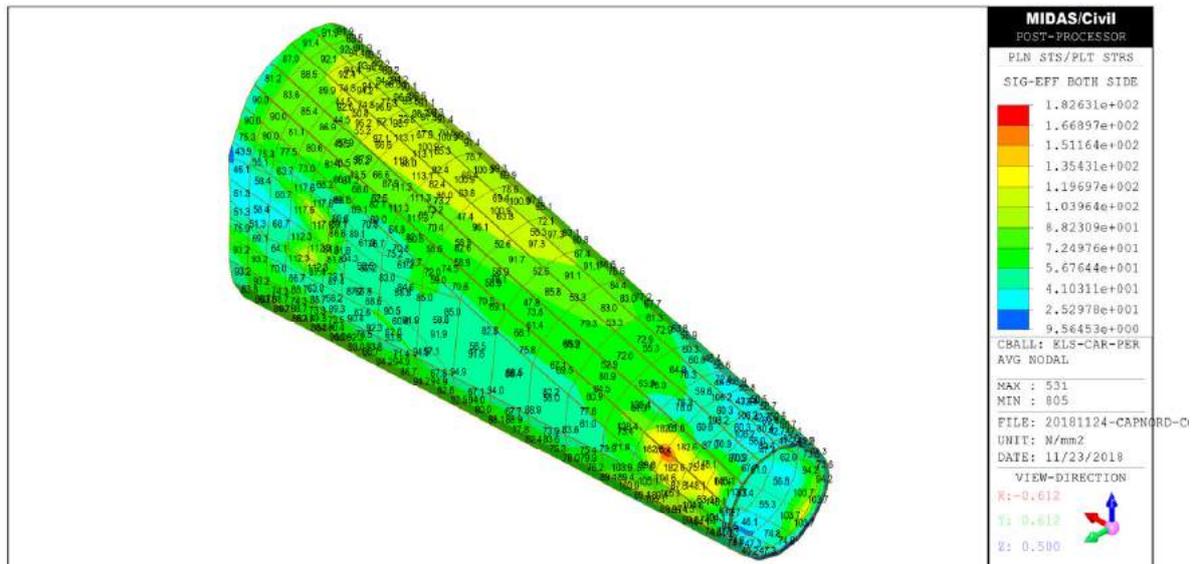


Figure 1.76 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{normales} dans la pièce de connexion à l'ELS

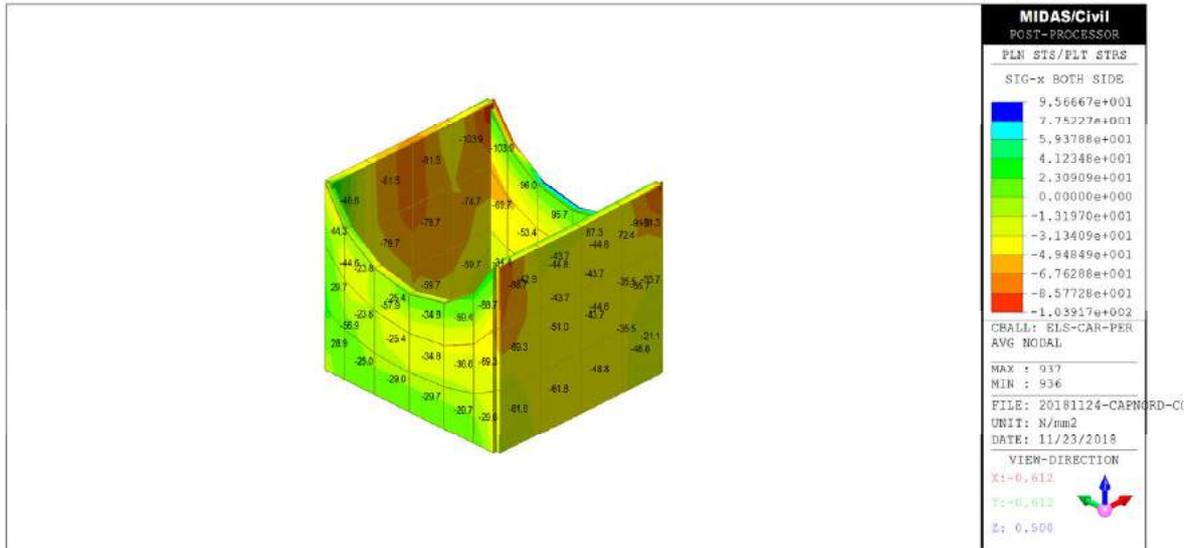


Figure 1.77 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans le piédestal à l'ELS

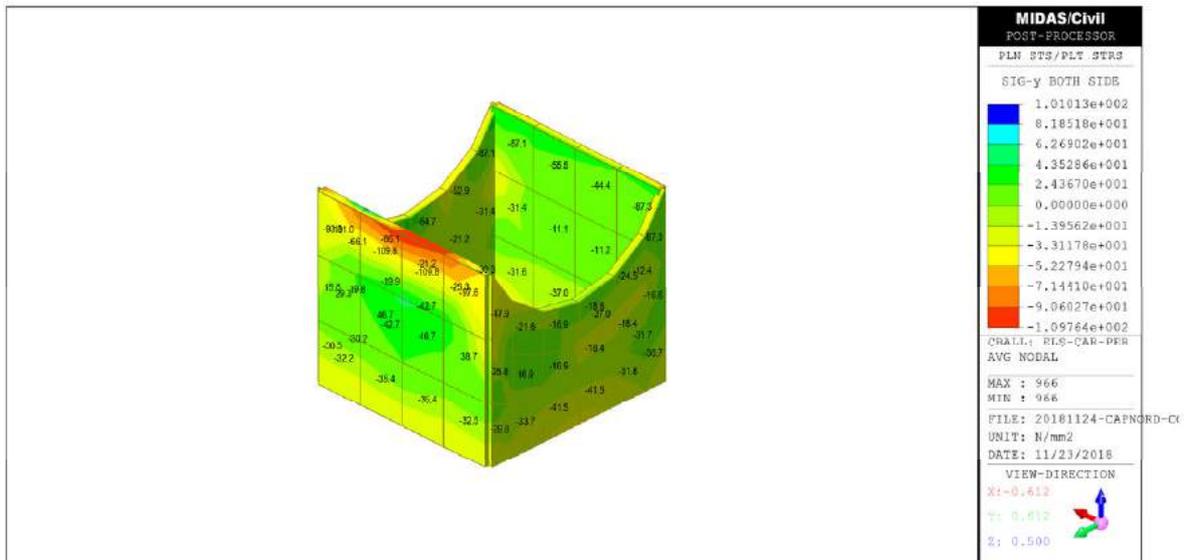


Figure 1.78 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans le piédestal à l'ELS

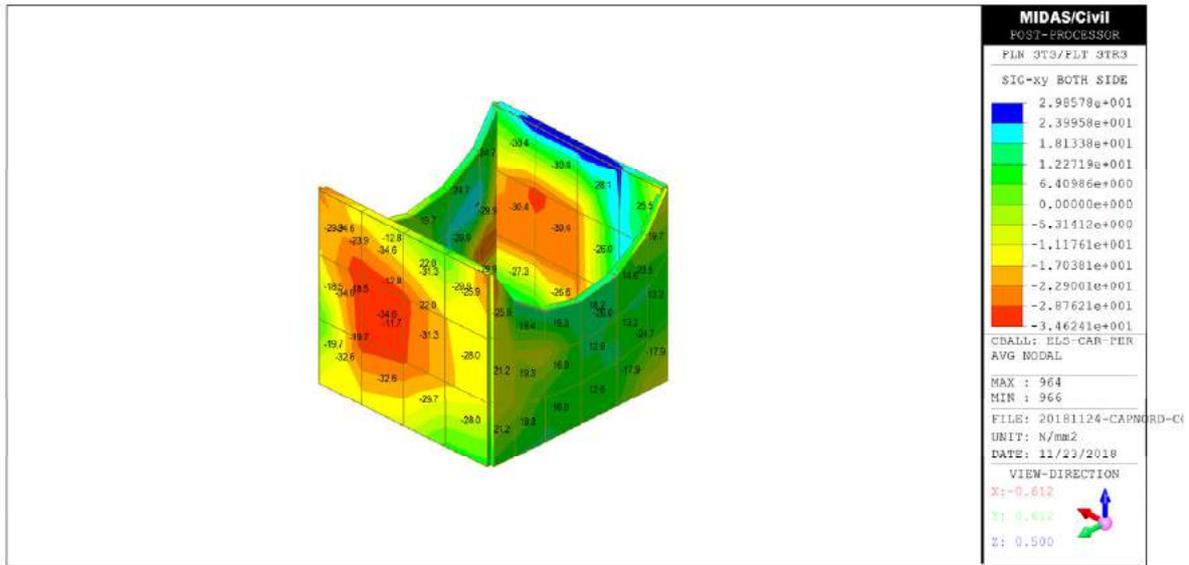


Figure 1.79 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans le piédestal à l'ELS

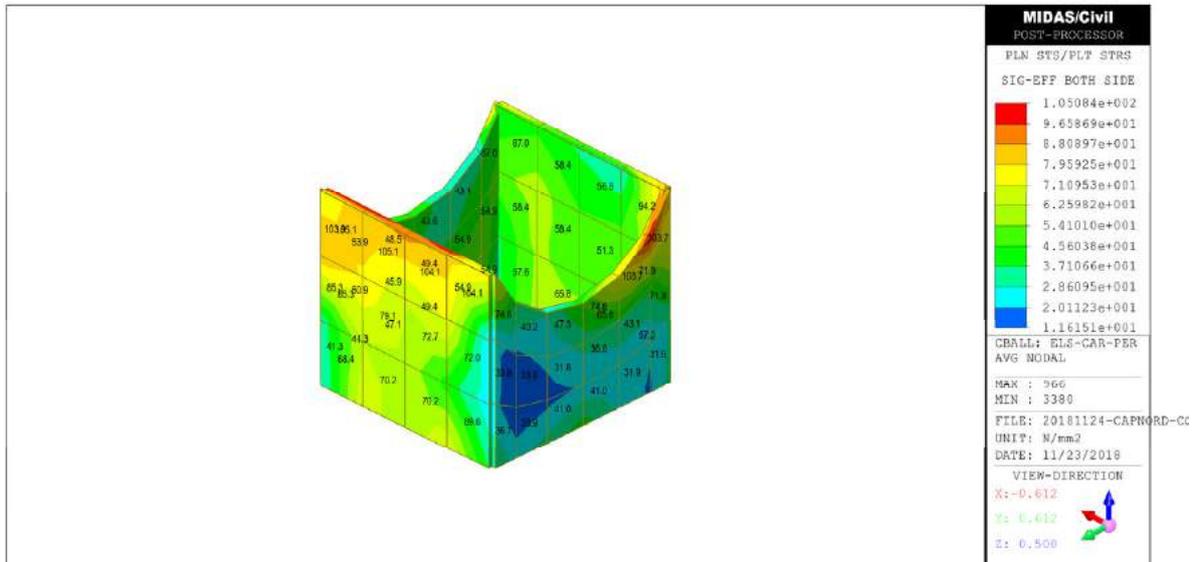


Figure 1.80 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{normales} dans le piédestal à l'ELS

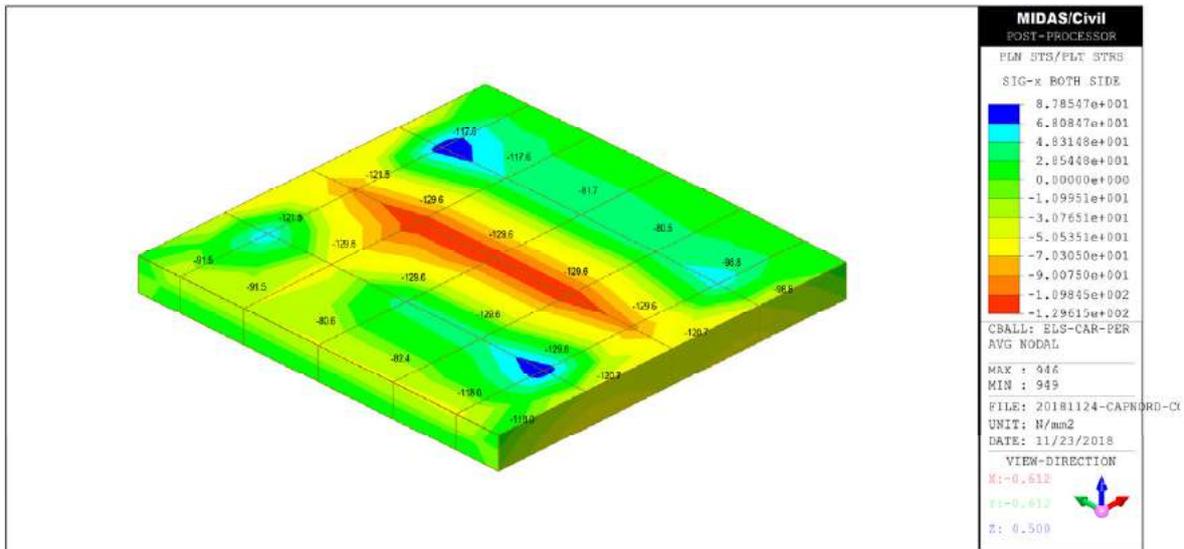


Figure 1.81 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la plaque d'appui à l'ELS

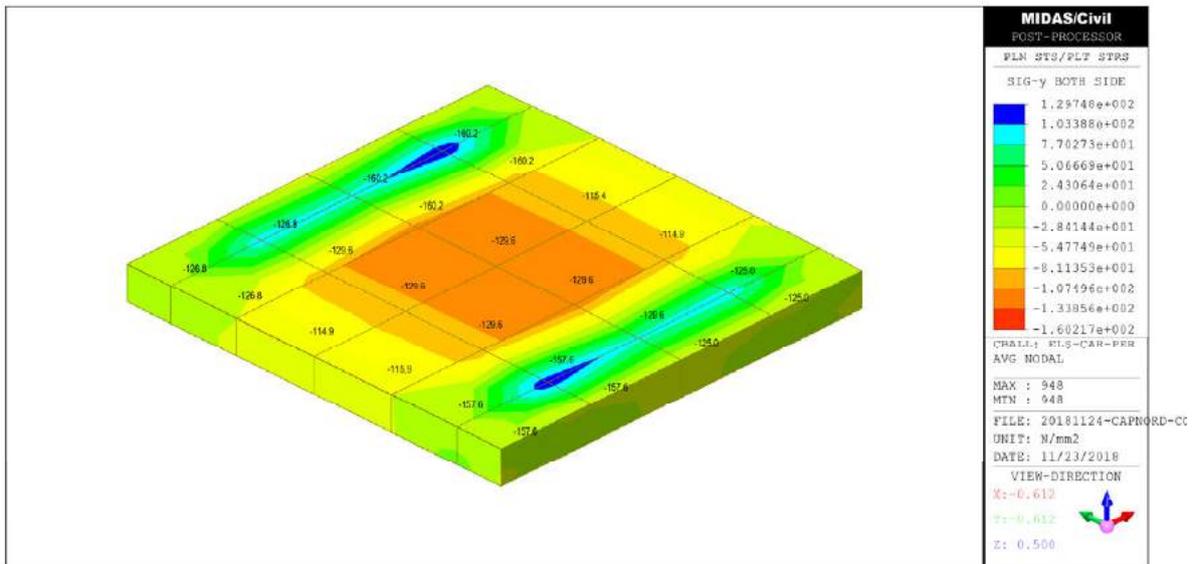


Figure 1.82 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la plaque d'appui à l'ELS

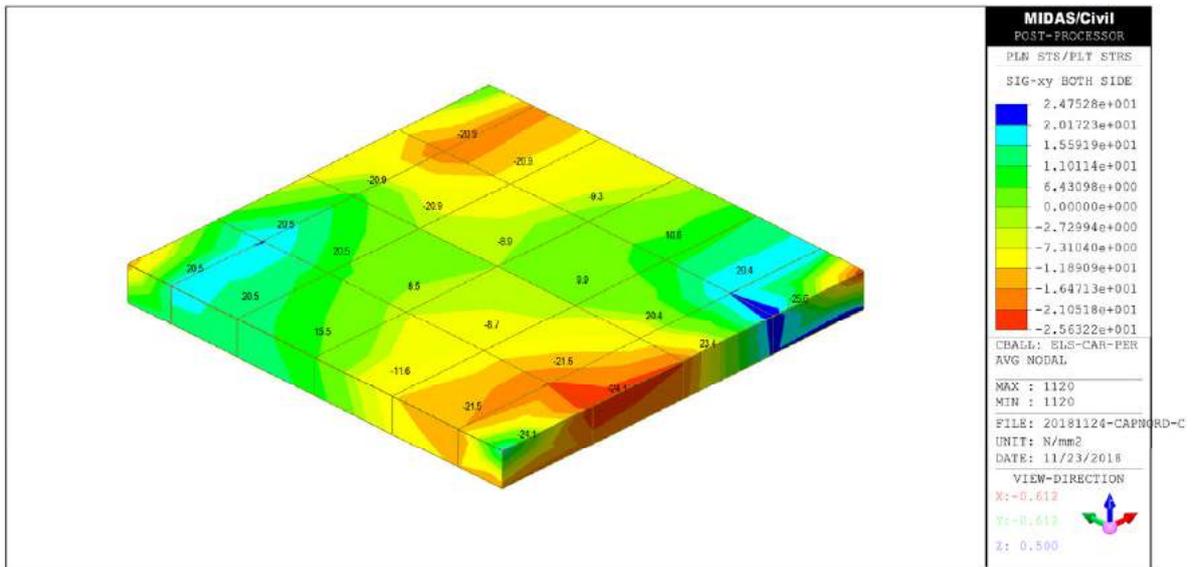


Figure 1.83 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{xy} dans la plaque d’appui à l’ELS

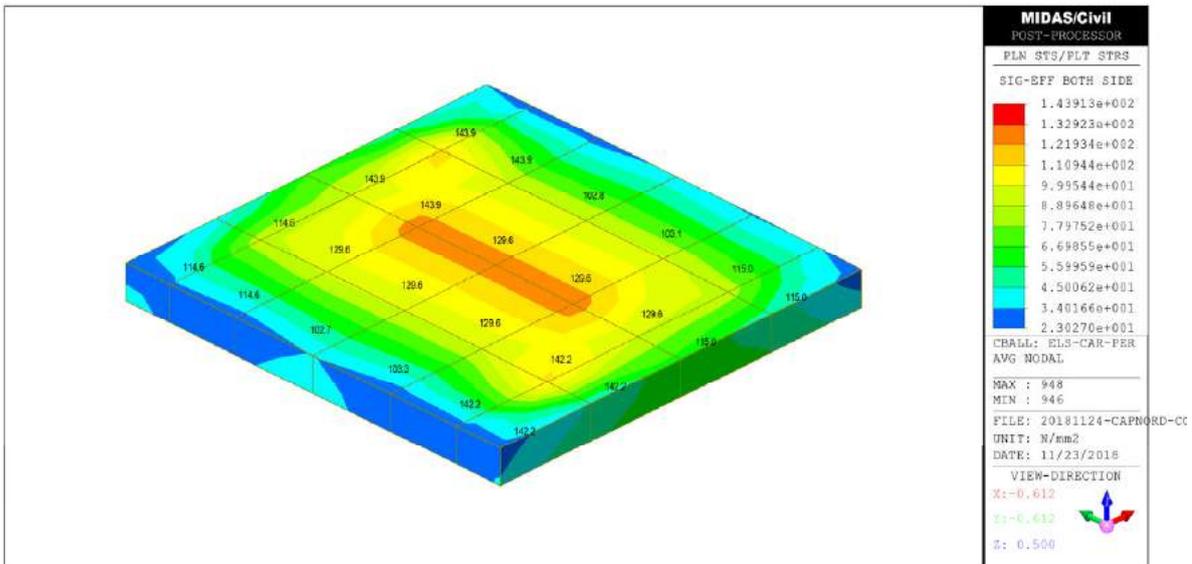


Figure 1.84 : Passerelle Cap Nord – Contrainte $\sigma_{vonmises}$ dans la plaque d’appui à l’ELS

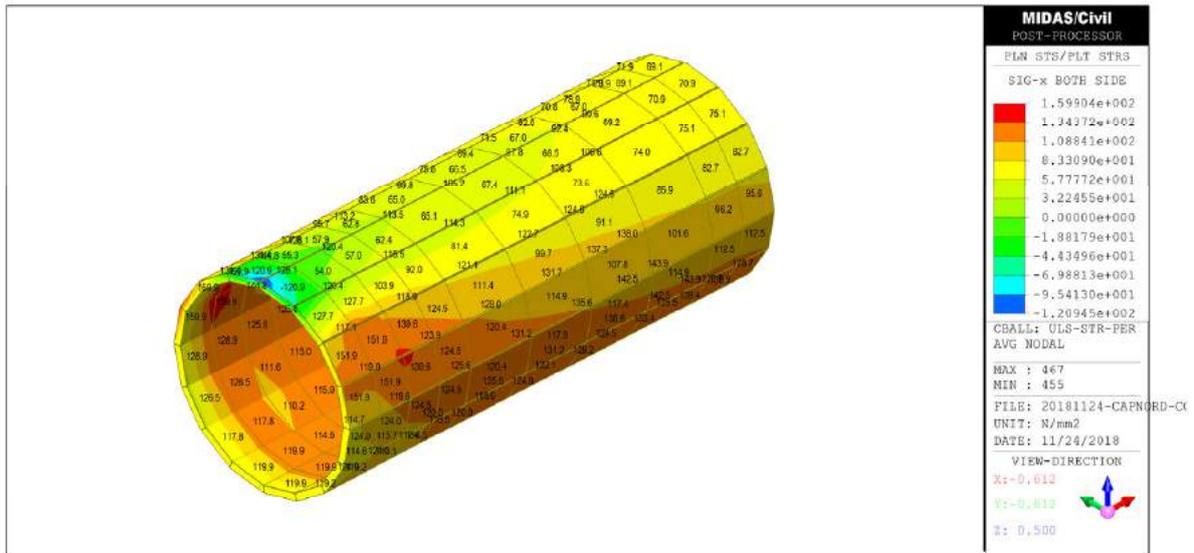


Figure 1.85 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure inférieure à l'ELU

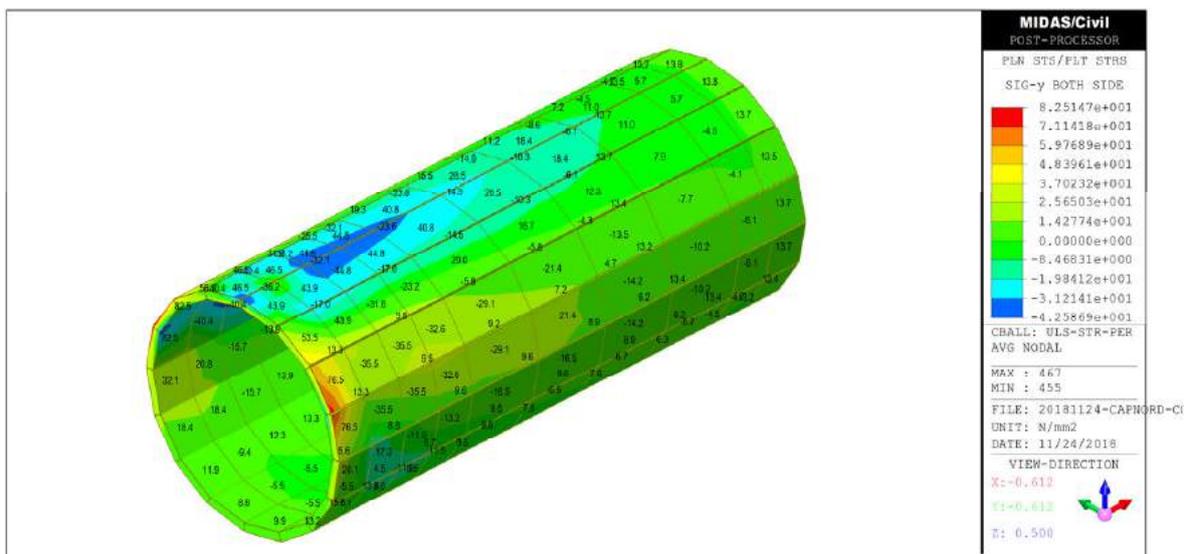


Figure 1.86 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure inférieure à l'ELU

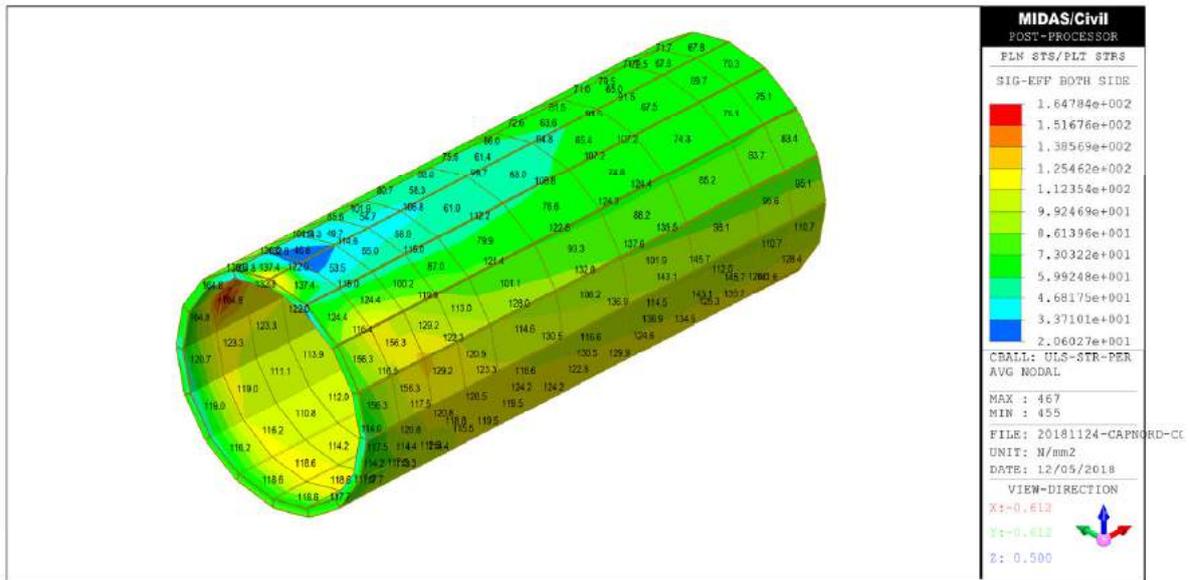


Figure 1.87 : Passerelle Cap Nord – Contrainte vonmises dans la membrure inférieure à l'ELU

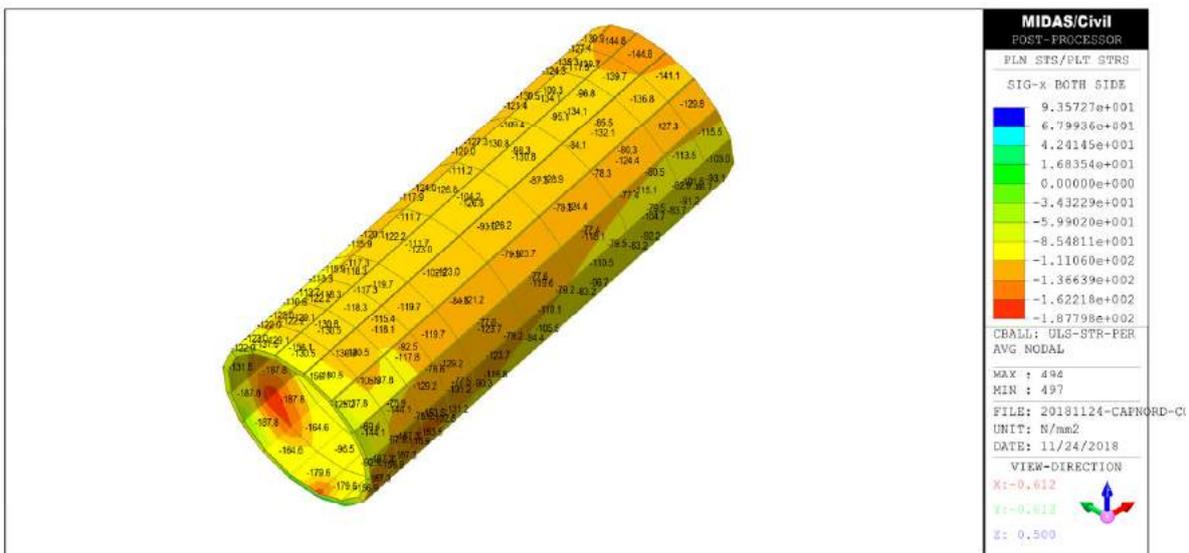


Figure 1.88 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la membrure supérieure à l'ELU

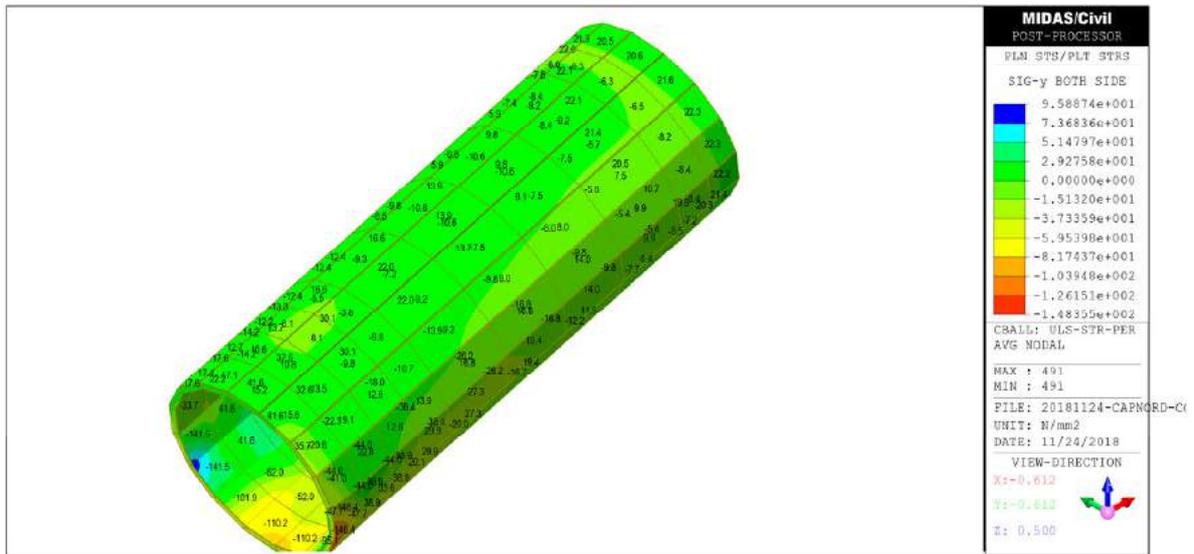


Figure 1.89 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la membrure supérieure à l'ELU

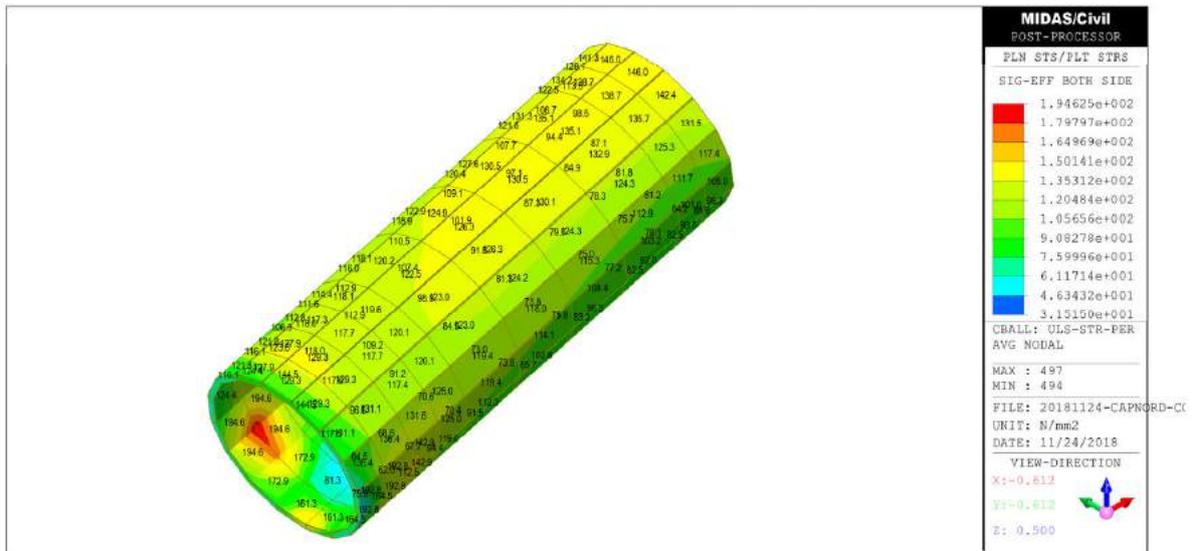


Figure 1.90 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{eff} dans la membrure supérieure à l'ELU

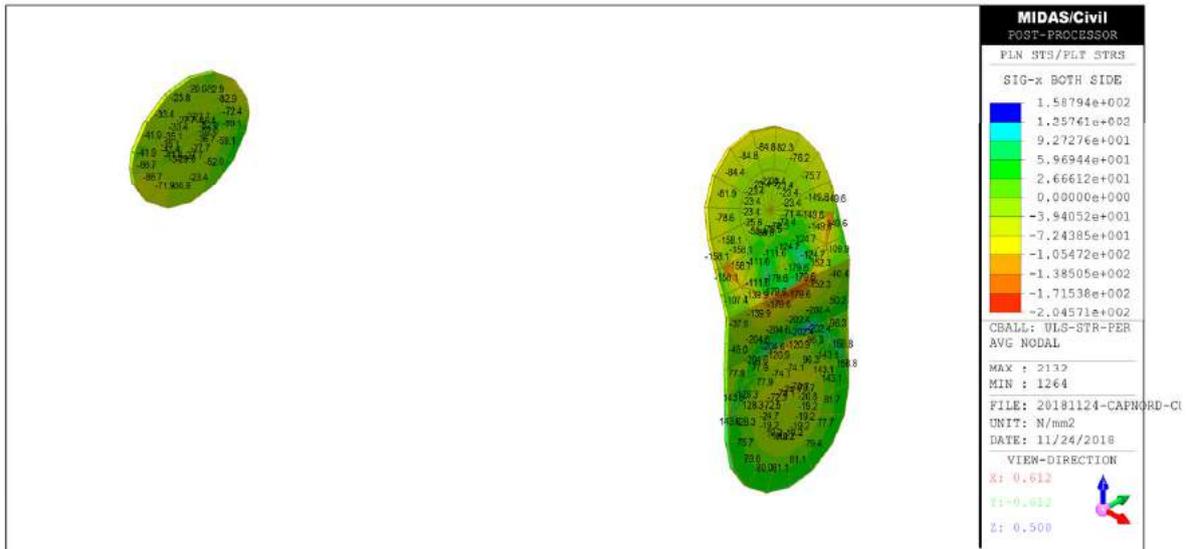


Figure 1.91 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les plaques d’about à l’ELU

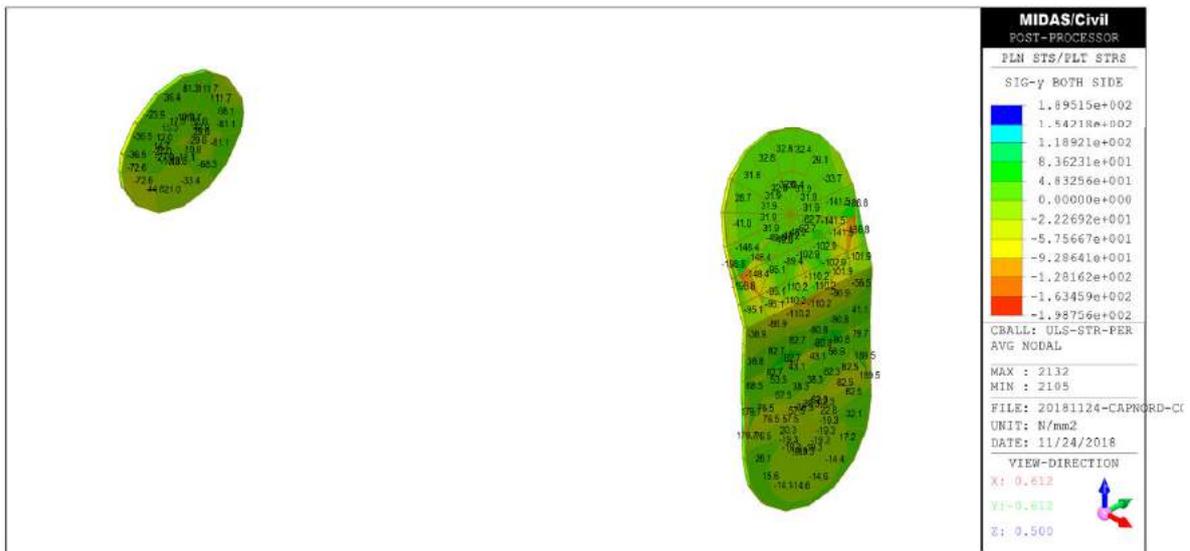


Figure 1.92 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les plaques d’about à l’ELU

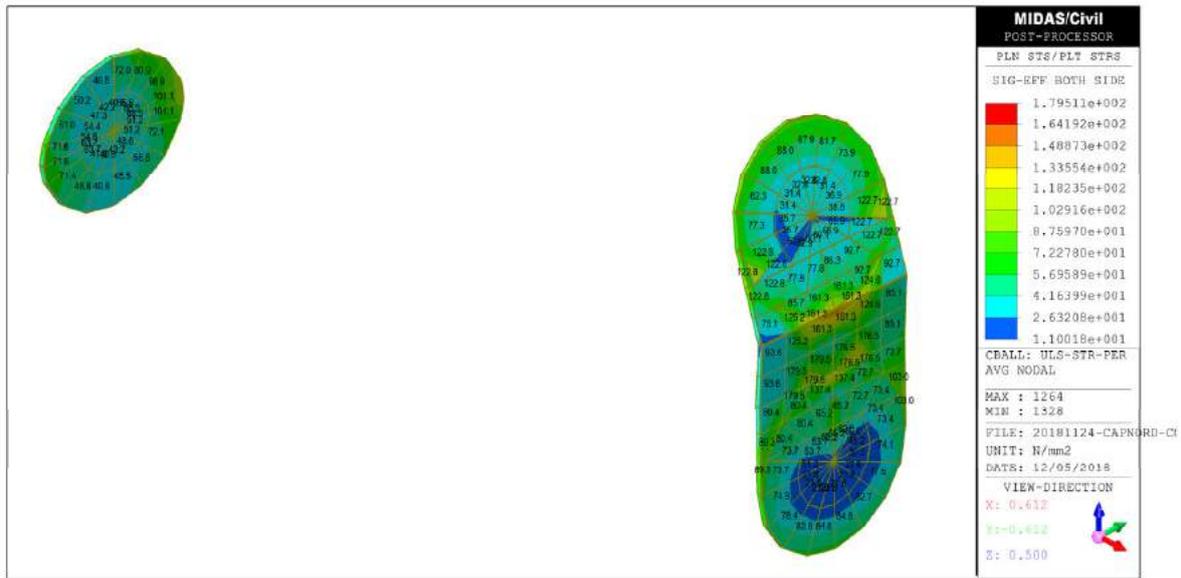


Figure 1.93 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ dans les plaques d’about à l’ELU

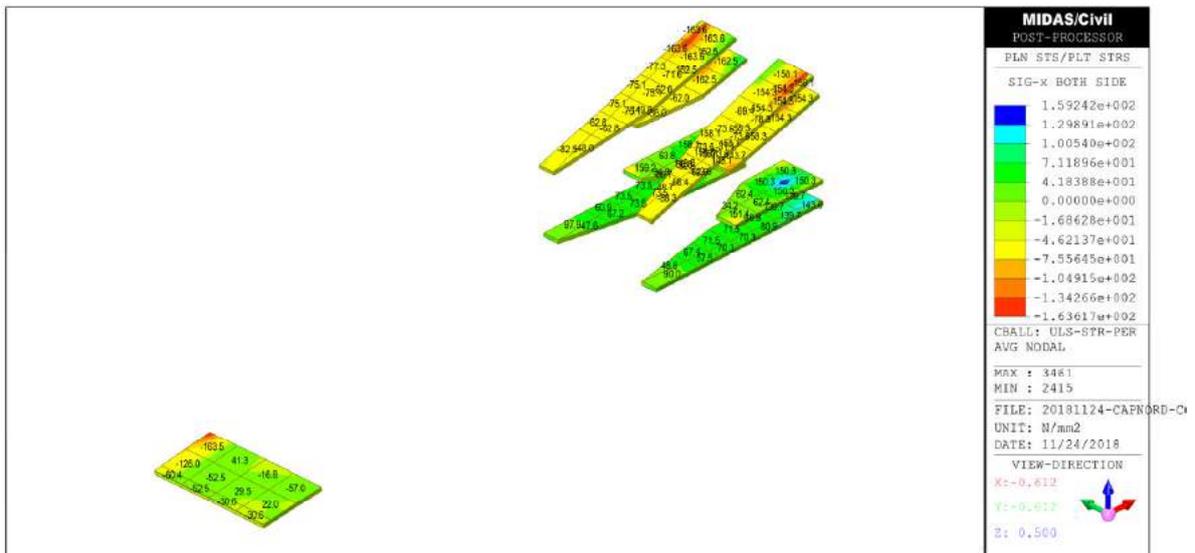


Figure 1.94 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans les raidisseurs à l’ELU

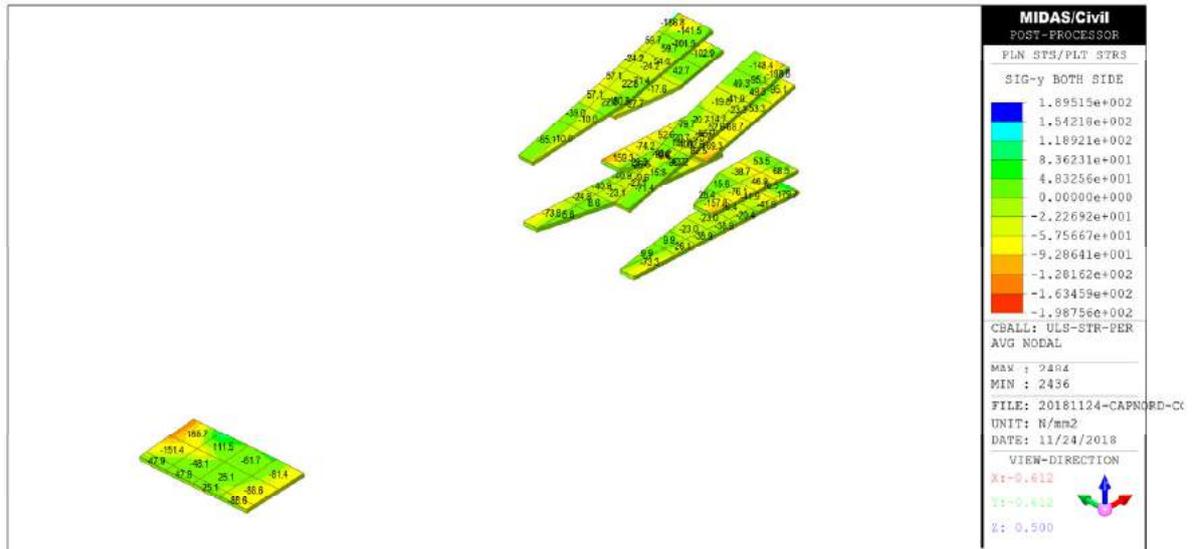


Figure 1.95 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans les raidisseurs à l'ELU

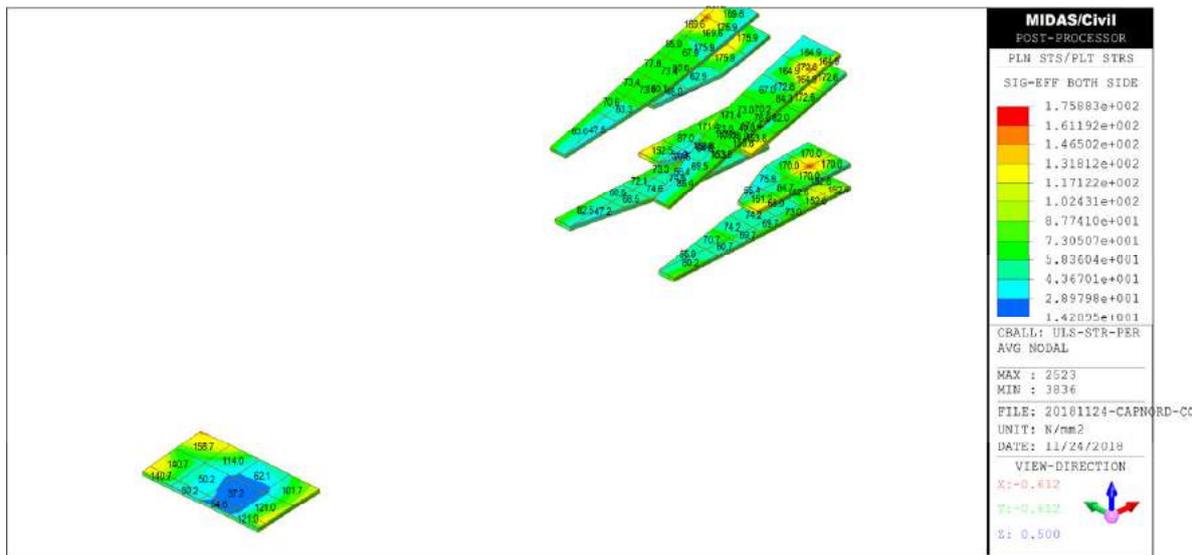


Figure 1.96 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{vonmises} dans les raidisseurs à l'ELU

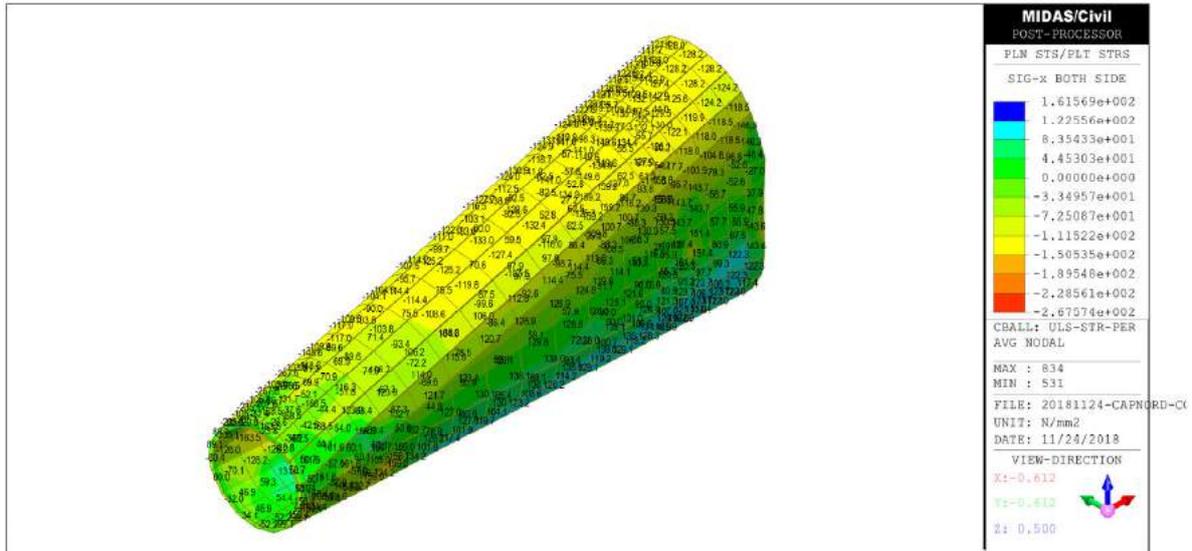


Figure 1.97 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la pièce de connexion à l'ELU

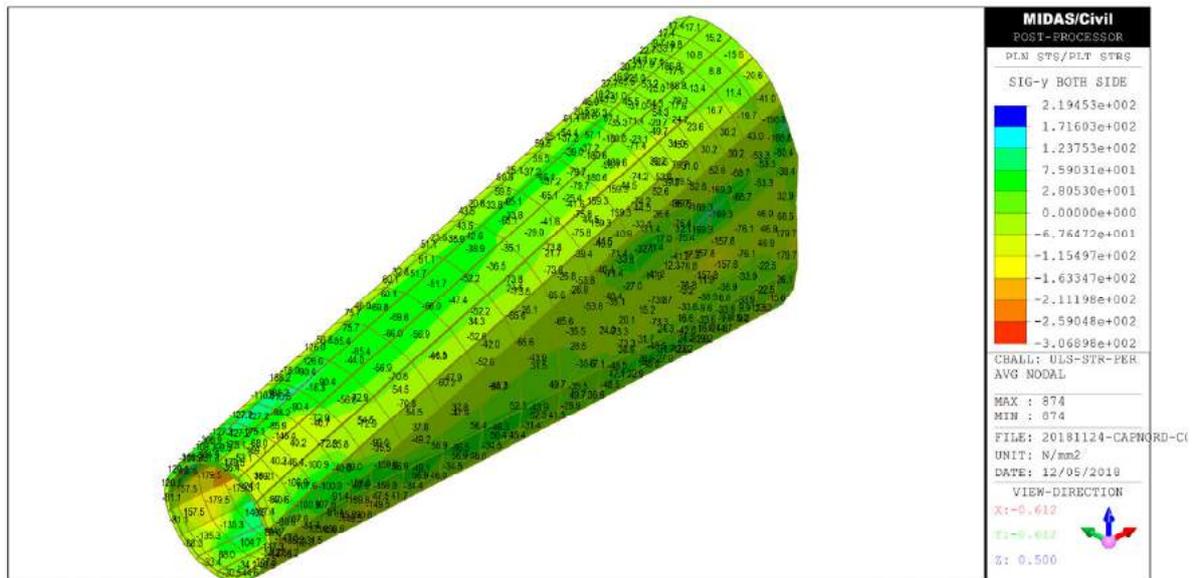


Figure 1.98 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la pièce de connexion à l'ELU

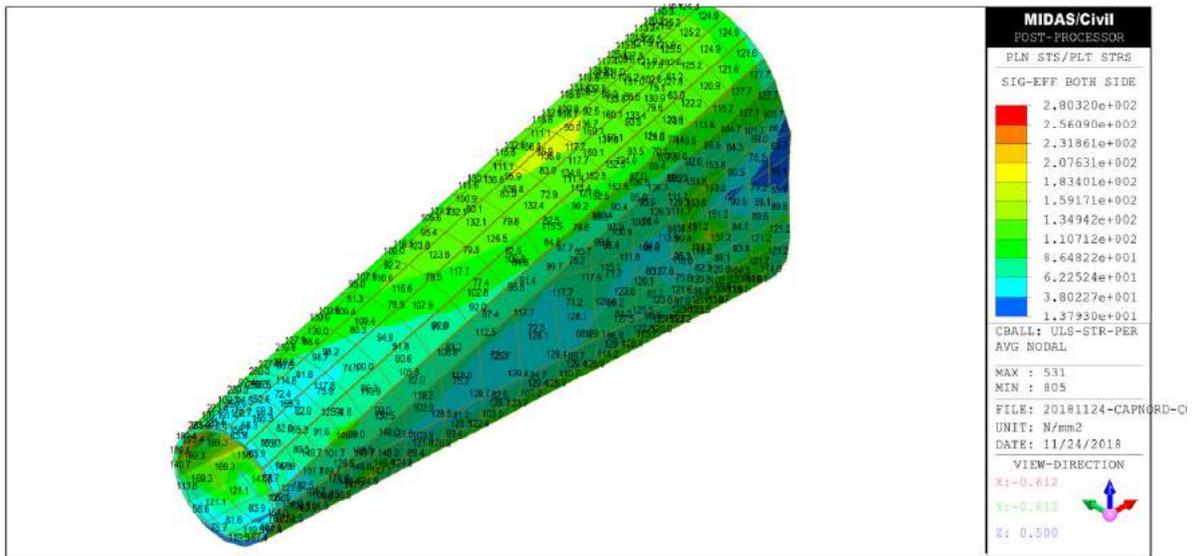


Figure 1.99 : Passerelle Cap Nord – Contrainte $\sigma_{\text{ovonmises}}$ dans la pièce de connexion à l'ELU

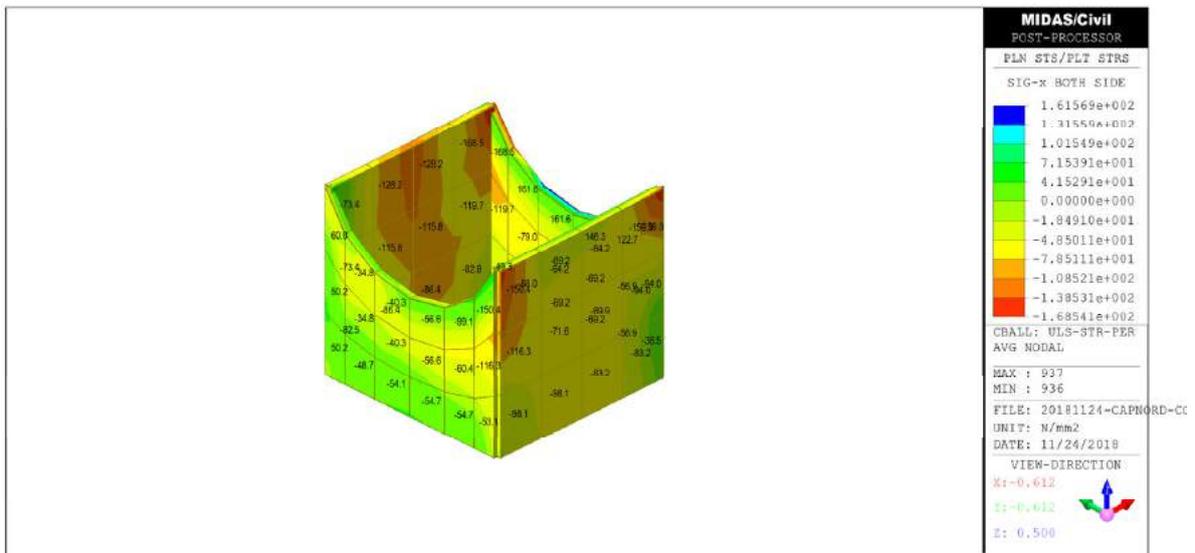


Figure 1.100 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans le piédestal à l'ELU

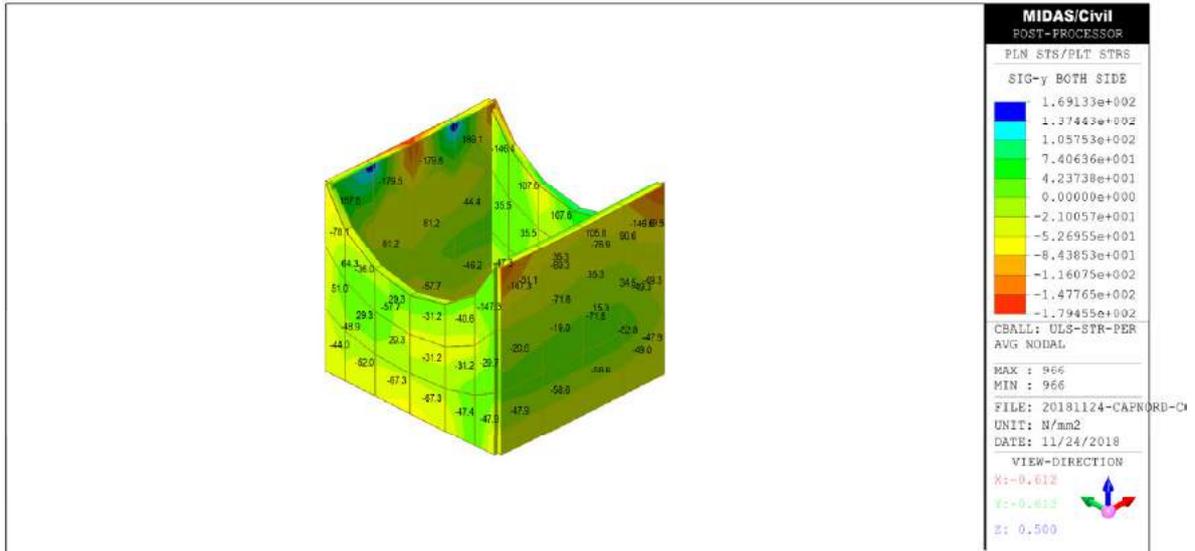


Figure 1.101 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans le piédestal à l'ELU

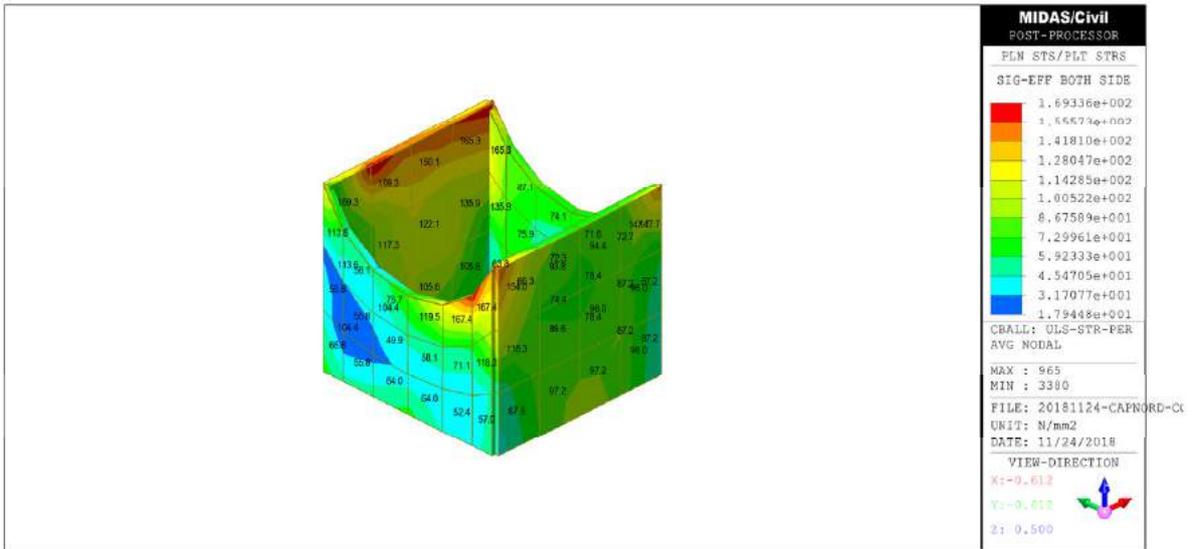


Figure 1.102 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_{eff} dans le piédestal à l'ELU

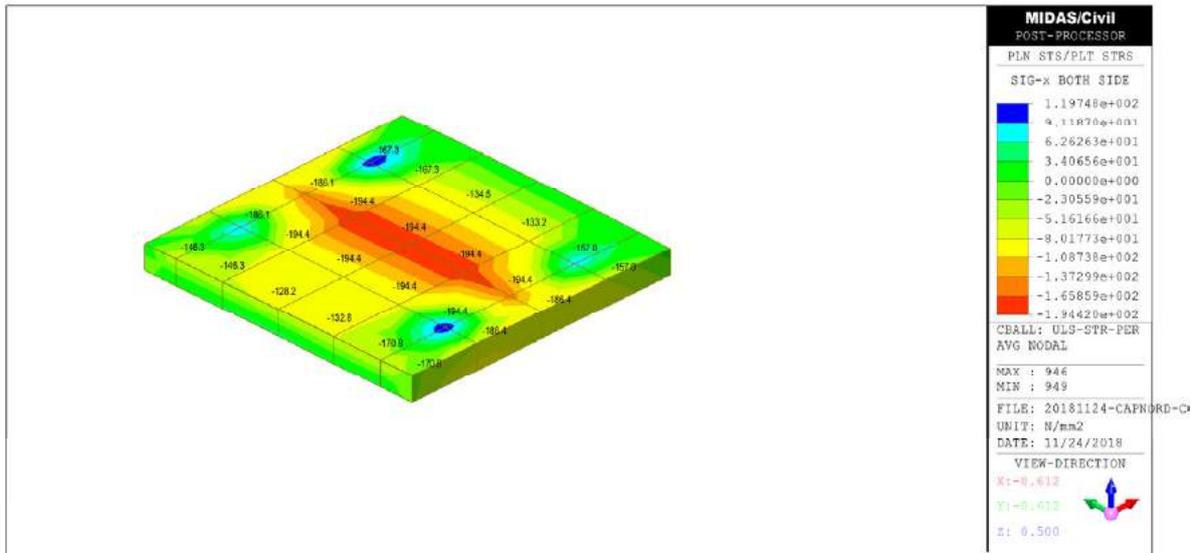


Figure 1.103 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_x dans la plaque d’appui à l’ELU

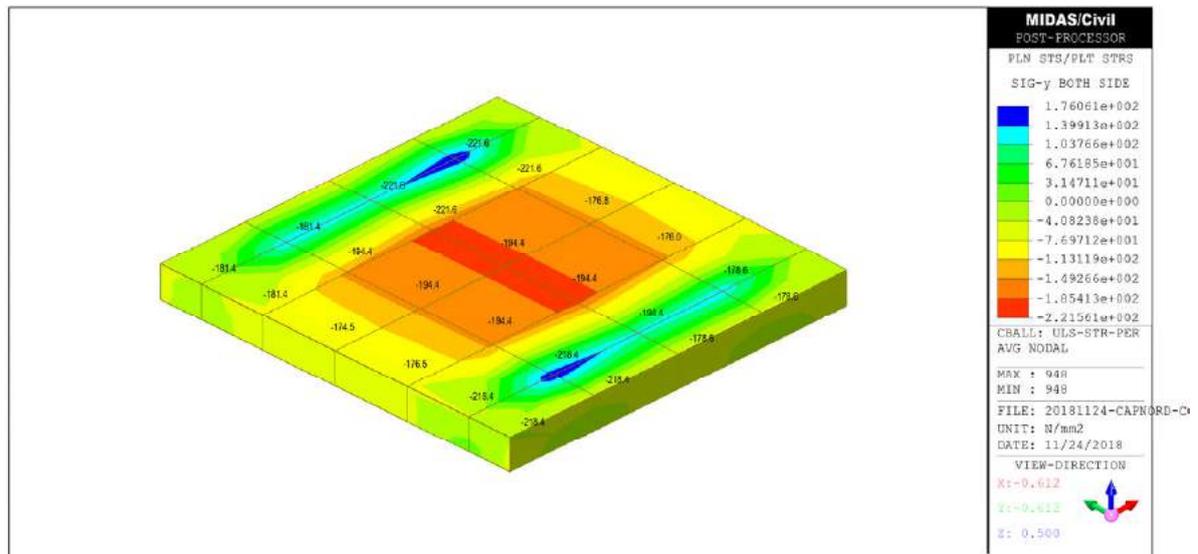


Figure 1.104 : Passerelle Cap Nord – Contrainte σ_y dans la plaque d’appui à l’ELU

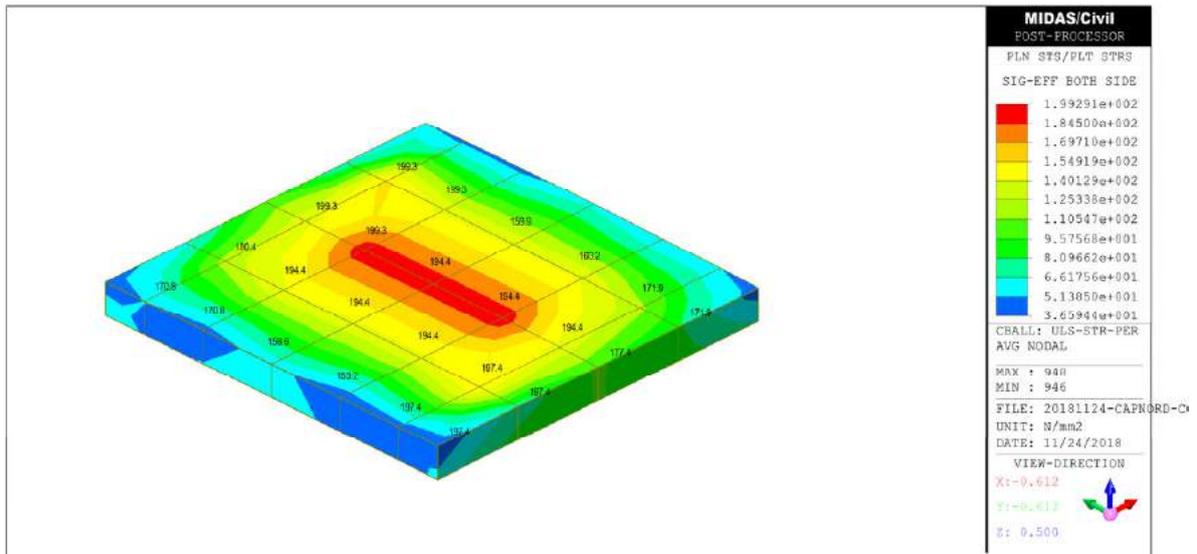


Figure 1.105 : Passerelle Cap Nord – Contrainte ovnomises dans la plaque d’appui à l’ELU

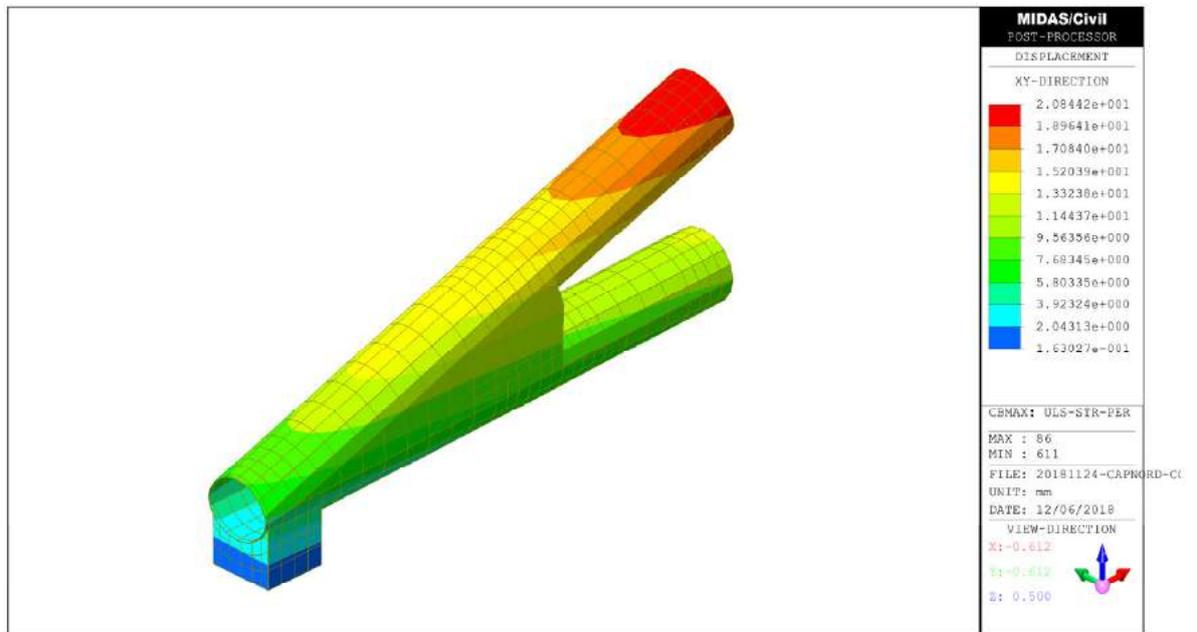


Figure 1.106 : Passerelle Cap Nord – Déplacements maximum à l’ELU (1/2)

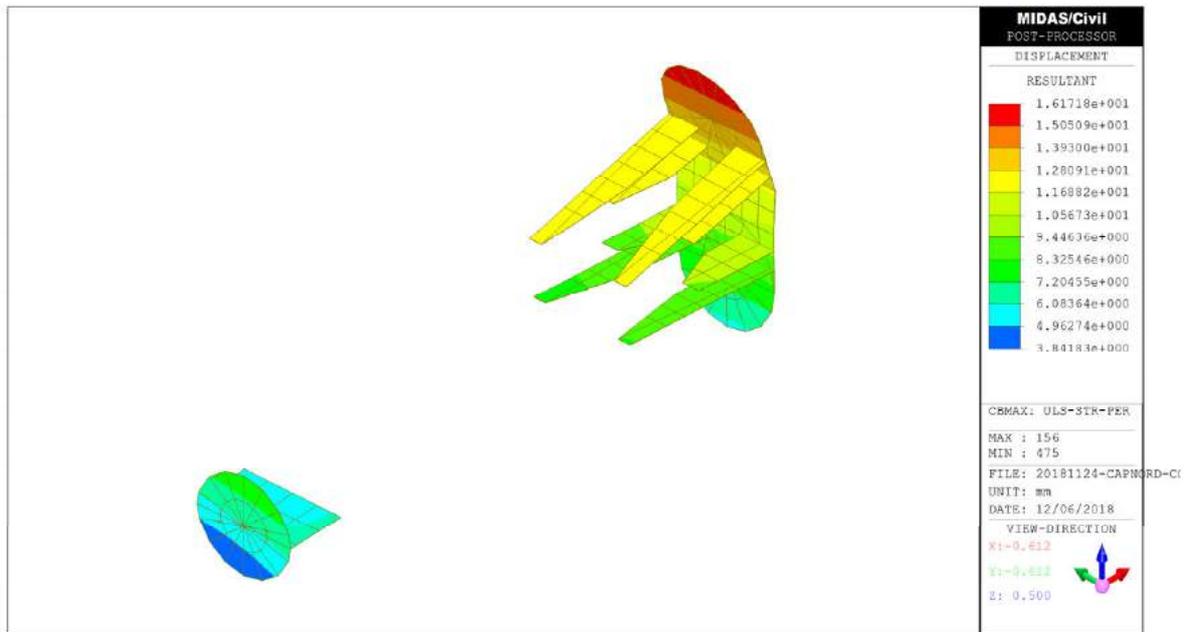


Figure 1.107 : Passerelle Cap Nord – Déplacements maximum à l’ELU (2/2)

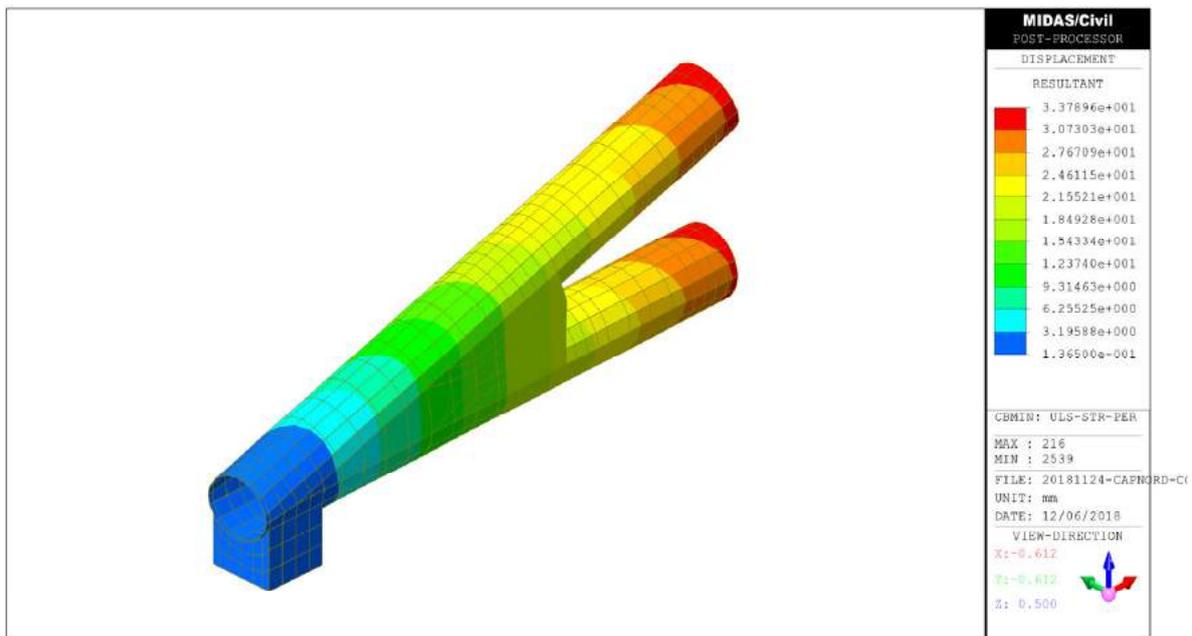


Figure 1.108 : Passerelle Cap Nord – Déplacements minimum à l’ELU (1/2)

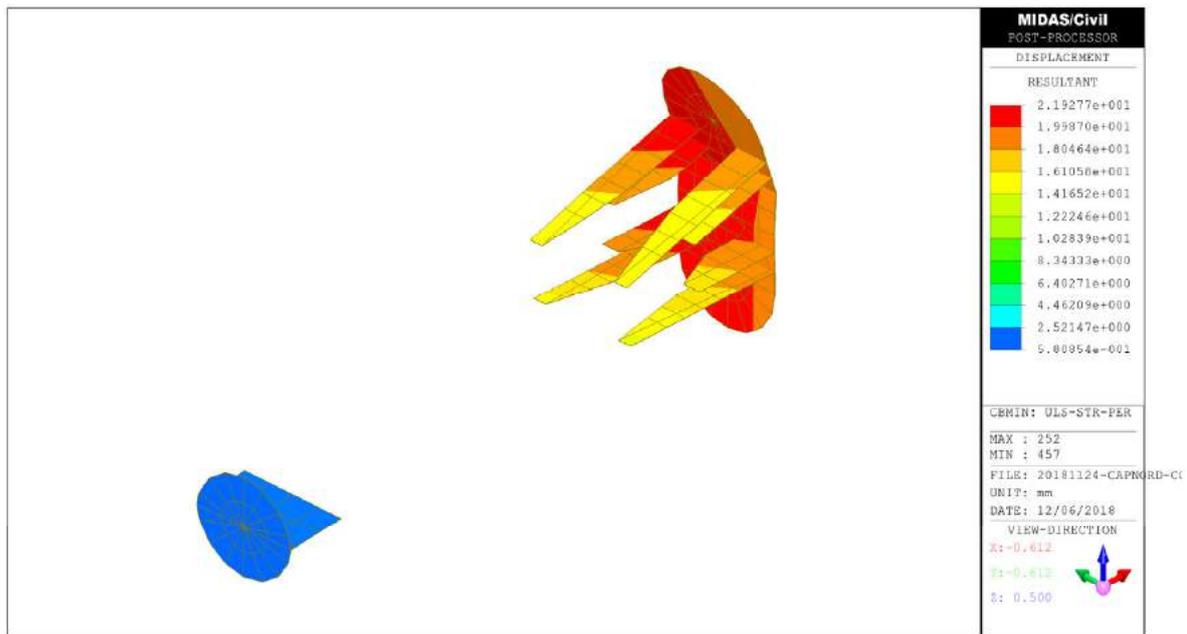


Figure 1.109 : Passerelle Cap Nord – Déplacements minimum à l'ELU (2/2)

Conception

La conception a été menée suivant l'Eurocode, les annexes nationaux français, les guides techniques et les règles de bonnes pratiques propres aux structures de ponts et de passerelles.

Tableau 1.13 : Passerelles - Résumé de la conception des tabliers

Analyse	États limites	Vérification	Critères de vérification
Analyse statique linéaire	ELS caractéristiques (ELS CAR)	<p>Limiter la plastification excessive, les déformations permanentes et excessives ne respectant pas la géométrie prévue pour la structure.</p> <p>Limiter les ondulations, le souffle et la perte de rigidité (flambement) des plaques.</p>	<p>- Limite des contraintes (CON)</p> <p>- Limite d'élancement des plaques (PL)</p>
	ELU durable (ELU)	Défaillance par déformation, formation de mécanisme, rupture ou perte d'équilibre global ou local.	<p>- Résistance structurale des sections (incluant le trainage en cisaillement et le flambement local) (RES)</p> <p>- Résistance au flambement des sections (FLAMB)</p> <p>- Résistance des connexions (CNX)</p>
Analyse dynamique linéaire	ELS vibration (ELS VIB)	Limiter les vibrations excessives dues au trafic et pouvant impacter le confort des usagers.	- Limite de l'accélération de la structure sous charge de trafic (VIB)
	ELU accidentelle (ACC)	Défaillance par déformation, formation de mécanisme, rupture ou perte d'équilibre global ou local.	<p>- Résistance structurale des sections (incluant le trainage en cisaillement et le flambement local) (RES)</p> <p>- Résistance au flambement des sections (FLAMB)</p> <p>- Résistance des connexions (CNX)</p>

Analyse	États limites	Vérification	Critères de vérification
Analyse de flambement généralisé	ELU durable et accidentelle (ELU et ACC)	Défaillance des membrures et barres par instabilité globale	- Résistance au flambement des sections (FLAMB) - Définition d'un facteur de sécurité face au flambement global (GFLAMB)
Analyse statique linéaire	ELU transitoire (LIFT)	Défaillance des entretoises d'appuis et de leurs connexions lors du levage pour remplacement des appuis	- Résistance structurale des sections (incluant le traînage en cisaillement et le flambement local) (RES) - Résistance des connexions (CNX)

Les contraintes calculées à l'ELS et la vérification CON sont présentées dans le Tableau 1.14 pour la passerelle Cap Nord et dans le Tableau 1.15 pour la passerelle Riviera-Palmeraie.

Tableau 1.14 : Passerelles Cap Nord - Vérifications ELS (CON)

		Ed			CON			F.U.		
		Minimum / Maximum			Minimum / Maximum			Minimum / Maximum		
États limites	Membrure	a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.	c.
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	-	-	-
ELS CAR	Membrure supérieure	85 / 114	6 / 6	85 / 114	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.24 / 0.32	0.03 / 0.03	0.24 / 0.32
	Membrure inférieure	115 / 87	9 / 9	116 / 89	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.32 / 0.25	0.05 / 0.05	0.33 / 0.25
	Barres verticales	178 / 175	45 / 45	195 / 191	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.5 / 0.49	0.22 / 0.22	0.55 / 0.54
	Barres diagonales	53 / 57	7 / 7	54 / 57	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.15 / 0.16	0.03 / 0.03	0.15 / 0.16
	Entretoises courantes	92 / 95	16 / 16	92 / 95	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.26 / 0.27	0.08 / 0.08	0.26 / 0.27
	Entretoises d'appui	79 / 79	11 / 11	79 / 79	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.22 / 0.22	0.05 / 0.05	0.22 / 0.22
	Contreventements inf.	71 / 67	4 / 4	71 / 67	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.2 / 0.19	0.02 / 0.02	0.2 / 0.19
	Contreventements sup.	42 / 43	3 / 3	43 / 43	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.12 / 0.12	0.02 / 0.02	0.12 / 0.12

Légende : Ed = contraintes de calcul; CON = contraintes admissibles; F.U. = Facteurs d'utilisation

Tableau 1.15 : Passerelles Riviera-Palmeraie - Vérifications ELS (CON)

		Ed			CON			F.U.		
		Minimum / Maximum			Minimum / Maximum			Minimum / Maximum		
États limites	Membrure	a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.	c.
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	-	-	-
ELS CAR	Membrure supérieure	72 / 113	14 / 14	72 / 113	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.2 / 0.32	0.07 / 0.07	0.2 / 0.32
	Membrure inférieure	112 / 71	17 / 17	113 / 72	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.32 / 0.2	0.08 / 0.08	0.32 / 0.2
	Barres verticales	58 / 60	17 / 17	65 / 67	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.16 / 0.17	0.08 / 0.08	0.18 / 0.19
	Barres diagonales	139 / 124	5 / 5	139 / 124	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.39 / 0.35	0.03 / 0.03	0.39 / 0.35
	Entretoises d'appui	118 / 117	10 / 10	119 / 117	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.33 / 0.33	0.05 / 0.05	0.33 / 0.33
	Entretoises courantes	177 / 179	23 / 23	177 / 179	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.5 / 0.5	0.11 / 0.11	0.5 / 0.5
	Contreventements inf.	87 / 76	14 / 14	90 / 79	355 / 355	205 / 205	355 / 355	0.24 / 0.21	0.07 / 0.07	0.25 / 0.22

Légende : Ed = contraintes de calcul; CON = contraintes admissibles; F.U. = Facteurs d'utilisation

Les effets de la combinaison des actions à l'ELU et l'ACC ainsi que la résistance (RES et FLAMB) de calculs des membrures et des barres sont présentés dans le Tableau 1.16 et le Tableau 1.17. Les calculs des détails des entretoises d'appuis, ou entretoises de levage, sont présentés dans la note de calcul complète et ne sont pas répétés ici.

Les accélérations subies par la structure lors du passage des piétons créant un phénomène de résonance ainsi que les accélérations limites fixées par la classe d'utilisation et le niveau de confort définis sont présentées dans le Tableau 1.9 et le Tableau 1.10 et correspondent à la vérification à l'ELS vibration (VIB). Les accélérations verticales calculées de $0,40\text{m/s}^2$ pour la passerelle Cap Nord et de $0,22\text{m/s}^2$ pour la passerelle Riviera-Palmeraie sont inférieures à l'accélération limite de $0,5\text{m/s}^2$ et le critère de confort maximal est donc respecté. Les accélérations horizontales sont également nettement inférieures aux limites admissibles et ne sont pas des facteurs contrôlant la conception.

En ce qui concerne la résistance au flambement généralisé (GFLAMB), les compressions obtenues par l'analyse statique sous poids propre sont multipliées par le coefficient de sécurité obtenu de l'analyse de flambement généralisé pour obtenir la force de compression maximale admissible dans les membrures. Nous obtenons ainsi, pour la membrure supérieure, une valeur de $263 * 45,68 = 12014\text{kN}$ pour la passerelle Cap Nord et de $194 * 44,58 = 8649\text{kN}$ pour la passerelle Riviera-Palmeraie (valeurs nettement supérieures aux efforts subis par cette membrure à l'ELU) qui a permis de calculer la longueur de flambement équivalente utilisée dans les calculs de résistance (FLAMB).

Les efforts maximaux obtenus des analyses statique linéaire et dynamique linéaire sont également utilisés pour les vérifications des connexions telles que recommandées dans l'Eurocode 1993-1-8. Les connexions seront toutes des connexions soudées entre membrures évidées CHS (profil creux circulaire) et/ou RHS (profil creux rectangulaire) en appliquant autant que possible le concept d'assemblage avec espacement pour faciliter la construction. Lorsque des assemblages avec recouvrement sont utilisés, la barre avec l'épaisseur la plus faible et la largeur la plus faible recouvre l'autre barre. L'inclinaison minimum des barres par rapport aux membrures et aux autres barres d'une même connexion a été limitée à 30 degrés. Enfin, toutes les barres auront des sections de classe 1 ou 2.

Afin de respecter les espacements/recouvrements minimaux prescrit par l'Eurocode 1993-1-8, une excentricité entre le nœud (croisement des barres) et la membrure sera parfois nécessaire. Cette excentricité crée des efforts supplémentaires qui sont pris en compte dans les calculs des connexions lorsque l'excentricité dépasse les limites fixées par la norme ($e \leq 0,25$ fois le diamètre de la membrure). Pour simplifier la procédure et afin d'obtenir les résultats les plus précis possibles, l'excentricité des nœuds a été directement considérée dans le modèle en ajoutant une excentricité aux membrures

Le facteur d'utilisation maximal pour les assemblages barres/membrures sans renforcement est de 0,57 pour la passerelle Cap Nord et de 0,72 (0,9 pour la connexion d'appui) pour la passerelle Riviera-Palmeraie (l'ensemble des calculs sont présentés dans la note de calculs et ne sont pas répétés ici). Des connexions représentatives des passerelles sont montrées de la Figure 1.110 à la Figure 1.116.

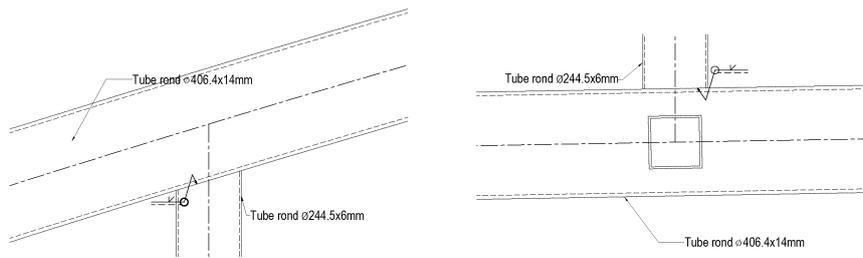


Figure 1.110 : Passerelle Cap Nord – Connexion type T/Y

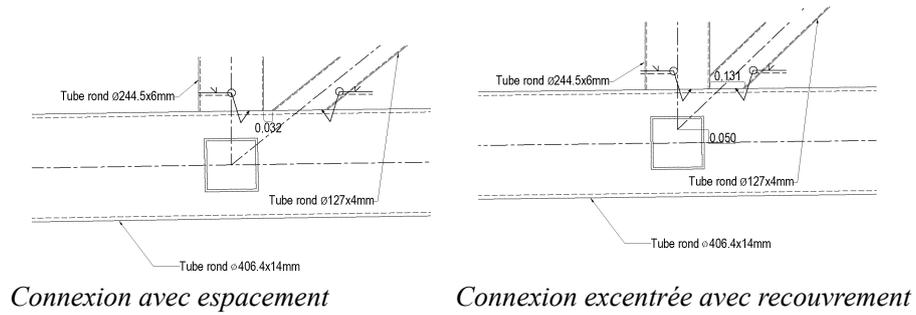


Figure 1.111 : Passerelle Cap Nord – Connexion type K/N

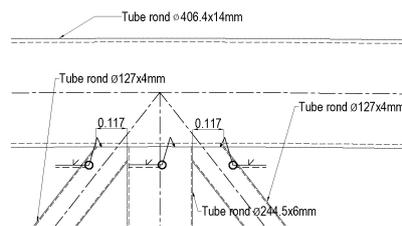


Figure 1.112 : Passerelle Cap Nord – Connexion type KT/K/N avec recouvrement

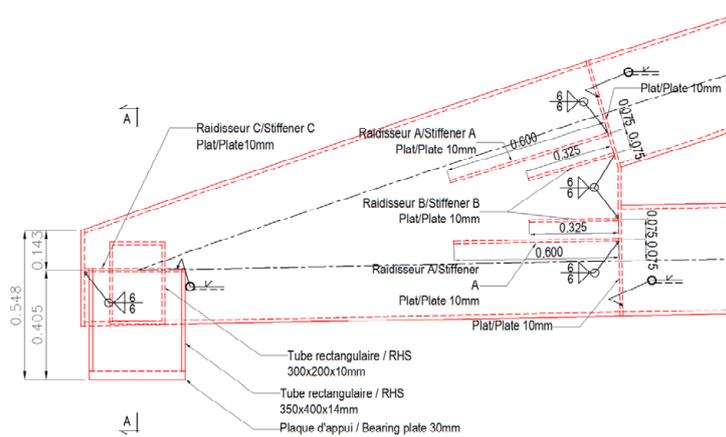


Figure 1.113 : Passerelle Cap Nord – Connexion entre les membrures supérieures et inférieures

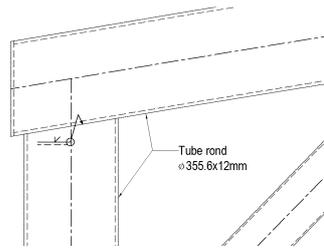


Figure 1.114 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Connexion d'extrémité type T/Y

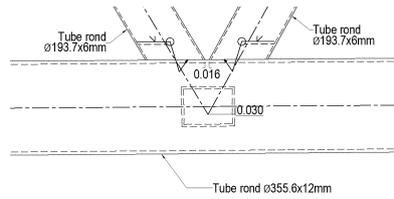


Figure 1.115 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Connexion excentrée type K/N avec espacement

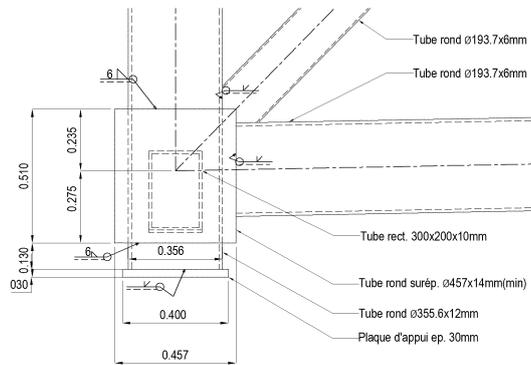


Figure 1.116 : Passerelle Riviera-Palmeraie – Connexion type T/Y avec recouvrement

Tableau 1.16 : Passerelle Cap Nord – Vérifications ELU et ACC (RES et FLAMB)

États limites	Membre	Ed										RES et FLAMB										F.U.														
		Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum									
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	N _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	T _{Ed}	N _{Res}	M _{Res}	V _{Res}	T _{Res}	N _{FLAMB}	M _{FLAMB}	V _{FLAMB}	T _{FLAMB}	N _{FU}	M _{FU}	V _{FU}	T _{FU}	N _{Res}	M _{Res}	V _{Res}	T _{Res}	N _{FLAMB}	M _{FLAMB}	V _{FLAMB}	T _{FLAMB}	N _{FU}	M _{FU}	V _{FU}	T _{FU}	
ELU	Membre supérieure	-341/-1763	96/2	32/0	42/0	16/0	25/0	6127/6127	765/765	2204/2204	2200/2212	1202/1202	765/661	3988/3988	N/A/0.29	0.06/0.05	0.02/0.02	0.04/0.01	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	0.09/0.044	0.02/0.02	0.04/0.04	0.02/0.02	0.02/0.02	0.05/0.05	0.02/0.02	0.04/0.04	0.02/0.02	0.02/0.02	0.09/0.044	0.02/0.02	0.04/0.04	0.02/0.02	0.09/0.044
	Membre inférieure	1793/136	104/2	42/0	28/0	14/0	30/0	6127/6127	765/765	2170/2167	2170/2213	1202/1202	678/678	6127/6127	0.29/0.02	N/A/N/A	0.04/0.02	0.05/0.05	0.02/0.02	0.03/0.03	0.03/0.03	N/A/N/A	0.02/0.02	0.04/0.04	0.02/0.02	0.03/0.03	0.04/0.04	0.02/0.02	0.04/0.04	0.02/0.02	N/A/N/A	0.02/0.02	0.04/0.04	0.02/0.02	N/A/N/A	
	Barres verticales	98/2	61/0	132/0	29/0	12/0	3/0	1596/1596	121/121	575/575	140/140	1596/1596	140/140	1596/1596	0.06/0.0	N/A/N/A	0.24/0.17	0.11/0.11	0.23/0.23	0.01/0.01	0.23/0.23	N/A/N/A	0.24/0.17	0.11/0.11	0.23/0.23	0.01/0.01	0.21/0.21	0.08/0.08	0.04/0.04	0.04/0.04	N/A/N/A	0.08/0.04	0.04/0.04	0.04/0.04	N/A/N/A	
	Barres diagonales	62/-82	1/0	0/0	2/0	1/0	0/0	549/549	21/21	199/199	199/198	623/623	34/34	25/26	172/218	0.11/0.15	N/A/N/A	0.09/0.04	0/0	0/0	0/0	0/0	N/A/N/A	0.09/0.04	0/0	0/0	0/0	0.08/0.08	0.04/0.04	0.04/0.04	0.04/0.04	N/A/N/A	0.08/0.04	0.04/0.04	0.04/0.04	N/A/N/A
	Entretoises courantes	-14/-68	43/6	60/0	9/0	5/0	2/0	2181/2181	133/133	623/623	623/623	209/209	172/172	2181/2181	N/A/0.01	0.07/0.01	0.03/0.03	0.07/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.07/0.01	0.03/0.03	0.07/0.01	0.01/0.01	0.05/0.05	0.03/0.03	0.03/0.03	0.03/0.03	0.01/0.01	0.05/0.03	0.03/0.03	0.03/0.03	0.01/0.01
	Entretoises d'appui	62/-77	60/8	42/0	37/0	49/0	6/0	3408/3408	275/275	768/768	1152/1166	391/391	359/359	3408/3408	0.02/0.02	N/A/0.02	0.13/0.21	0.08/0.01	0.08/0.01	0.04/0.04	0.01/0.01	0.08/0.04	N/A/N/A	0.13/0.21	0.08/0.01	0.08/0.04	0.01/0.01	0.1/0.18	0.18/0.02	0.18/0.02	0.18/0.02	N/A/N/A	0.18/0.02	0.18/0.02	0.18/0.02	N/A/N/A
	Contreventements inf.	100/-77	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	393/393	12/12	141/142	141/142	19/19	11/11	11/12	218/218	0.25/0.2	N/A/N/A	0.03/0.02	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	N/A/N/A	0.03/0.02	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.04/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	N/A/N/A	0.04/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	N/A/N/A
	Contreventements sup.	-9/-38	13/1	6/0	14/1	7/0	1/0	1596/1596	121/121	582/582	582/582	190/190	145/143	1596/1596	N/A/0.01	0.12/0.06	0.06/0.06	0.02/0.02	0.02/0.02	0/0	0/0	0/0	0.01/0.01	0.12/0.06	0.06/0.06	0.02/0.02	0.02/0.02	0.1/0.1	0.05/0.05	0.05/0.05	0.05/0.05	0.01/0.01	0.05/0.05	0.05/0.05	0.05/0.05	0.01/0.01
	Membre supérieure	1587	71/5	22/0	22/3	7/1	13/1	6127/6127	765/765	2227/2236	2236/2231	1202/1202	910/684	6127/6127	N/A/N/A	0/0.26	0.03/0.01	0.03/0.01	0.03/0.01	0.01/0.01	0.03/0.01	0.01/0.01	0/0.4	0.03/0.01	0.01/0.01	0.03/0.01	0.01/0.01	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	0.01/0.01	0/0.4	0.02/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0/0.4
	Membre inférieure	1622/-40	74/5	30/0	6/1	3/0	15/1	6127/6127	765/765	2213/2213	2213/2240	1202/1202	715/918	6127/6127	0.26/0.01	N/A/0.01	0.01/0.01	0.03/0.03	0.03/0.03	0.01/0.01	0.03/0.03	0.01/0.01	N/A/0.01	0.01/0.01	0.03/0.03	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	N/A/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	N/A/0.01	
	Barres verticales	92/-13	52/0	114/0	13/1	5/1	1/0	1596/1596	121/121	581/581	581/201	190/34	146/146	1596/1596	0.06/0.06	N/A/0.01	0.11/0.01	0.09/0.09	0.09/0.09	0.01/0.01	0.09/0.09	N/A/0.01	0.11/0.01	0.09/0.09	0.02/0.02	0.01/0.01	0.09/0.09	0.01/0.01	0.09/0.09	0.01/0.01	0.09/0.09	0.01/0.01	0.09/0.09	0.01/0.01	N/A/0.01	
	Barres diagonales	31/-91	1/0	0/0	1/0	0/0	0/0	549/549	21/21	200/200	200/200	34/34	25/25	549/238	0.06/0.17	N/A/0.17	0.04/0.01	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	N/A/0.17	0.04/0.01	0/0	0/0	0.03/0.03	0.01/0.01	0.03/0.03	0.01/0.01	0.03/0.03	0.01/0.01	0.03/0.03	0.01/0.01	N/A/0.17	
Entretoises courantes	5/-53	19/7	25/0	4/0	2/0	1/0	2181/2181	133/133	627/626	627/626	209/209	175/171	2181/2181	0/N/A	N/A/0.02	0.03/0.02	0.03/0.02	0.03/0.02	0.01/0.01	0.03/0.02	0/0	N/A/0.02	0.03/0.02	0.03/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	N/A/0.02			
Entretoises d'appui	23/-39	37/16	20/5	7/3	4/2	2/1	3408/3408	275/275	780/785	1177/391	365/365	282/282	3408/3408	N/A/0.01	0.01/0.01	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	N/A/0.01	0.01/0.01	0.02/0.02	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	0.01/0.01	0.02/0.02	N/A/0.01			
Contreventements inf.	53/-29	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	393/393	12/12	143/144	143/144	19/19	13/14	14/15	393/218	0.14/0.07	N/A/0.07	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	N/A/0.07	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	N/A/0.07	0.01/0.01	0.01/0.01	N/A/0.07		
Contreventements sup.	-14/-16	3/1	2/0	7/2	3/1	0/0	1596/1596	121/121	585/586	585/586	190/190	145/145	1596/1596	N/A/0.01	0.02/0.01	0.03/0.03	0.03/0.03	0.03/0.03	0.01/0.01	0.03/0.03	0/0	N/A/0.01	0.03/0.03	0.03/0.03	0.01/0.01	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.02	N/A/0.01			

Légende : Ed = Effet de la combinaison des actions; RES et FLAMB= Résistance des sections (incluant résistance au flambement local); F.U. = Facteurs d'utilisation

Tableau 1.17 : Passerelle Riviera-Palmeraité – Vérifications ELU et ACC (RES et FLAMB)

États limites	Ed													RES et FLAMB													F.U.												
	Minimum/ Maximum						Minimum/ Maximum						Minimum/ Maximum						Minimum/ Maximum						Minimum/ Maximum						Minimum/ Maximum								
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Ni,red	Ni,red	Mp1,red	Mp2,red	Mp3,red	Vp1,red	Vp2,red	Tred	Ni,red	Ni,red	Mp1,red	Mp2,red	Mp3,red	Vp1,red	Vp2,red	Tred	Ni,red	Ni,red	Mp1,red	Mp2,red	Mp3,red	Vp1,red	Vp2,red	Tred	Ni,red	Ni,red	Mp1,red	Mp2,red	Mp3,red	Vp1,red	Vp2,red	Tred	
Membrane supérieure	-15/-1701	79/1	66/0	21/0	7/0	23/1	4598/4598	4598/4598	503/503	503/503	1615/1615	790/790	597/597	597/597	4598/4598	N/A/N/A	0/0.37	0.04/0	0.01/0	0.05/0	0.04/0	0.03/0	0.04/0	0.01/0	0.03/0	0.03/0	0.04/0	0.01/0	0.03/0	0.04/0	0.01/0	0.03/0	0.04/0	0.01/0	0.03/0				
Membrane inférieure	1709/-107	57/3	29/0	37/0	17/0	41/0	4598/4598	4598/4598	503/503	1540/1540	790/790	543/543	484/484	478/478	4598/4598	N/A/N/A	0/0.02	0.07/0	0.03/0	0.04/0	0.02/0	0.05/0	0.07/0	0.06/0.02	0.02/0.01	0.06/0.02	0.02/0.01	0.06/0.02	0.02/0.01	0.06/0.02	0.01/0.01	0.06/0.02	0.01/0.01	0.06/0.02					
Bares verticales	-14/-83	79/3	102/35	35/6	8/2	17/5	4598/4598	4598/4598	503/503	1630/1630	455/455	118/118	58/88	595/595	4598/4598	N/A/N/A	0/0.02	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.05/0	0.02/0	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.05/0	0.02/0	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.05/0	0.02/0	0.08/0	0.04/0	0.02/0				
Bares diagonales	454/-502	8/0	8/0	6/0	3/0	1/0	1256/1256	1256/1256	75/75	75/75	455/455	456/456	997/997	997/997	1256/1256	N/A/N/A	0.4	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.02/0	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.02/0	0.08/0	0.04/0	0.02/0	0.02/0					
Entretoises d'appui	61/-52	103/21	41/0	30/0	43/0	4/0	3408/3408	3408/3408	275/275	231/231	772/772	391/391	361/361	279/279	3408/3408	N/A/N/A	0.02	0.11/0	0.19/0	0.13/0.03	0.03/0	0.03/0	0.11/0	0.19/0	0.13/0.03	0.03/0	0.03/0	0.11/0	0.19/0	0.13/0.03	0.03/0	0.03/0	0.11/0	0.19/0	0.13/0.03				
Entretoises courantes	-5/-53	60/3	67/0	6/0	3/0	1/0	1897/1897	1897/1897	93/93	106/106	624/624	465/465	155/155	140/140	1897/1897	N/A/N/A	0/0.03	0.06/0	0.03/0	0.1/0	0.14/0	0.01/0	0.06/0	0.03/0	0.1/0	0.14/0	0.01/0	0.06/0	0.03/0	0.1/0	0.14/0	0.01/0	0.06/0	0.03/0					
Contreventement inf.	79/-69	2/0	1/0	0/0	0/0	1/0	393/393	393/393	12/12	12/12	133/133	133/133	19/19	12/12	208/208	N/A/N/A	0.18	0.04/0	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.05/0.01	0.04/0	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.05/0.01	0.04/0	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.05/0.01	0.04/0	0.03/0	0.02/0				
Membrane supérieure	32/-1546	62/9	53/0	11/1	3/0	12/1	4598/4598	4598/4598	503/503	1651/1651	790/790	605/605	440/440	403/403	4598/4598	N/A/N/A	0.34	0.02/0	0.01/0	0.04/0.01	0.03/0	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.04/0.01	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.04/0.01	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.04/0.01	0.03/0	0.02/0				
Membrane inférieure	1588/-71	45/11	23/0	10/0	4/0	21/1	4598/4598	4598/4598	503/503	1648/1648	1656/1656	790/790	598/598	601/601	4598/4598	N/A/N/A	0.02	0.02/0	0.01/0	0.03/0.01	0.03/0	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.03/0.01	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.03/0.01	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.03/0.01	0.03/0	0.02/0				
Bares verticales	-1/-68	62/26	79/72	18/12	3/2	10/9	4598/4598	4598/4598	503/503	1655/1655	459/459	118/118	63/81	597/597	4598/4598	N/A/N/A	0/0.01	0.03/0.02	0.01/0	0.04/0.02	0.04/0.02	0.04/0.02	0.02/0	0.01/0	0.04/0.02	0.04/0.02	0.02/0	0.01/0	0.04/0.02	0.04/0.02	0.02/0	0.01/0	0.04/0.02	0.04/0.02					
Bares diagonales	383/-421	7/0	6/0	3/0	1/0	1/0	1256/1256	1256/1256	75/75	75/75	459/459	459/459	63/81	63/60	1256/1256	N/A/N/A	0.34	0.04/0	0.01/0	0.02/0	0.01/0	0.02/0	0.04/0	0.01/0	0.02/0	0.01/0	0.04/0	0.01/0	0.02/0	0.01/0	0.04/0	0.01/0	0.02/0	0.01/0					
Entretoises d'appui	35/-33	54/32	21/5	7/4	4/2	2/1	3408/3408	3408/3408	275/275	231/231	779/779	1169/1169	364/364	282/282	3408/3408	N/A/N/A	0.01	0.03/0.01	0.02/0	0.07/0.04	0.07/0.04	0.07/0.04	0.02/0	0.01/0	0.07/0.04	0.02/0	0.01/0	0.07/0.04	0.02/0	0.01/0	0.07/0.04	0.02/0	0.01/0	0.07/0.04					
Entretoises courantes	13/-54	26/5	27/0	4/0	2/0	1/0	1897/1897	1897/1897	93/93	106/106	625/625	468/468	155/155	141/141	1897/1897	N/A/N/A	0.03	0.04/0	0.02/0	0.04/0.01	0.04/0.01	0.04/0.01	0/0	0.06/0	0/0	0.04/0.01	0/0	0.06/0	0/0	0.04/0.01	0/0	0.06/0	0/0	0.04/0.01					
Contreventement inf.	56/-45	2/0	1/0	0/0	0/0	0/0	393/393	393/393	12/12	12/12	140/140	140/140	19/19	13/14	393/393	N/A/N/A	0.11	0.02/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.02/0.01	0.02/0.01	0.01/0	0.01/0	0.02/0.01	0.02/0.01	0.01/0	0.02/0.01	0.02/0.01	0.01/0	0.02/0.01	0.02/0.01						

Légende : Ed = Effet de la combinaison des actions; RES et FLAMB= Résistance des sections (incluant résistance au flambement local); F.U. = Facteurs d'utilisation

La connexion entre les membrures inférieures et supérieures du tablier métallique de la passerelle Cap Nord n'entrant pas dans le cadre de la norme NF EN 1993-1-8, un modèle aux éléments finis (MEF) a été utilisé en représentant la pièce de liaison servant à la connexion de ces deux membrures principales par des éléments plaques.

Pour le calcul des plaques, il faut tenir compte des effets de trainage en cisaillement et de voilement local pour définir une aire efficace dans le cas usuel. Cependant, l'élément à l'étude est un élément non uniforme et l'article 2.5. de la norme NF EN 1993-1-5 est alors applicable avec l'annexe C de la même norme.

Les vérifications seront menées principalement aux états limites ultimes pour ce modèle local car les états limites de services n'ont de sens pratique que pour la structure complète et ont déjà été vérifiés.

Pour les vérifications en service, seules les contraintes directes aux fibres extrêmes (critère Von Mises top et bottom des éléments plaques) obtenues de l'analyse MEF (sans diminution de l'aire efficace) seront limitées par les conditions de l'article 7.3 de la norme NF EN 1993-2.

Pour les vérifications à l'ultime, les contraintes à la fibre moyenne (critère de Von Mises moyen) dans les plaques seront limitées par la contrainte de voilement en compression si applicable (c'est-à-dire pour des sections de classes 3 ou 4), et par la contrainte élastique ($\sigma_{Ed} < f_{y,d}$) et par la déformation de membrane, $\varepsilon < 5\%$, en traction.

Le trainage en cisaillement apparaît lors du transfert d'une contrainte longitudinale d'une plaque par cisaillement à une autre plaque dans un plan différent d'un même assemblage et n'est pas critique dans notre cas au vu du comportement de l'assemblage. Le trainage en cisaillement est toutefois automatiquement obtenu de l'analyse MEF via la distribution des contraintes.

Pour prendre en compte le phénomène de voilement des plaques pour les éléments de classe supérieure à 2, la méthode proposée par l'article 4 de la norme NF EN 1993-1-5 sera utilisée en calculant une aire efficace sur laquelle l'intégralité des efforts s'applique.

Il a déjà été démontré que les membrures et les barres sont des sections de classe 1 ou 2 et ne sont donc pas sujettes au voilement. Les classes des plaques formant la connexion sont toutes de classe 2 et le voilement des faces ne sera pas l'élément contrôlant la conception. Des parois d'épaisseurs plus faibles pourraient être utilisées en plaçant des raidisseurs mais le travail de soudure étant délicat et coûteux, des épaisseurs plus importantes ont été choisies.

Les effets de la combinaison des actions à l'ELS et à l'ELU ainsi que les critères de résistance (RES et FLAMB) de calculs des plaques de la connexion entre les membrures supérieure et inférieure de la passerelle Cap Nord sont présentés dans le Tableau 1.18 et dans le Tableau 1.19 respectivement.

Tableau 1.18 : Passerelles Cap Nord – Résumé des contraintes dans le modèle local - ELS

Emplacement de la Plaque	Contrainte nominale axiale	Limite $f_y / \gamma_{M, serv}$	Contrainte nominale de cisaillement	Limite $f_y / \sqrt{3} \gamma_{M, serv}$	Contrainte de Von Mises	Limite $f_y / \gamma_{M, serv}$
Tube creux sup.	-157	355.00	30	204.95	142	355.00
Tube creux inf.	118	355.00	-26	204.95	122	355.00
Plaques d'about	150	355.00	39	204.95	132	355.00
Raidisseurs	120	355.00	-48	204.95	129	355.00
Pièce de connexion	-222	355.00	-47	204.95	163	355.00
Piédestal	-110	355.00	-35	204.95	105	355.00
Plaque d'appui	-160	355.00	-25	204.95	144	355.00

Tableau 1.19 : Passerelles Cap Nord – Résumé des contraintes dans le modèle local - ELU

Emplacement de la Plaque	Contrainte nominale axiale	Limite compression f_y / γ_{M1}	Limite traction f_y / γ_{M2}	Déformation de membrane	Longueur	Limite $\epsilon < 5\%$
Tube creux sup.	160/-121	-322.73	284	3.8mm	1245mm	0.3%
Tube creux inf.	99/-188	-322.73	284	1.4mm	1127mm	0.1%
Plaques d'about	190/-205	-322.73	284	1.4mm	954mm	0.1%
Raidisseurs	190/-199	-322.73	284	1.9mm	600mm	0.3%
Pièce de connexion	238/-307	-322.73	284	6.4mm	1979mm	0.3%
Piédestal	170/-180	-322.73	284	0.2mm	412mm	0.1%
Plaque d'appui	176/-222	-322.73	284	-	-	-

Les résultats sont tous tirés directement de l'analyse par la méthode des éléments finis (MIDAS CIVIL) pour les efforts concomitants seulement.

Il faut noter que les mêmes combinaisons utilisées pour le calcul de la résistance des éléments ont été utilisés pour les vérifications de la connexion.

Conclusion de la conception des tabliers

La situation de calculs contrôlant la conception des deux passerelles est l'ELS de limitation des vibrations (accélérations verticales admissibles). Les autres vérifications structurales ayant montré une marge sécurité importante.

Il faut noter que la réduction de l'épaisseur de la section de la membrure inférieure tendue habituellement favorisée pour les treillis n'a pas pu être appliquée car aurait diminué l'inertie du treillis et donc la rigidité en flexion impactant directement les fréquences propres, soit l'accélération de la structure. Ceci explique le fait que les membrures supérieures et inférieures ont été choisies avec des sections d'épaisseurs identiques.

Les membrures et les barres du treillis ne sont que très peu sollicitées avec des facteurs d'utilisation maximaux de 0.5 à l'ELS et de 0.44 à l'ELU pour la passerelle Cap Nord et de 0.5 à l'ELS et de 0.57 à l'ELU pour la passerelle Riviera-Palmeraie.

L'ensemble des connexions pour les deux passerelles présentent une résistance de calcul suffisante et ce sans plaque de renfort ce qui facilitera grandement la construction.

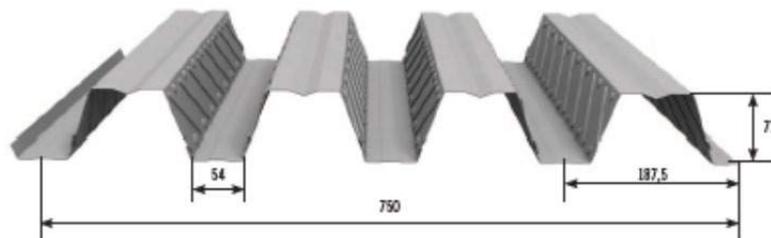
La totalité de la conception a été réalisée en développant des outils de calculs basés sur l’Eurocode et les annexes nationaux français ainsi que sur les guides de conception du SETRA spécifiquement pour ce projet. Une vérification des calculs a ensuite été réalisée avec le logiciel de calcul MIDAS CIVIL en fonction de l’Eurocode.

1.2 Dalle et équipements

Dalle

La dalle en béton prévue est une dalle collaborante simplement appuyée sur les entretoises courantes et sur l’entretoise d’appui mobile. Les mouvements de la dalle en béton seront restreints uniquement au niveau de l’entretoise d’appui fixe par des goujons de cisaillement soudés à celle-ci. Ces goujons sont dimensionnés pour reprendre principalement les effets des actions du trafic des piétons.

Les bacs en acier de la dalle collaborante seront galvanisés afin d’assurer une durabilité suffisante pour la structure et seront de type PCB80 avec une épaisseur de tôle de 1mm ou produit équivalent. Pour des portées maximales de 3200mm, et pour éviter le besoin d’étaie, une épaisseur de dalle en béton de 120mm, coulée directement sur les bacs en acier galvanisé servant de coffrage perdu, a été retenue. Les opérations de bétonnage de la dalle seront effectuées une fois la structure de tablier érigée sur les appareils d’appui temporaires. Les bacs en acier devront être munis d’encoches de cisaillement pour assurer un transfert des charges et pour éviter un décrochage du béton lors du retrait et du fluage.



Source : Catalogue PCB

Figure 1.117 : Passerelles – Bac en acier typique

Appareils d’appui

La passerelle étant une structure relativement légère et souple avec des déplacements horizontaux ainsi que des forces horizontales relativement importants, des appuis en élastomère frettés munis de blocage et/ou d’éléments glissants (PTFE) seront utilisés respectivement pour restreindre les mouvements de la structure et pour soulager les efforts. Les appareils d’appuis seront composés d’élastomères frettés de dimensions en millimètres « 200 x 250 x 6 (8+2) » (soit une hauteur totale de 60mm) avec les mouvements bloqués/autorisés, les rotations et les efforts présentés dans le Tableau 1.20.

Tableau 1.20 : Passerelles – Appareils d’appui (rotations et réactions à l’ELU)

Passerelle	Noeud	Type		Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)
Cap Nord	1	Appareil d’appui en élastomère avec dispositif d’arrêt selon les deux axes	Max	0.0006	0.0062	0.0008	530	141	571
			Min	-0.0018	-0.0034	-0.0008	-494	-139	139
	17	Appareil d’appui en élastomère avec élément de glissement suivant l’axe longitudinal du pont et blocage selon l’autre axe	Max	0.0009	0.0035	0.0012	0	77	568
			Min	-0.0019	-0.0063	-0.0012	0	-78	149
	35	Appareil d’appui en élastomère avec blocage selon l’axe longitudinal du pont	Max	0.0019	0.0063	0.0007	410	1	570
			Min	-0.0009	-0.0035	-0.0008	-436	-3	118
	51	Appareil d’appui en élastomère avec élément de glissement multidirectionnel	Max	0.002	0.0036	0.0012	0	0	569
			Min	-0.001	-0.0063	-0.0012	0	0	124
Riviera - Palmeraie	1	Appareil d’appui en élastomère avec dispositif d’arrêt selon les deux axes	Max	0.0008	0.0047	0.0008	364	116	490
			Min	-0.0033	-0.0026	-0.0006	-349	-118	109
	14	Appareil d’appui en élastomère avec élément de glissement suivant l’axe longitudinal du pont et blocage selon l’autre axe	Max	0.001	0.0027	0.001	0	68	488
			Min	-0.0034	-0.0047	-0.001	0	-67	116
	30	Appareil d’appui en élastomère avec blocage selon l’axe longitudinal du pont	Max	0.0034	0.0047	0.0005	261	2	489
			Min	-0.0013	-0.0026	-0.0007	-262	-3	122
	43	Appareil d’appui en élastomère avec élément de glissement multidirectionnel	Max	0.0035	0.0027	0.001	0	0	489
			Min	-0.0013	-0.0048	-0.001	0	0	123
<i>Rx : rotation selon l’axe de la passerelle Ry : rotation selon l’axe perpendiculaire à la passerelle Rz : rotation selon l’axe vertical</i>				<i>Fx : Réaction selon l’axe de la passerelle Fy : Réaction selon l’axe perpendiculaire à la passerelle Fz : Réaction selon l’axe vertical</i>					

Les appuis en élastomères frettés ont été conçus en accord avec les normes NF EN 1337-1, 1337-2 et 1337-3. Le changement des appuis est prévu sans circulation avec la combinaison suivante pour la vérification des entretoises d’appuis lors du levage : 1.35G.

Joint de dilatation

Le type de joint est déterminé en fonction du souffle total du pont défini comme le déplacement relatif maximal prévisible par rapport au point fixe. Le point fixe dépend des conditions d’appuis et est dans notre cas situé au centre ligne des appareils d’appui de l’appui fixe. Les mouvements horizontaux et les rotations permettant de dimensionner le joint sont le résultat de la température, du fluage, du retrait, du vent et de la

rotation due à la charge de trafic des piétons. Les mouvements verticaux sont dus aux rotations dues à la charge de trafic des piétons ainsi qu'au tassement élastique des appareils d'appui en élastomère.

Le souffle du joint est calculé à l'ELS (fréquent) et les conséquences des déplacements sur le système de joint retenu pour une température de pose $T_o = 20C$ (ou quelconque si le joint est réglable à la pose) sont obtenus à l'ELU. Les actions accidentelles (choc de véhicule sur les colonnes) sont négligées pour le calcul des joints. Les dilatations et les contractions de calculs sont résumées dans le Tableau 1.21.

Tableau 1.21 : Passerelles – Souffle du joint et déplacements maximaux (mm)

Déplacement		Cap Nord	Riviera-Palmeraie
ELS	Contraction	-14	-13
	Dilatation	26	23
	Total	40	36
ELU	Contraction	-17	-15
	Dilatation	39	35
	Total	56	50

Le joint de circulation des piétons a été sélectionné afin de permettre la dilatation des éléments, ne pas être source de danger, être bien ancré, être d'entretien facile et être d'un coût modéré. Un joint de type Wd60 avec plaque (voir catalogue freyssinet), ou équivalent, est donc proposé pour les passerelles.

1.3 Appuis et fondations

Modèle des appuis des passerelles

Les appuis des deux (2) passerelles ayant des géométries identiques avec pour seule différence notable les hauteurs de colonne (voir Tableau 1.22), le principe de modélisation pour les quatre (4) appuis est le même et ne sera présenté que pour un seul cas (appui fixe de la passerelle Cap Nord). Les résultats de la conception seront quant à eux présentés pour les quatre (4) appuis.

Tableau 1.22 : Passerelles – Hauteur des colonnes des appuis (m)

Appui	Colonne	Passerelle Cap Nord	Passerelle Riviera-Palmeraie
Fixe	PA1	5.83	6.59
	PA2	6.12	6.88
Mobile	PB1	5.83	6.01
	PB2	6.12	6.30

Une modélisation utilisant des éléments bi-dimensionnels (comportement de type poutre) avec une analyse dans les trois directions a été choisie. Le modèle des appuis représente les colonnes, le garde-grève et la dalle entre les colonnes comme des éléments de type poutre. Les chevêtres ont un analysé à l'aide de modèles poutres basés sur l'équilibre statique globale de l'appui et la passerelle.

Les réactions aux appareils d'appui venant de l'analyse de la passerelle (nœuds 14 et 15) ainsi que les réactions d'appui venant de l'analyse des escaliers (nœuds 16 et 17) sont appliquées à la position des points

d'appuis prévus à l'aide de connexions rigides afin de représenter adéquatement l'excentrement et la transmission de ces actions. Une vue isométrique du modèle des appuis est présenté dans la Figure 1.118.

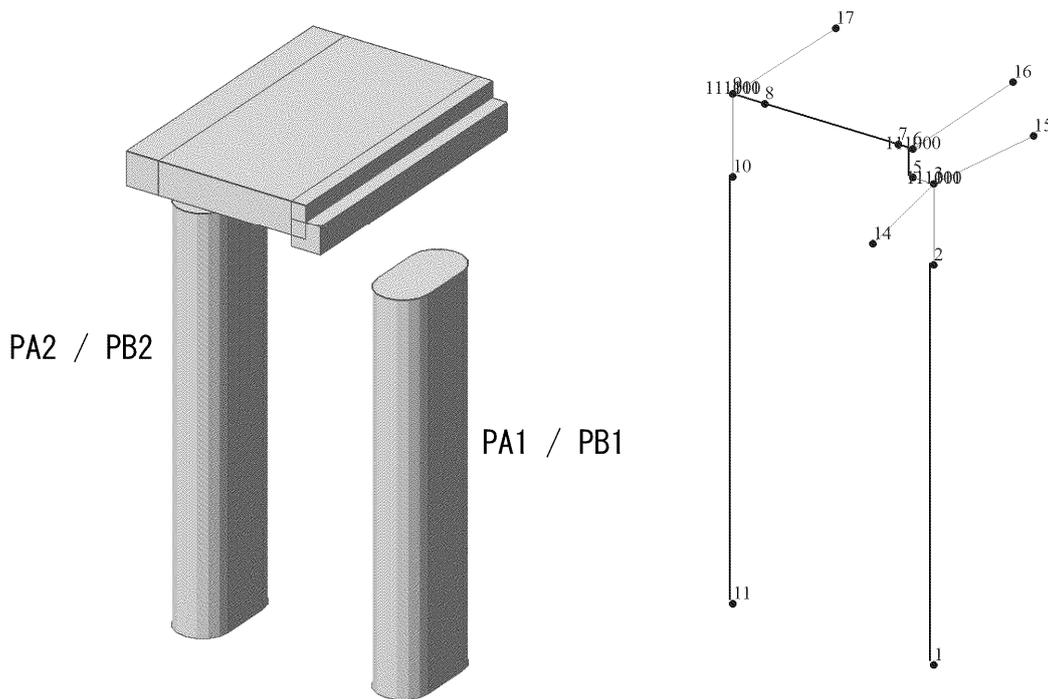


Figure 1.118 : Passerelles – Modèle des appuis

Les sections des éléments sont présentées dans le Tableau 1.23.

Tableau 1.23 : Passerelles – Propriétés de éléments du modèle des appuis

Section	Largeur x Hauteur (mm)	Aire (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Enrobage	Classe d'exposition	Matériaux
Colonnes	800 x 1600	1142655	1.58E+11	5.42E+10	50 mm	XS1	Béton armé : C30/35 Armature HA : 500MPa
Dalle	4300 x 500	2150000	1.66E+11	4.48E+10	50 mm	XS1	
Garde-greve	4300 x 450	1935000	1.22E+11	3.27E+10	50 mm	XS1	

Les colonnes sont considérées comme parfaitement encastées à leur base (nœuds 1 et 11) et les réactions obtenues de l'analyse des appuis seront ensuite reportées dans le modèle de calcul des fondations.

Modèle des fondations des appuis des passerelles

Le modèle des fondations est constitué d'éléments de type poutre pour représenter les pieux ainsi que la semelle pour la transmission des efforts entre les deux colonnes (c'est-à-dire entre les deux files de pieux sous-jacents). La transmission des efforts d'une colonne aux deux (2) pieux sous-jacents se fait par un système de poutre profonde et des éléments rigides (transférant déplacements et rotations) ont donc été utilisés pour répartir les efforts en fonction des rigidités géométriques du système de fondation. Un modèle bielle et tirant a ensuite été utilisé pour vérifier le comportement local de la semelle. Une vue isométrique du modèle de fondation est présenté sur la Figure 1.119.

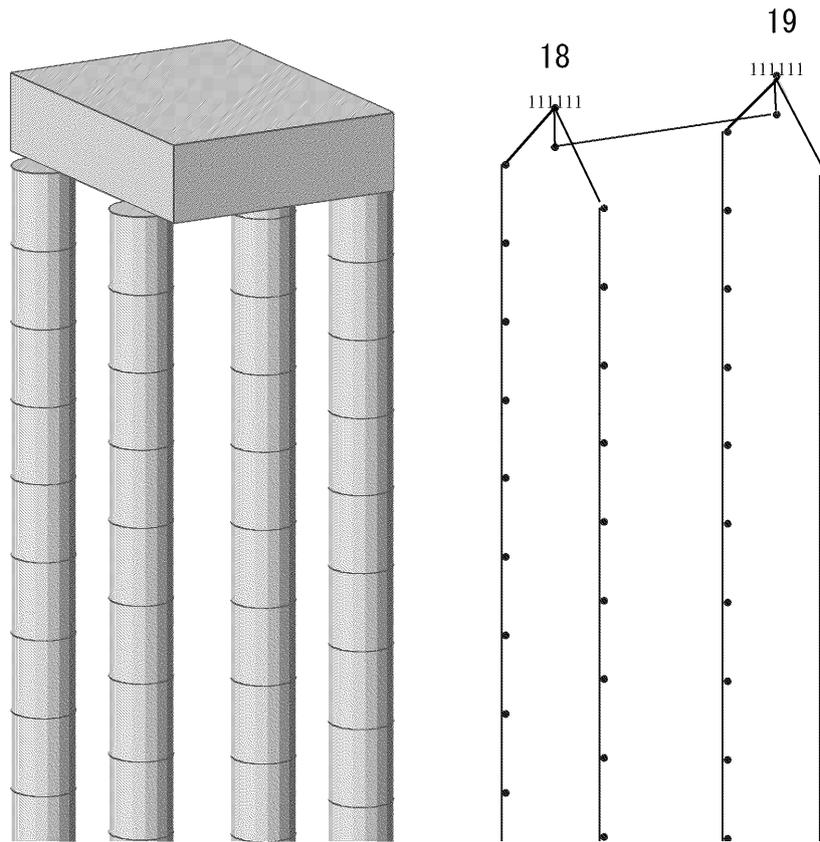


Figure 1.119 : Passerelles – Modèle des fondations des appuis

Les sections des éléments sont présentées dans le Tableau 1.24.

Tableau 1.24 : Passerelles – Propriétés de éléments du modèle des fondations

Section	Diamètre / Largeur x Hauteur (mm)	Aire (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Enrobage	Classe d'exposition	Matériaux
Semelle	4000x1000	502654.8	4.02E+10	2.01E+10	50 mm	XC4	Béton armé : C30/35 Armature HA : 500MPa
Pieux	800	4000000	1.12E+12	3.33E+11	70 mm	XC4	

Des ressorts équivalents sont utilisés pour représenter l'interaction sol-structure et déterminer les effets des actions mais aussi les déplacements dans les pieux. La rigidité des ressorts à été calculée selon la norme NF P 94-262 (annexes I et L). Les ressorts situés directement sous la semelle seront les plus sollicités et sont représentés avec un comportement élastique parfaitement plastique en fonction des limites d'utilisation fixées par la norme. Les autres ressorts étant sollicités par des efforts inférieurs à la limite élastique, un comportement linéaire a été utilisé afin de limiter les temps de calculs logiciel.

Modèle des escaliers

En tant que partie intégrante de l'analyse et de la conception des appuis, la modélisation, l'analyse et la conception des escaliers en béton armé ont été réalisées. La conception des escaliers, des appuis des escaliers ainsi que des fondations des escaliers a suivi la même démarche que pour la conception des appuis. Un seul modèle à toutefois été utilisé incluant les escaliers, l'appui central et la fondation de l'appui central

des escaliers. En effet, la décomposition en sous-modèle n'aurait pas permis de représenter le comportement réel de la structure vue la flexibilité de sa fondation et du rapport de rigidité de l'ensemble (le système appui/fondation de l'escalier étant bien plus flexible que le système appui/fondation de la passerelle).

Les escaliers seront des éléments en béton armé préfabriqué connectés aux appuis des passerelles et à l'appui central des escaliers par des goujons de cisaillement et ne transféreront donc aucun moment. Le support au point bas sera simplement appuyé et ne transférera que des efforts verticaux afin de limiter les efforts dans l'ensemble du système structural (effet de cadre rigide).

Les dimensions principales des éléments sont présentées dans le Tableau 1.25.

Tableau 1.25 : Passerelles – Hauteurs des colonnes des appuis des escaliers et longueurs des escaliers (m)

Appui	Colonne	Passerelle Cap Nord	Passerelle Riviera-Palmeraie
Fixe	PA3	3.6	3.86
Mobile	PB3	3.6	3.6
Appui	Escaliers	Passerelle Cap Nord	Passerelle Riviera-Palmeraie
Fixe	Bas - haut	6.3-6.3	6.9-7.2
Mobile	Bas - haut	6.3-6.3	6.3-6.6

L'appui central des escaliers est composé d'un chevêtre reposant sur une colonne circulaire se prolongeant en pieux forés en béton armé de même diamètre (600mm). L'appui en partie basse des escaliers reposera sur une fondation superficielle sur remblais de substitution (au besoin). Le modèle utilisé ainsi que les sections représentées sont présentées sur la Figure 1.120 et dans le Tableau 1.26.

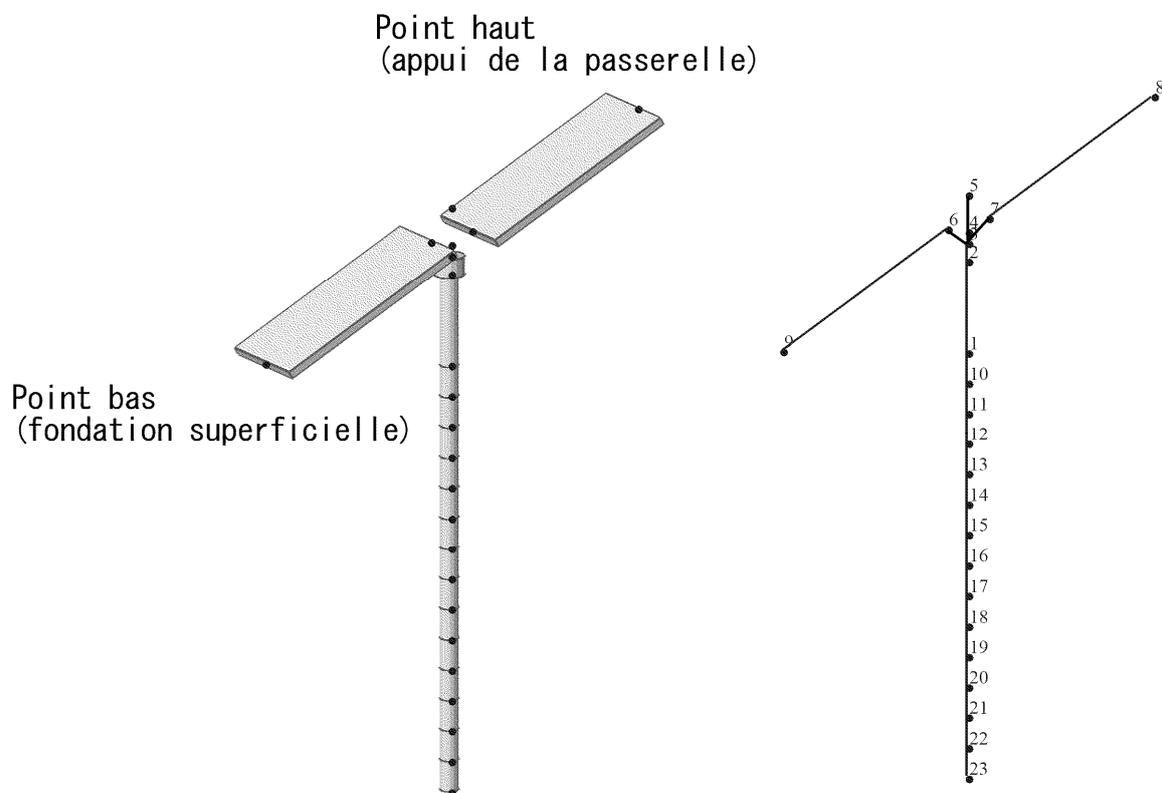


Figure 1.120 : Passerelles – Modèle type des escaliers

Tableau 1.26 : Passerelles – Propriétés de éléments du modèle des escaliers

Section	Diamètre / Largeur x Hauteur (mm)	Aire (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Enrobage	Classe d'exposition	Matériaux
Colonne 1	1000	785398.2	9.82E+10	4.91E+10	50 mm	XS1/	Béton armé : C30/35 Armature HA : 500MPa
Colonne 2	600	282743.3	1.27E+10	6.36E+09	50 mm	XS1	
Pieu	600	282743.3	1.27E+10	6.36E+09	70 mm	XC4	
Escaliers	3420x250	855000	1.7E+10	4.45E+09	50 mm	XS1	

Actions sur les appuis des passerelles et sur les fondations

Les actions appliquées sur le modèle d'appui et de fondations des appuis des passerelles sont présentés dans le Tableau 1.27.

Tableau 1.27 : Passerelles – Actions sur les appuis et les fondations des appuis des passerelles

Actions	Type d'action	Application
Impact Long. 1.5m	A	Charge ponctuelle statique appliquée sur la colonne PA1/PB1
Impact Transv. 1.5m	A	Charge ponctuelle statique appliquée sur la colonne PA1/PB1
Impact Long. 4m	A	Charge ponctuelle statique appliquée sur la colonne PA1/PB1
Impact Transv. 4m	A	Charge ponctuelle statique appliquée sur la colonne PA1/PB1
Poids Propre	D	Générée automatiquement
Reactions - Dsup	D	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - Dinf	D	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - Full (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - Full (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - Half (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - Half (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ELS - DYN - Fx (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ELS - DYN - Fx (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ELS - DYN - Fy (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ELS - DYN - Fy (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ELS - DYN - Fz (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ELS - DYN - Fz (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ACC - Fx (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ACC - Fx (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ACC - Fy (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ACC - Fy (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ACC - Fz (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - L - ACC - Fz (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - W (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - W (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - W - Z	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - W - Z b/4	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - T (frottement) (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Reactions - T (frottement) (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 14 et 15
Appuis - L 5kPa - Full	Q	Charge répartie statique appliquée sur la dalle (éléments 7, 8 et 9)
Appuis - L 5kPa - Half P1	Q	Charge répartie statique appliquée sur la dalle (éléments 7, 8 et 9)
Appuis - L 5kPa - Half P2	Q	Charge répartie statique appliquée sur la dalle (éléments 7, 8 et 9)

Actions	Type d'action	Application
Appuis - L 5kPa - Half (cote escaliers)	Q	Charge répartie statique appliquée sur la dalle (éléments 7, 8 et 9)
Appuis - D (Non modelise)	D	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 2 et 10 (poids propre des chevêtres)
Appuis - W	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 2 et 10 (vent sur les chevêtres)
Appuis - K (SH)	D	Non considéré
Appuis - K (CR)	D	Non considéré
Escaliers - D	D	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - L - Full (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - L - Full (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - L - Half P1	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - L - Half P2	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Wx (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Wx (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Wy (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Wy (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - T (+)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - T (-)	Q	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - K(SH)	D	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - K(CR)	D	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Impact Long. 1.5m	A	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Impact Transv. 1.5m	A	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Impact Long. 4m	A	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Escaliers - Impact Transv. 4m	A	Charge ponctuelle statique appliquée aux nœuds 16 et 17
Colonnes - Wx (+)	Q	Charge répartie statique appliquée sur les colonnes
Colonnes - Wx (-)	Q	Charge répartie statique appliquée sur les colonnes
Colonnes - Wy (+)	Q	Charge répartie statique appliquée sur les colonnes
Colonnes - Wy (-)	Q	Charge répartie statique appliquée sur les colonnes

Légende : D : actions permanentes; Q : actions variables; A : actions accidentelles

Il faut noter que la charge de remblais sur la semelle comporte le poids propre du remblai de la rampe liée à la semelle et qu'une charge de trafic des piétons de 5kPa a été considérée.

Actions sur les escaliers

Les actions appliquées sur le modèle général du tablier sont présentés dans le Tableau 1.28.

Tableau 1.28 : Passerelles – Actions sur les escaliers

Actions	Type d'action	Application
Impact Transv. 1.5m	A	Charge ponctuelle
Impact Transv. 4m	A	Charge ponctuelle
Poids Propre	D	Généré automatiquement
Appuis - L 5kPa - Full	Q	Charge ponctuelle en tête de colonne
Appuis - L 5kPa - Half 1	Q	Charge ponctuelle en tête de colonne excentrée hors plan
Appuis - L 5kPa - Half 2	Q	Charge ponctuelle en tête de colonne excentrée dans le plan
Appuis - D (Non modelise)	D	Charge ponctuelle en tête de colonne

Actions	Type d'action	Application
Appuis - Wx	Q	Charge ponctuelle au CDG du chevêtre suivant x
Appuis - Wy	Q	Charge ponctuelle au CDG du chevêtre suivant y
Escaliers 1 - D	D	Charge uniforme
Escaliers 1 - L - Full	Q	Charge uniforme
Escaliers 1 - L - Half P1	Q	Charge uniforme sur la demi-largeur côté PA1/PB1
Escaliers 1 - L - Half P2	Q	Charge uniforme sur la demi-largeur côté PA2/PB2
Escaliers 1 - Wx	Q	Charge uniforme suivant x
Escaliers 1 - Wy	Q	Charge uniforme suivant y
Escaliers 1 - T	Q	Température
Escaliers 1 - K(SH)	D	Température équivalente
Escaliers 1 - K(CR)	D	Température équivalente
Escaliers 2 - D	D	Charge uniforme
Escaliers 2 - L - Full	Q	Charge uniforme
Escaliers 2 - L - Half P1	Q	Charge uniforme sur la demi-largeur côté PA1/PB1
Escaliers 2 - L - Half P2	Q	Charge uniforme sur la demi-largeur côté PA2/PB2
Escaliers 2 - Wx	Q	Charge uniforme suivant x
Escaliers 2 - Wy	Q	Charge uniforme suivant y
Escaliers 2 - T	Q	Température
Escaliers 2 - K(SH)	D	Température équivalente
Escaliers 2 - K(CR)	D	Température équivalente
Colonnes - Wx	Q	Charge uniforme suivant x
Colonnes - Wy	Q	Charge uniforme suivant y

Légende : D : actions permanentes; Q : actions variables; A : actions accidentelles

Conception - général

La conception des éléments principaux en béton armé a été réalisée à l'aide de l'outil de calcul de MIDAS CIVIL selon l'Eurocode. Les résultats ont été vérifiés avec un outil de calcul développé spécifiquement pour ce projet. Les vérifications effectuées en fonction des analyses et des états limites considérés pour les éléments en béton armé sont résumées dans le Tableau 1.29.

Tableau 1.29 : Passerelles – Résumé des étapes de conception des appuis

Analyse	États limites	Vérification	Critères de vérification
Analyse statique élastique linéaire	ELS Caractéristique (ELS CAR)	Limitation des fissures longitudinale par compression excessive	- Limite de la contrainte de compression dans le béton
		Limite de contrainte de traction dans les armatures	- Limite de la contrainte de traction dans les armatures
	ELS Fréquent (ELS FRE)	Limitation de l'ouverture des fissures	- Limite de la contrainte de traction dans les armatures
	ELS Quasi-permanent (ELS QUA)	Limitation des effets de fluage et limitation de l'ouverture des fissures	- Limite de la contrainte de compression dans le béton - Limite de la contrainte de traction dans les aciers d'armature
	ELU durable (ELU)	Résistance des sections	- Résistance à la flexion - Résistance au cisaillement
	ELU accidentelle (ACC)		- Résistance à la torsion - Résistance au poinçonnement - Résistance des bielles et des tirants

Le respect des critères de service se fait par la limitation des contraintes dans le béton des appuis qui est limitée à $0.6f_{ck}$ (soit 18MPa dans notre cas) pour l'ELS CAR et à $0.45f_{ck}$ (soit 13.5MPa dans notre cas) pour l'ELS QUA. La contrainte de tension dans les armatures doit être limitée à $0.8f_{yk}$ (soit 400MPa dans notre cas) à l'ELS CAR mais n'est pas un élément contrôlant la conception.

La limite de fissuration définie dans les critères de conception a été respectée en utilisant la méthode simplifiée proposée par l'annexe nationale française à l'Eurocode 1992-2 qui limite la contrainte de tension dans les armatures longitudinal à $1000w_{max}$ (soit 200 MPa dans notre cas) sous la combinaison correspondant à la limitation vérifiée tout en respectant un espacement maximal des armatures de $5(c+d_b/2)$.

Pour les pieux des fondations profondes, la norme NF P 94-262 prescrit des limites de compression du béton supplémentaire qui ont été considérées dans la conception des fondations comme suit : la valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton pour les pieux, f_{ck}^* , est limitée au minimum de f_{ck}/k_1k_2 et C_{max}/k_1k_2 et la valeur de calcul de la résistance à la compression du béton est alors le minimum de C_{max}/γ_c et $k_3f_{ck}^*/\gamma_c$.

Enfin, la contrainte de compression limite à l'ELS CAR doit respecter $\sigma_{c,moy} \leq 0.3k_3f_{ck}^*$ et $\sigma_{c,max} \leq \min(0.6k_3f_{ck}^*; 0.6f_{ck})$.

Tableau 1.30 : Passerelles – Limite de compression pour les fondations profondes

Description	Indice	Valeur	Unité
Résistance caractéristique à la compression du béton	f_{ck}	30	MPa
Valeur maximale de la résistance à la compression du béton	C_{max}	25	MPa
Coefficient empirique	k_1	1.3	-
Coefficient empirique	k_2	1.05	-
Résistance caractéristique à la compression du béton pour fondations profondes	f_{ck}^*	18.32	MPa
Coefficient empirique	k_3	1.0	-
Résistance de calcul à la compression du béton pour fondation profondes non pondérée	$f_{cd,ELS}$	18.3	MPa
Résistance de calcul à la compression du béton pour fondation profondes à l'ELU	$f_{cd,ULS}$	12.21	MPa
Résistance de calcul à la compression du béton pour fondation profondes à l'ACC	$f_{cd,ACC}$	15,26	MPa
Résistance de calcul à la compression du béton pour fondation profondes à l'ELU CAR	$\sigma_{c,max}$	11	MPa
Résistance de calcul à la compression du béton pour fondation profondes à l'ELU CAR	$\sigma_{c,moy}$	5.5	MPa

Conception des escaliers

Dans un premier temps, une analyse statique du modèle des escaliers a été complétée afin d'obtenir les effets des actions (efforts internes) dans les escaliers, dans l'appui central et dans la fondation de l'appui central des escaliers ainsi que pour obtenir les réactions au point haut et au point bas des escaliers afin de calculer les contraintes dans la fondation superficielle (point bas) et les forces à appliquer pour l'analyse des appuis des passerelles (point haut).

Les sections d'armatures minimales obtenues de la conception des escaliers et les valeurs de résistance (ELU) et de limites en service (ELS) associées sont présentées du Tableau 1.31 au Tableau 1.32 respectivement.

Tableau 1.31 : Passerelles – Définition des sections d’armature pour les escaliers

Emplacement	End	Mid	End
Armature longitudinale sup.	27-HA8	27-HA8	27-HA8
Armature longitudinale inf.	27-HA20	27-HA20	27-HA20
Etriers	7-HA10@120mm	7-HA10@120mm	7-HA10@120mm

Tableau 1.32 : Passerelle Cap Nord – Vérification de la section des escaliers (ELU et ELS)

Appui	Élément	Resistance ELU		Contrainte limite ELS		Ouverture de fissure ELS
		M_{Rd} (kN.m)	$V_{Rd,c}$ (kN)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)	$\sigma_{s,Rd}$ (MPa)	w_{Rd} (mm)
Fixe et mobile	Escaliers bas	563 (OK)	511 (OK)	-18/3.9 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)
	Escaliers haut	563 (OK)	511 (OK)	-18/3.9 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)

Conception de l’appui central et de la fondation de l’appui central des escaliers

Les sections d’armatures minimales obtenues de la conception de l’appui des escaliers et les valeurs de résistance (ELU) et les limites en service (ELS) associées sont présentées du Tableau 1.33 au Tableau 1.34 et de la Figure 1.121 à la Figure 1.122.

Tableau 1.33 : Passerelles – Définition des sections d’armature pour la colonne et la fondation de l’appui central des escaliers

Élément	Colonne 1m	Colonne 0.6m	Pieu 0.6m
Armature longitudinale	15-HA16	10-HA16	10-HA16
Etriers	HA10@200mm	HA10@200mm	HA10@200mm

Tableau 1.34 : Passerelles – Vérification de la section de la colonne et de la fondation de l’appui central des escaliers (ELU et ELS)

Appui	Élément	Résistance ULS				Contrainte limite ELS
		N- M_{Rd}	V_{Rd} (kN)	$\sigma_{c,Rd,ELU}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd,ACC}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)
Fixe et mobile	Colonne ϕ 1.2m	Voir courbe d’interaction	[337,366]	N/A	N/A	-18
	Colonne ϕ 0.6m	Voir courbe d’interaction	[123,154]	N/A	N/A	-18
	Pieux ϕ 0.6m	Voir courbe d’interaction	[129,160]	-12	-15	-11

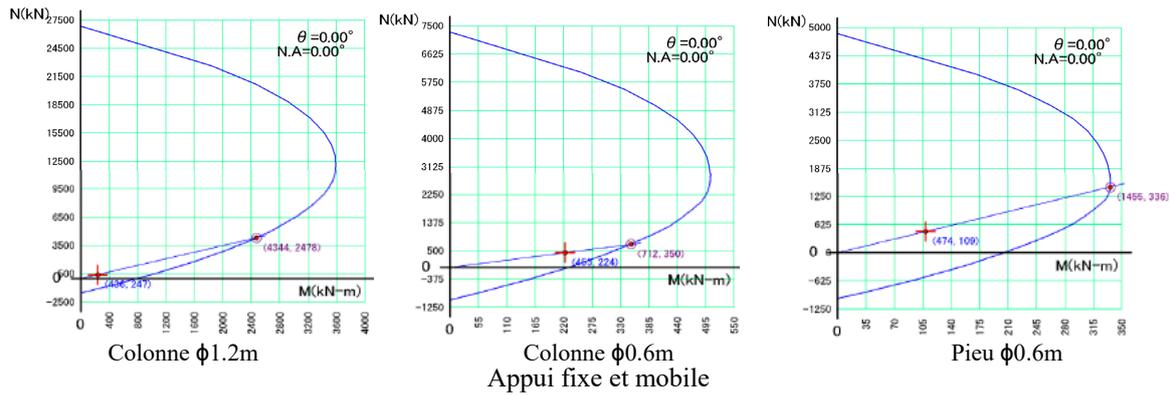


Figure 1.121 : Passerelle Cap Nord - Courbe d'interaction pour la colonne et pour la fondation de l'appui central des escaliers (kN; kN.m)

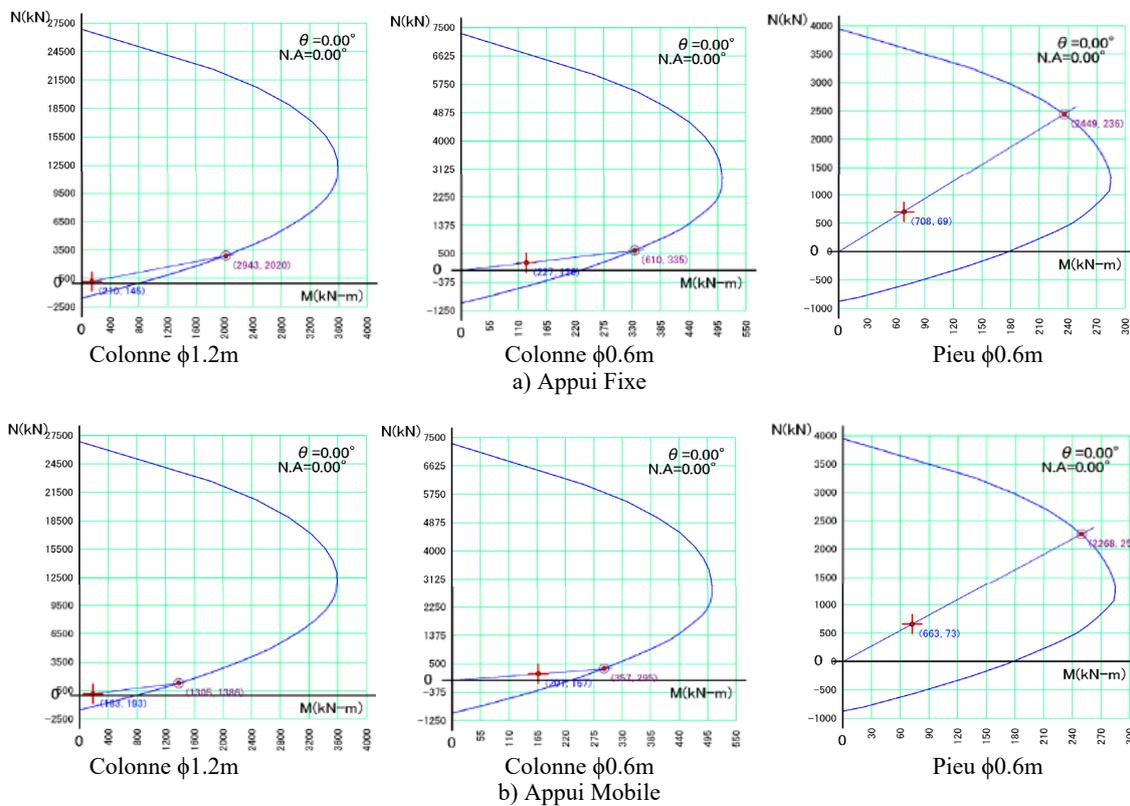


Figure 1.122 : Passerelle Riviera-Palmeraie - Courbe d'interaction pour la colonne et pour la fondation de l'appui central des escaliers (kN; kN.m)

Conception des appuis des passerelles (incluant les fondations)

Toutes les vérifications ont été faites suivant la norme NF EN 1992. Les formules ne sont pas répétées ici.

Une fois les réactions d'appui des passerelles et des escaliers déterminées, une analyse statique des appuis des passerelles a été réalisée pour déterminer les efforts dans les colonnes, dans la dalle entre les colonnes, dans le garde-grève ainsi que les réactions à la base des colonnes (encastrement) qui ont été utilisées dans l'analyse statique du modèle des fondations faisant ressortir les efforts dans la semelle, dans les pieux, les déplacements ainsi que les capacités géotechniques nécessaires.

Les sections d'armatures minimales obtenues de la conception de l'appui des passerelles et les valeurs de résistance (ELU) et les limites en service (ELS) associées sont présentées du Tableau 1.35 au *La résistance de calcul au cisaillement dépend de plusieurs paramètres (dont la charge axiale et la situation de calcul (durable ou accidentelle)) et varie selon le cas. Un intervalle pour les cas critiques est proposé pour avoir un ordre de grandeur uniquement

Tableau 1.37 et sur les Figure 1.123 et Figure 1.124.

Tableau 1.35 : Passerelles – Définition des sections d'armature pour les appuis des passerelles

Emplacement	End	Mid	End
Dalle entre les colonnes	Top : 20-HA16 Bot : 20-HA16 Etriers : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA16 Bot : 20-HA16 Etriers : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA16 Bot : 20-HA16 Etriers : 20-HA08@250mm
Garde-grève	Top : 20-HA20 Bot : 20-HA20 Etriers : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA20 Bot : 20-HA20 Etriers : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA20 Bot : 20-HA20 Etriers : 20-HA08@250mm
Colonne P1	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA14@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm
Colonne P2	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA14@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm
Semelle	Top : 20-HA25 Bot : 20-HA25 Etriers : 20-HA10@400mm	Top : 20-HA25 Bot : 20-HA25 Etriers : 20-HA10@400mm	Top : 20-HA25 Bot : 20-HA25 Etriers : 20-HA10@400mm
Pieux	Long. : 14-HA25 Étriers : 2-HA16@200mm	Long. : 14-HA25 Étriers : 2-HA16@200mm	Long. : 14-HA25 Étriers : 2-HA16@200mm

Tableau 1.36 : Passerelles – Vérification des sections de la dalle et du garde-grève (ELU et ELS)

Élément	Résistance ULS		Contrainte limite ELS		Ouverture de fissure ELS
	MRd (kN.m)	VRd,c (kN)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)	$\sigma_{s,Rd}$ (MPa)	wRd (mm)
Dalle entre les colonnes	737 (OK)	[680,873] (OK)	3.19 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)
Garde-grève	976 (OK)	[759,949] (OK)	3.33 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)
Semelle	3794 (OK)	1293 (OK)	2.9 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)

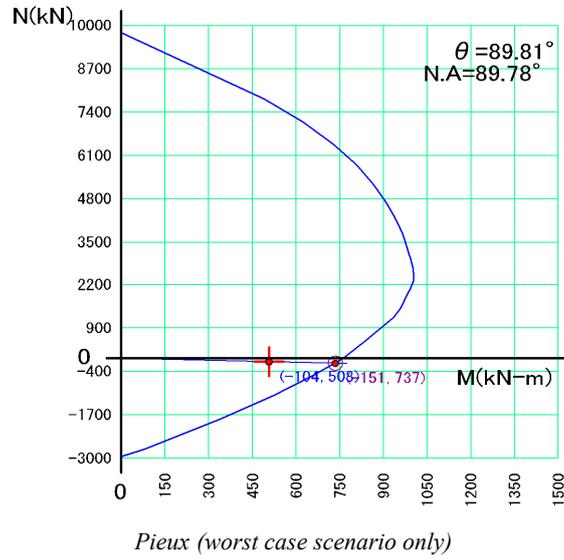
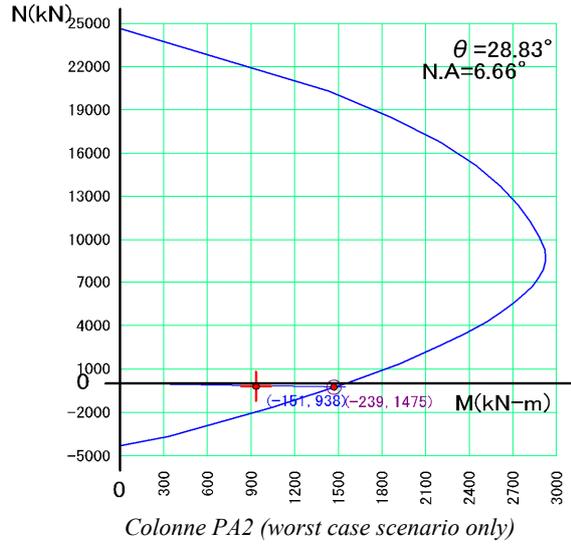
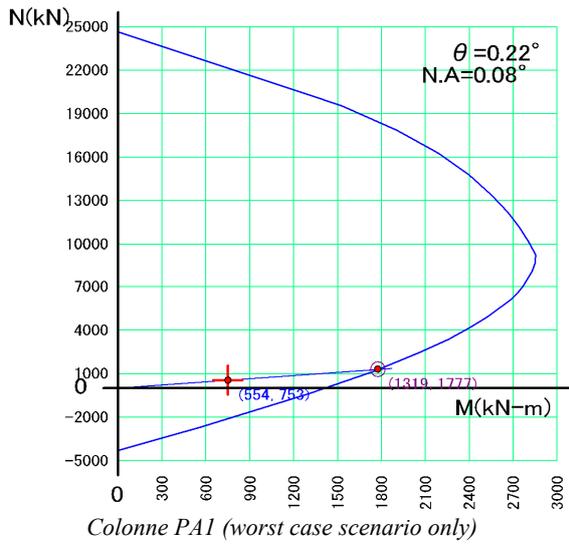
*La résistance de calcul au cisaillement dépend de plusieurs paramètres (dont la charge axiale et la situation de calcul (durable ou accidentelle)) et varie selon le cas. Un intervalle pour les cas critiques est proposé pour avoir un ordre de grandeur uniquement

Tableau 1.37 : Passerelles – Vérification des sections des colonnes et des fondations (ELU et ELS)

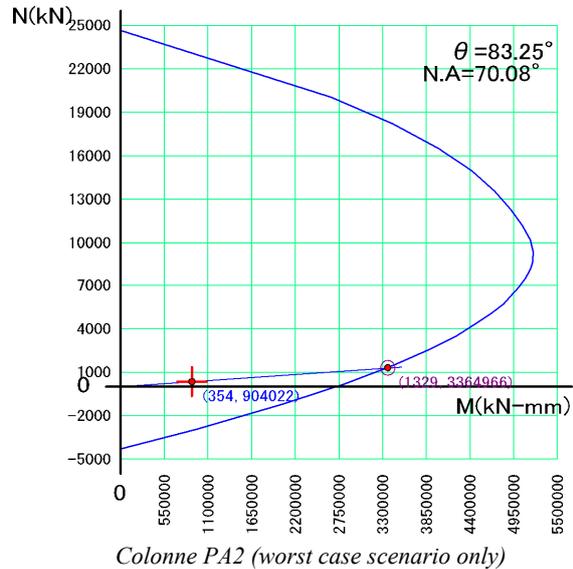
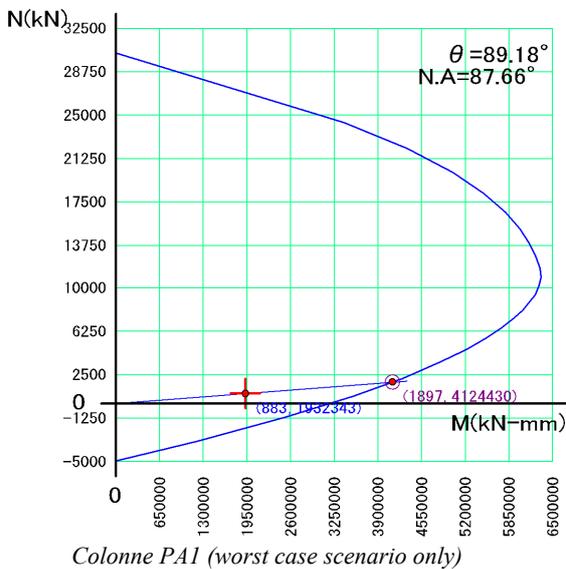
Élément	Résistance ULS				Contrainte limite ELS		
	N-M _{Rd}	V _{Rd,x} (kN)	V _{Rd,y} (kN)	$\sigma_{c,Rd,ELU}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd,ACC}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)	W _{Ed} (mm)
P1	Voir courbe d'interaction	[360,374] (OK)	[438,454] (OK)	N/A	N/A	-18 (OK)	N/A
P2	Voir courbe d'interaction	[293,361] (OK)	[366,439] (OK)	N/A	N/A	-18 (OK)	N/A
Pieux	Voir courbe d'interaction	[173,184] (OK)		-12 (OK)	-15 (OK)	-18 (OK)	N/A

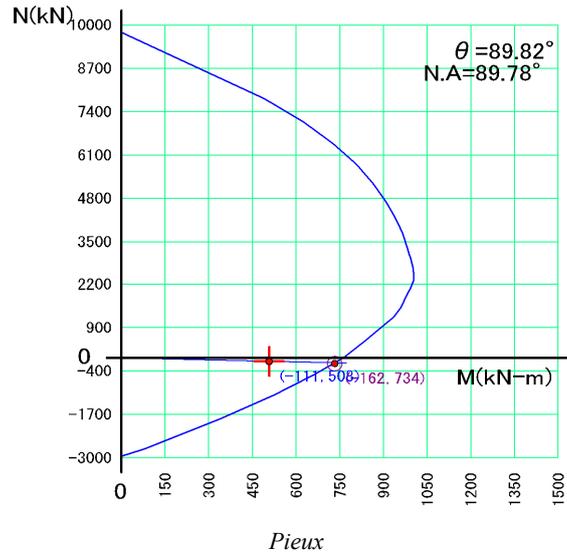
*La résistance de calcul au cisaillement dépend de plusieurs paramètres (dont la charge axiale et la situation de calcul (durable ou accidentelle)) et varie selon le cas. Un intervalle pour les cas critiques est proposé pour avoir un ordre de

grandeur uniquement



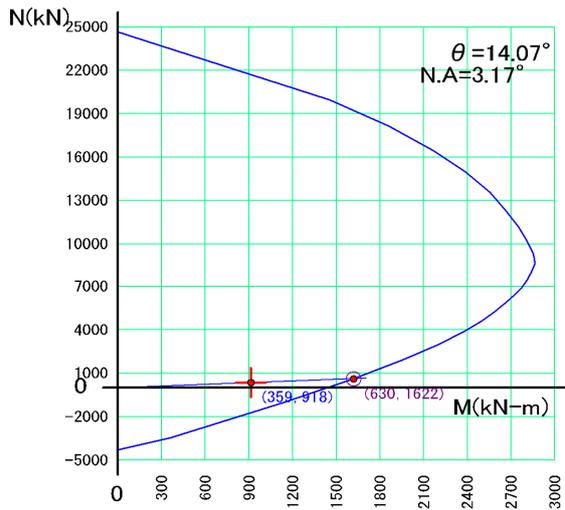
a-Appui fixe



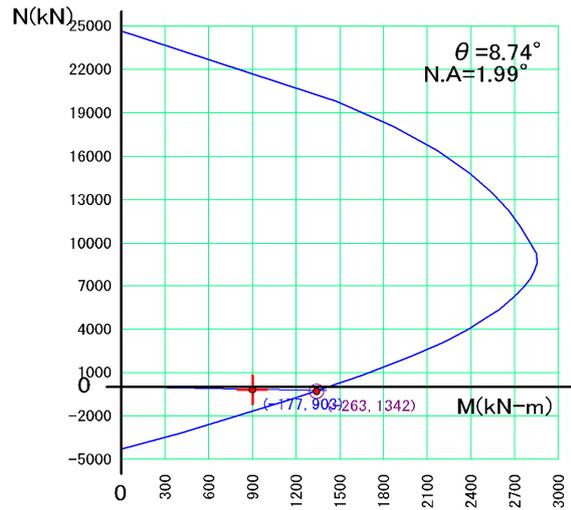


b-Appui mobile (worst case scenario only)

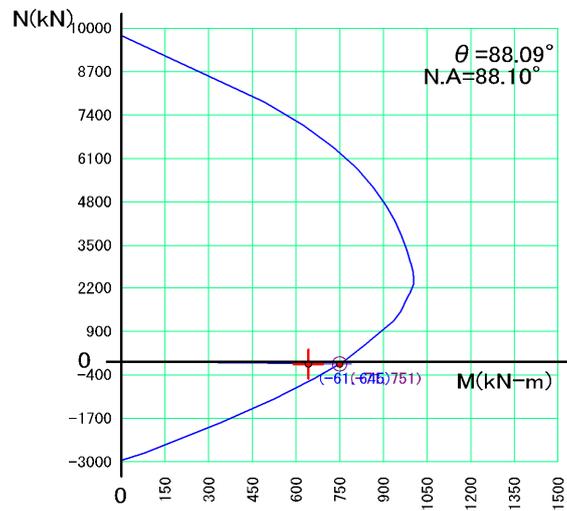
Figure 1.123 : Passerelle Cap Nord - Courbes d'interaction pour les colonnes et les pieux des appuis (kN; kN.m)



Colonne PA1 (worst case scenario only)

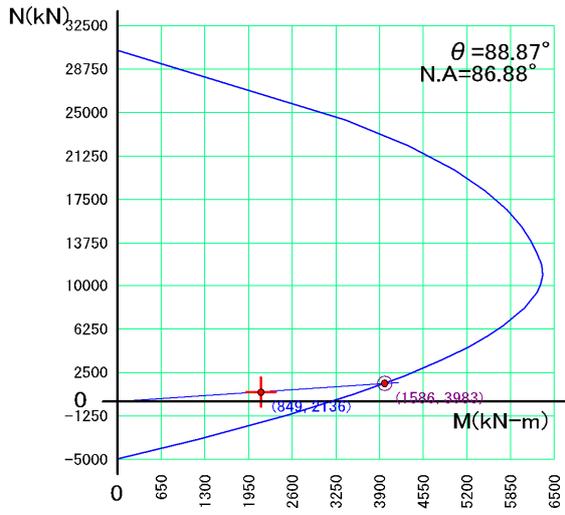


Colonne PA2 (worst case scenario only)

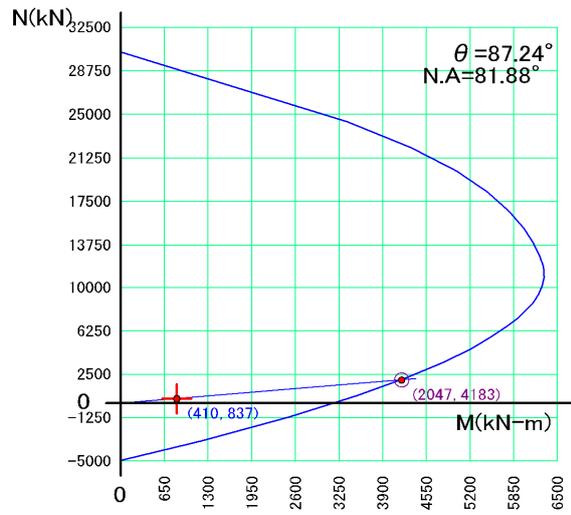


Pieux (worst case scenario only)

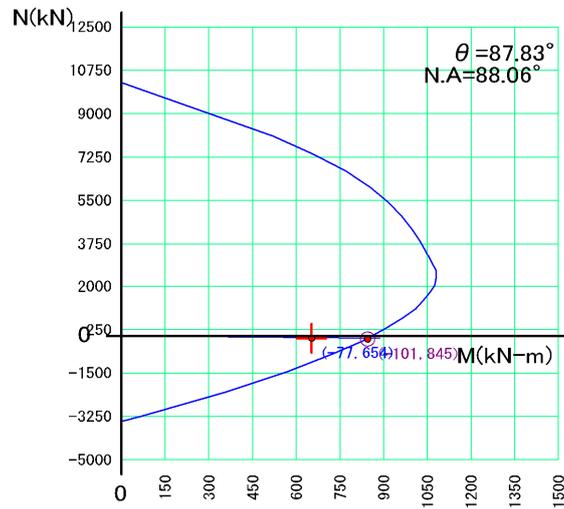
a-Appui fixe



Colonne PA1 (worst case scenario only)



Colonne PA2 (worst case scenario only)



Pieux (worst case scenario only)

b-Appui mobile

Figure 1.124 : Passerelle Riviera-Palmeraie - Courbes d'interaction pour les colonnes et les pieux des appuis (kN; kN.m)

Conception des fondations profondes

L'effet de groupe de pieux (interaction) peut être ignoré pour un espacement centre à centre des pieux de 3 fois le diamètre, soit pour un espacement centre à centre de 2.4m.

La portance limite en compression, R_c , est donnée par la formule suivante :

$$R_c = R_b + R_s$$

Avec

R_b : résistance de pointe

R_s : résistance de frottement axial

La portance limite de traction, R_t , est donnée par la formule suivante :

$$R_t = R_s$$

Avec

R_s : résistance de frottement axial

La longueur des pieux a été décidée en fonction des données géotechniques disponibles les plus proches de la zone cible en considérant à la fois la capacité géotechnique en pointe et par friction et la présence d'une couche de support homogène tel que décrite dans la norme NF P 94-262. De plus, une sécurité forfaitaire sur la capacité nécessaire a été appliquée pour couvrir le manque d'information géotechnique spécifique à l'emplacement des fondations des passerelles. Les capacités géotechniques requises (N_{Ed}) et les admissibles (N_{Rd}) en fonction de la profondeur des pieux sont présentées dans le Tableau 1.38.

Tableau 1.38 : Passerelles – Efforts axiaux max dans les pieux et capacité géotechnique

Passerelle	Appui	Élément	Diamètre	N_{Ed} (kN)				Longueur des pieux	N_{Rd} (kN)			
				ELS CAR	ELS QUA	ELU	ACC		ELS CAR	ELS QUA	ELU	ACC
Cap Nord	Fixe	Appui de la passerelle	0.8m	-1402	-1012	-1898	-1558	22m	-2245	-1837	-2710	-2981
		Appui des escaliers	0.6m	-576	-444	-779	-574	14m	-845	-691	-1061	-1167
	Mobile	Appui de la passerelle	0.8m	-1274	-1003	-1717	-1530	22m	-2245	-1837	-2710	-2981
		Appui des escaliers	0.6m	-576	-444	-779	-574	14m	-845	-691	-1061	-1167
Riviera - Palmeraie	Fixe	Appui de la passerelle	0.8m	-1130	-852	-1544	-1386	18m	-2211	-1809	-2727	-3000
		Appui des escaliers	0.6m	-582	-443	-786	-443	10m	-734	-601	-944	-1038
	Mobile	Appui de la passerelle	0.8m	-1057	-846	-1436	-1382	18m	-2211	-1809	-2727	-3000
		Appui des escaliers	0.6m	-548	-420	-741	-420	10m	-734	-601	-944	-1038

Conception des fondations superficielles

L'appui bas des escaliers reposera sur une fondation superficielle placée sur un remblai de substitution et les efforts appliqués à cet appui ainsi que la capacité géotechnique requise sont présentés dans le

Tableau 1.39. La hauteur du remblai de substitution est estimée à environ 1-1.5 mètres pour les passerelles. Ces hauteurs de remblais ainsi que la capacité du sol ont été établis en fonction de la norme NF P 94-261 et des données géotechniques disponibles (les forages les plus proches ont été utilisés) et sont données à titre indicatif. Les valeurs finales devront être calculées durant la phase d'étude d'exécution.

Tableau 1.39 : Action et capacité admissible de la fondation superficielle

Passerelle	Appui	Combinaison	Rx	Ry	Rz	F _{adm}
Cap Nord	Fixe et mobile	ELS CAR - Nmin	0	0	-159	-479
		ELS FRE - Nmin	0	0	-124	-479
		ELS QUA - Nmin	0	0	-103	-479
		ELU - Nmin	0	0	-215	-786
		ACC - Nmin	0	0	-103	-917
Riviera - Palmeraie	Fixe	ELS CAR - Nmin	0	0	-172	-1221
		ELS FRE - Nmin	0	0	-136	-1221
		ELS QUA - Nmin	0	0	-113	-1221
		ELU - Nmin	0	0	-232	-2007
		ACC - Nmin	0	0	-113	-2341
	Mobile	ELS CAR - Nmin	0	0	-156	-1221
		ELS FRE - Nmin	0	0	-124	-1221
		ELS QUA - Nmin	0	0	-103	-1221
		ELU - Nmin	0	0	-211	-2007
		ACC - Nmin	0	0	-103	-2341

Les forces sont en kN et les contraintes en kPa.

1.4 Conception des gaines d'ascenseurs

Tel que mentionné précédemment, en plus des escaliers, l'accès aux passerelles sera possible par des ascenseurs. Les gaines d'ascenseurs et les rampes d'accès sont des structures en béton armé qui ont été dimensionnées en fonction de l'Eurocode et la modélisation est brièvement présentée dans cette partie. Les calculs étant réalisés à l'aide d'un logiciel intégrant l'ensemble des formules de l'Eurocode ainsi que les spécificités propres aux annexes nationales françaises, seuls le modèle sont ici présentés.

La géométrie des gaines et des rampes est présentée de la Figure 1.125 à la Figure 1.128.

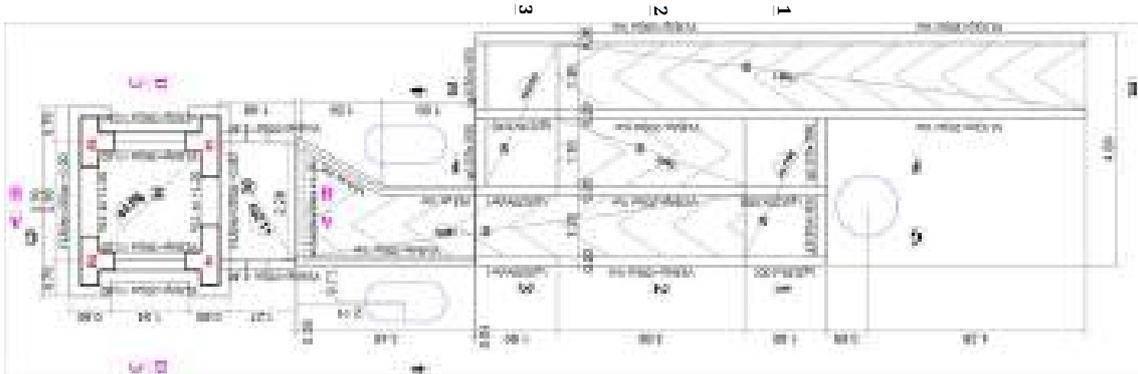


Figure 1.125 : Vue en plan du système d'accès (rampe et ascenseur – niveau 0)

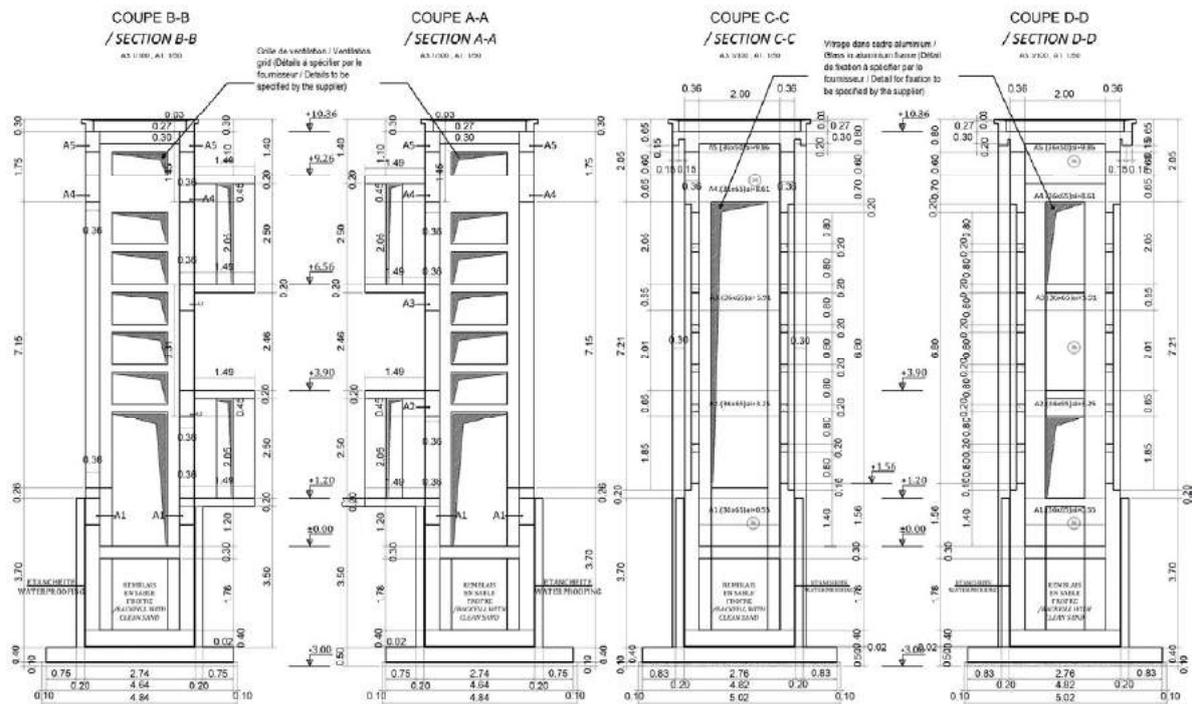


Figure 1.126 : Vue en élévation des gaines d'ascenseurs

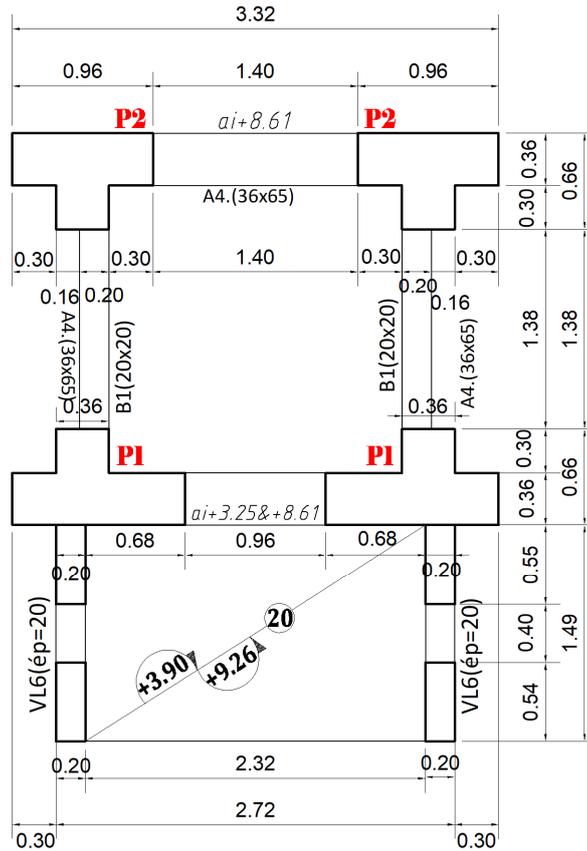


Figure 1.127 : Section type des gaines (niveau accès)

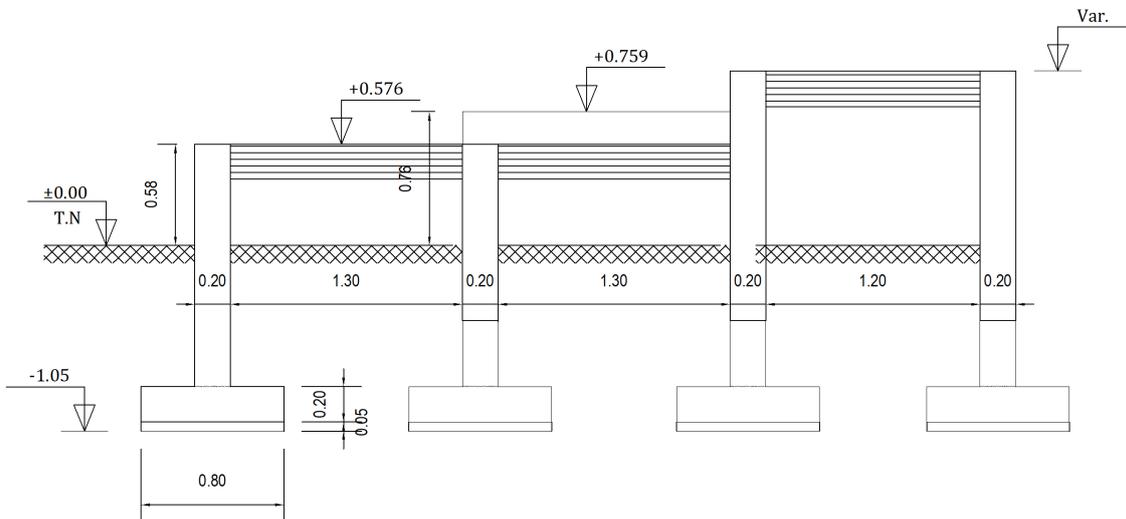


Figure 1.128 : Section type des rampes

Les charges venant de la partie mécanique de l'ascenseur ont été fournies par le fournisseur international OTIS/CFAO et ont été appliqués dans le modèle en plus du poids propre de la structure, des charges de vent et des charges d'impact de véhicule.

L'analyse et la conception (détermination de l'armature nécessaire) ont été réalisées à l'aide du logiciel ROBOT (autodesk) et le modèle de la gaine en béton armé est présenté sur la Figure 1.129 et celui de la rampe d'accès est présenté sur la Figure 1.130. Des modèles formés d'éléments poutres et plaques ont ainsi

été utilisés et les armatures nécessaires sont directement tirées du logiciel de calcul (l'ensemble des calculs est présenté dans les notes de calculs et n'est pas répété ici).

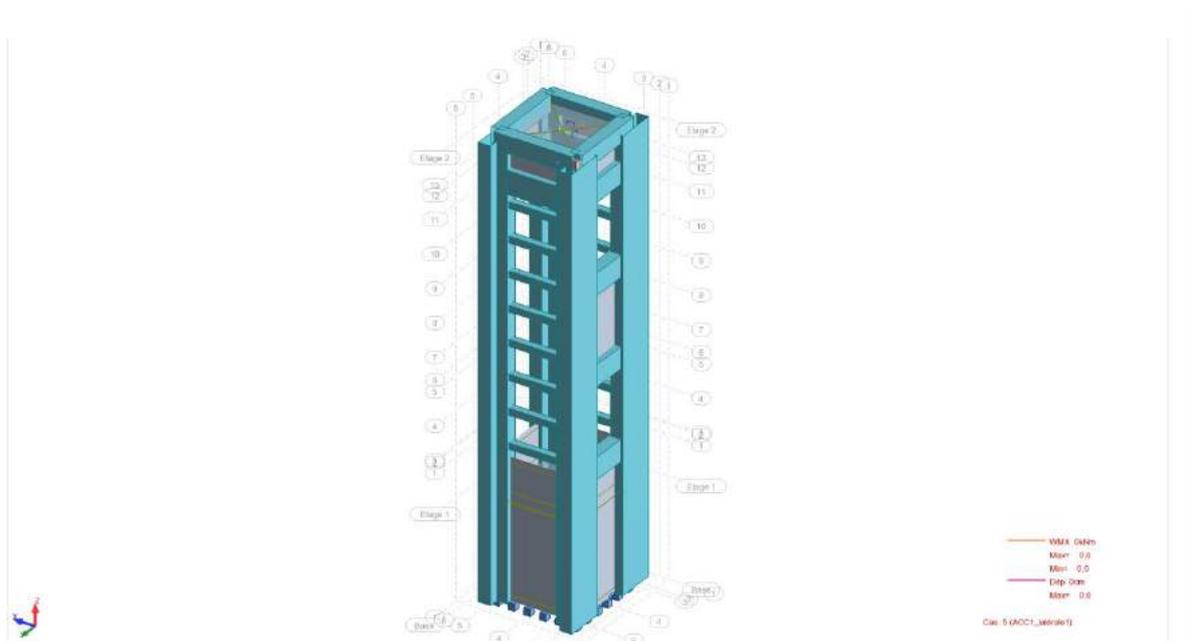


Figure 1.129 : Passerelles – Modèle de la gaine en béton armé des ascenseurs

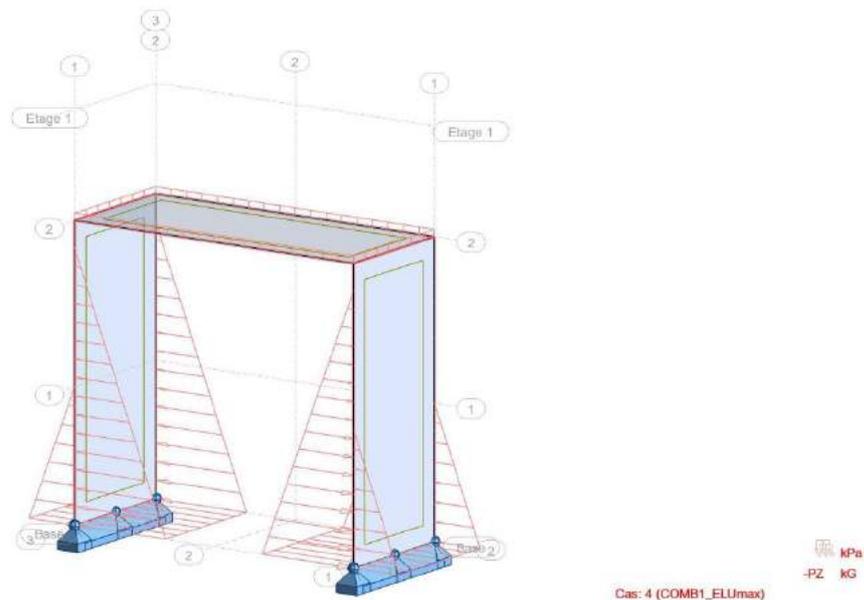


Figure 1.130 : Passerelles – Modèle de la rampe d'accès en béton armé (avec force de poussée des remblais)

Il faut noter que la gaine comme la rampe d'accès reposeront sur des fondations superficielles en béton armé également intégrés dans les modèles d'analyse. Les armatures obtenues des calculs de structure sont présentées dans les plans fournis avec ce document. Le détaillage des fixations des parois vitrées à l'ossature en béton devra être proposé par l'entrepreneur avec un système prouvant une étanchéité suffisante contre les infiltrations d'eau de pluie et d'inondation.

Annexe 2

GESTION DES OUVRAGES

I INTRODUCTION

La mise en place dans un pays, d'une politique de gestion des ouvrages sans la prise en compte de l'environnement physique, culturel et socio économique, peut être vouée à l'échec.

Il faut surtout éviter d'utiliser des méthodes toutes faites inscrites dans les Instructions techniques qui sont généralement élaborées pour des conditions idéales.

Cependant, il importe de toujours s'en inspirer pour élaborer ses propres méthodes qui puissent permettre d'obtenir les résultats qui s'imposent à tout gestionnaire d'ouvrage, à savoir ; la sécurité des ouvrages et des usagers.

La politique de gestion du patrimoine d'ouvrages élaborée par l'AGEROUTE comprend :

- le recensement des ouvrages,
- la surveillance,
- l'entretien,
- la réparation
- et enfin la conception d'une base de données.

Le présent document porte essentiellement sur le recensement et la surveillance des ouvrages qui constituent le fondement de sa politique de gestion des ouvrages et desquels découlent les autres actions citées ci avant.

II Recensement des ouvrages

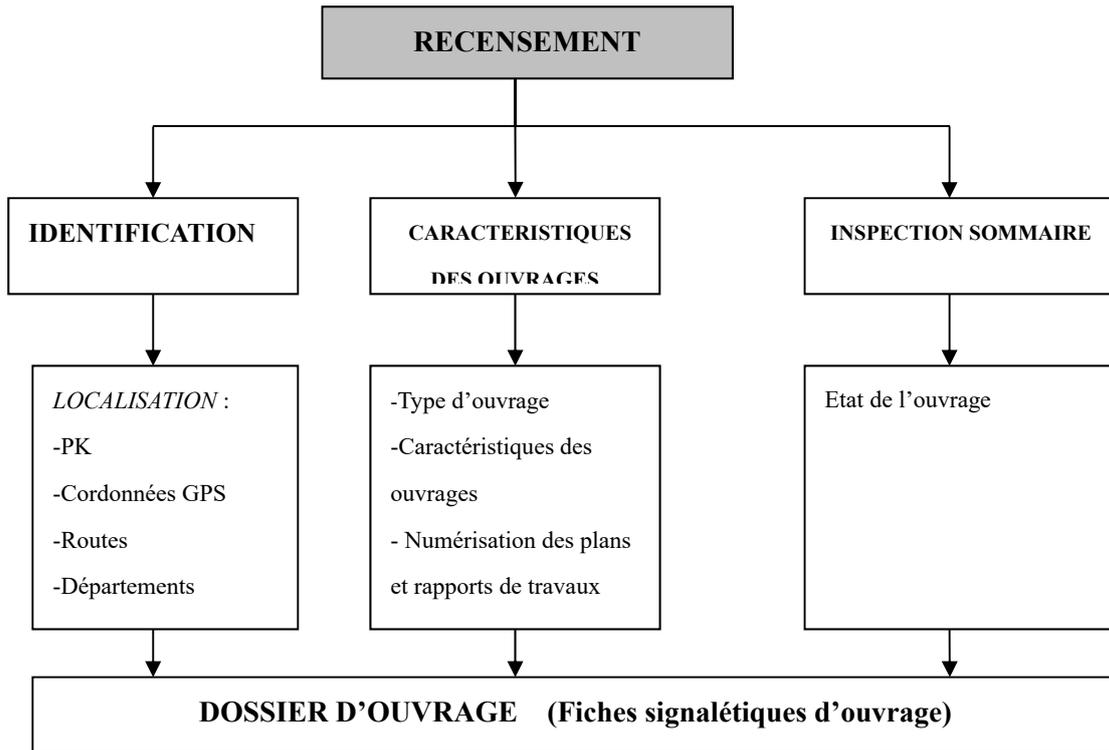
La gestion du patrimoine d'ouvrages nécessite un inventaire précis des ouvrages et leurs caractéristiques. On ne peut pas gérer ce qu'on ne connaît pas. Ainsi, recenser les ouvrages revient à répondre à un certain nombre de questions ; à savoir : Où sont-ils, combien sont ils, A quoi servent ils, Comment les recenser et dans quel état sont ils.

L'AGEROUTE a mis en place une méthode de recensement des ouvrages qui s'articule autour des quatre points principaux :

- l'identification des ouvrages,
- le relevé des caractéristiques des ouvrages,
- l'inspection préliminaire.
- Archivage des ouvrages

II-1 L'identification des ouvrages

Cette opération a pour objectif de répertorier l'ensemble des ouvrages, les localiser et les codifier.



Organisation du recensement

III La surveillance

La surveillance des ouvrages est une tâche nécessaire pour assurer leur gestion et leur sécurité. Elle permet de comparer leur état observé au cours de l'inspection à un état de référence dit normal.

Pour le gestionnaire du patrimoine d'ouvrage, la surveillance permet de détecter l'évolution de l'état de la structure.

Son activité doit se traduire par :

- la réalisation du diagnostic des ouvrages,
- le suivi des évolutions des dégradations,
- la définition des méthodes d'intervention,
- la vérification de l'efficacité de l'entretien et des réparations,
- la mise en place de mesures conservatoires,
- le suivi des opérations d'entretien,
- etc.

III-1 Les éléments de la surveillance

- le patrimoine d'ouvrages

Toute surveillance nécessite une bonne connaissance du patrimoine d'ouvrage. D'où la nécessité de faire, avant toutes actions, le recensement de l'ensemble des ouvrages.

- le dossier d'ouvrages

Il comprend les dossiers signalétiques d'ouvrages et les dossiers d'inspection.

Le dossier signalétique constitue l'extrait de naissance de l'ouvrage. Il contient les informations invariables sur l'ouvrage telle que les caractéristiques, les résultats de sondage, les résistances du béton à la construction et le dossier des travaux.

Quant au dossier d'inspection, Il constitue la partie vivante du dossier d'ouvrage. Il permet d'apprécier l'évolution des structures .

III-2 Organisation de la surveillance

Il existe de nos jours, plusieurs instructions techniques relatives à la surveillance des ouvrages. Cependant, le gestionnaire d'ouvrages n'est pas tenu de les respecter à la lettre mais il doit s'en inspirer pour mettre en place une méthode adaptée à l'environnement de son patrimoine tout en gardant à l'esprit les objectifs généraux définis plus haut.

La surveillance est organisée, au niveau de l'AGEROUTE, Selon trois axes majeurs :

- la surveillance continue,
- l'inspection périodique,
- l'inspection détaillée.

a) La surveillance continue

Il s'agit d'une surveillance visuelle qui sera effectuée par les agents des délégations territoriales de l'Ageroute. L'objectif de cette phase est :

- de donner l'alerte en cas de doute sur la sécurité de l'ouvrage ou des usagers,
- de prendre les mesures conservatoires immédiates,
- de prendre les mesures de sécurité pour les usagers ;
- de détecter les anomalies et leur évolution,
- de déclencher les opérations d'entretien,
- de suivre l'évolution des désordres,
- de déclencher les visites périodiques,
- etc....

Cette opération est prévue deux fois par an. Soit une visite avant chaque saison des pluies et une deuxième visite après les saisons des pluies. Elle peut être effectuée exceptionnellement suite aux informations des usagers.

b) Inspection périodique

Cette opération est réalisée ou supervisée par un ingénieur spécialisé en ouvrage d'art de l'Ageroute. Les ouvrages concernés sont les ouvrages d'art dits exceptionnels et ceux pour lesquels une inspection périodique aura été jugée nécessaire par les délégations territoriales de l'AGEROUTE compte tenu de la complexité des désordres.

L'objectif de cette phase est de :

- réaliser un diagnostic plus approfondi des désordres,
- définir les méthodes de réparation,
- décider du renforcement des méthodes et mesures conservatoires,
- déclencher une inspection détaillée.

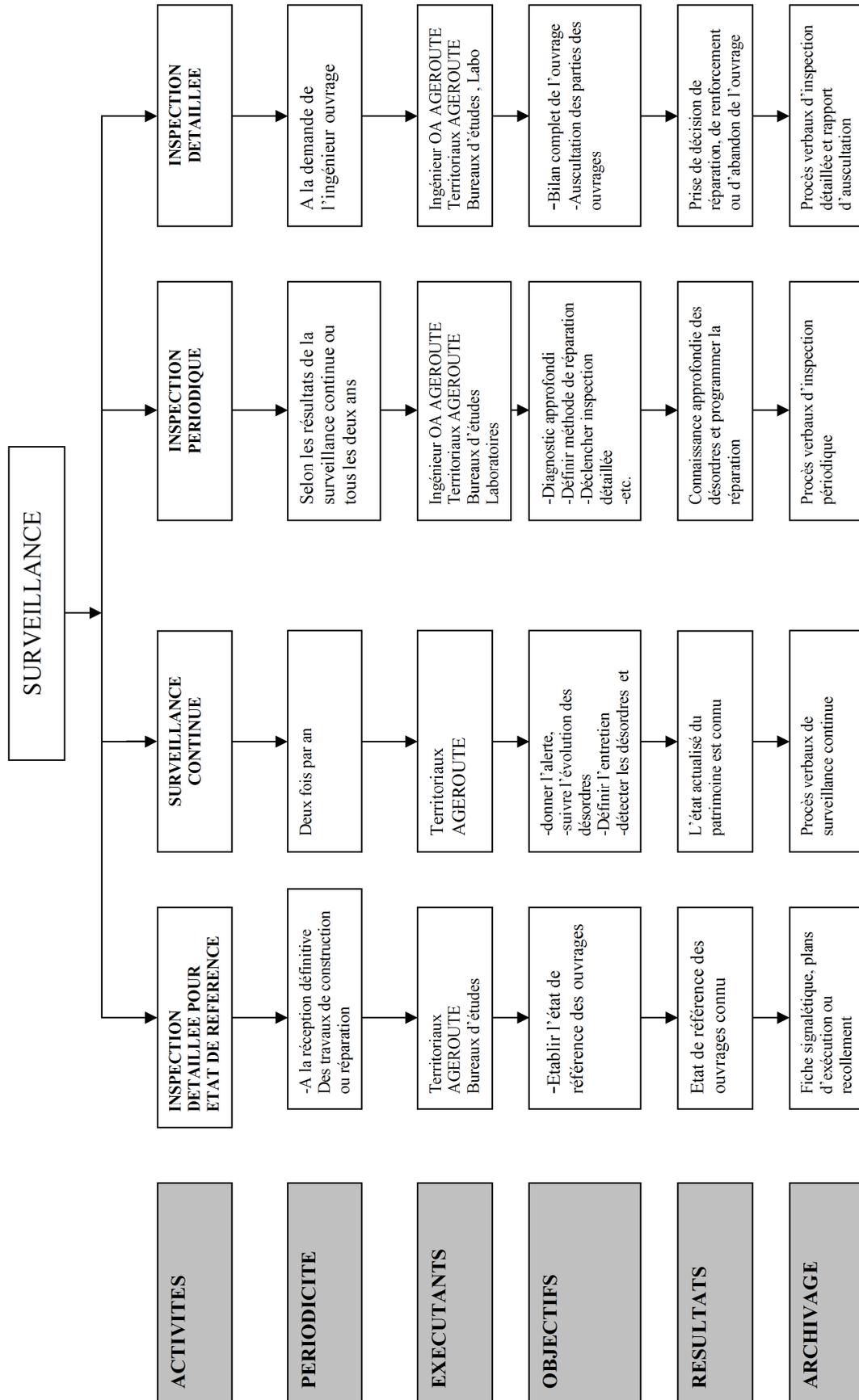
Cette opération est effectuée à la demande des délégations territoriales de l'Ageroute ou prévue tous les deux ans pour les ouvrages exceptionnels (ponts en béton précontraints ou métalliques)

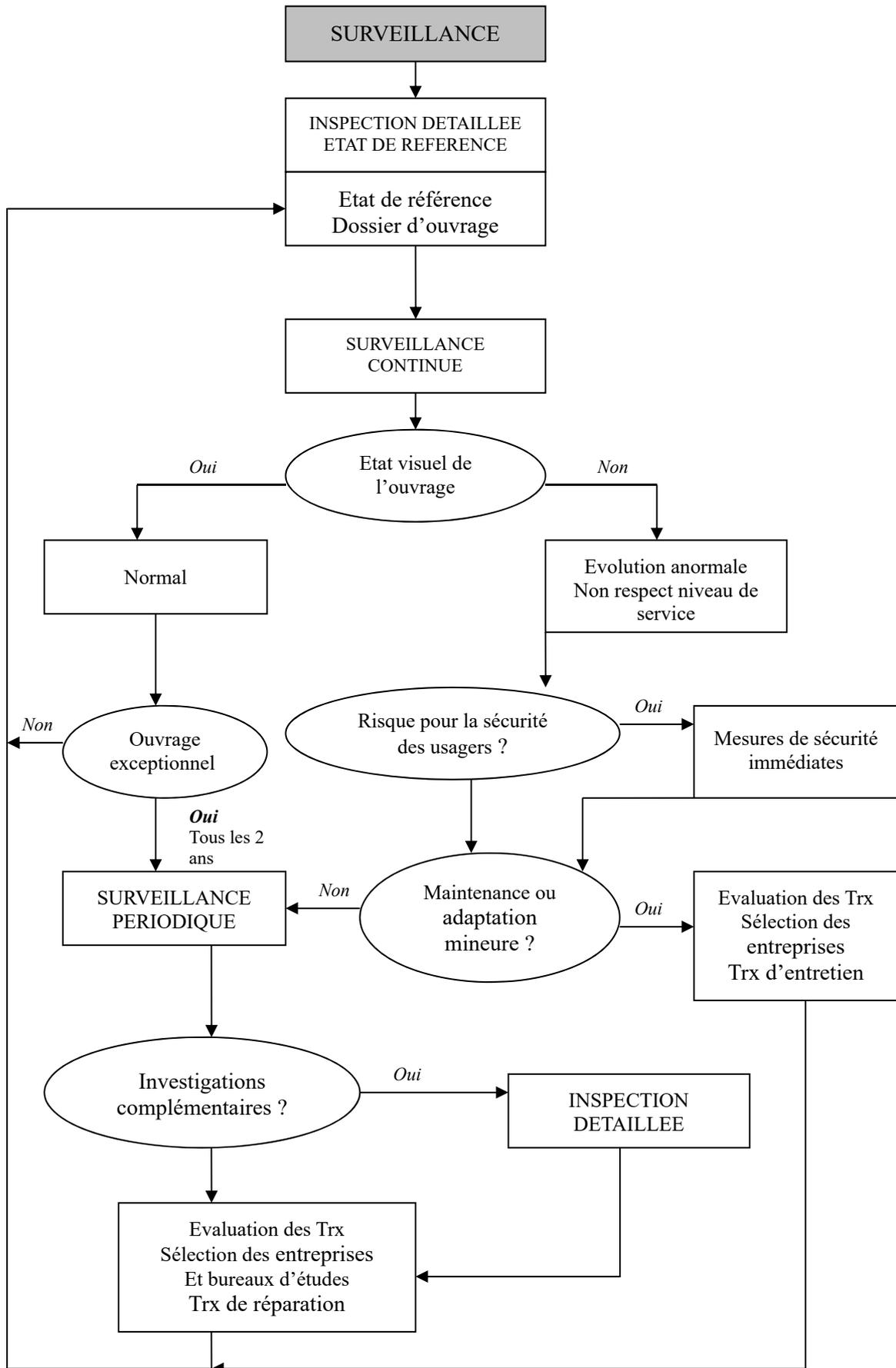
c) Inspection détaillée

Quand elle est effectuée à la fin des travaux de construction d'un ouvrage, elle permet d'établir l'état de référence auquel on se référera par la suite.

Après l'établissement de l'état de référence, les autres opérations liées à l'inspection détaillée ont lieu à la demande de l'ingénieur spécialisé en ouvrage d'art. Elles sont réalisées par un bureau d'étude et un laboratoire spécialisé agréé par l'Ageroute. Elles consistent à faire le bilan complet de l'ouvrage et à identifier les processus d'altération des matériaux et d'en apprécier l'évolution, à mesurer les déformations de la structure.

Les deux diagrammes ci après indiquent l'organisation et le processus décisionnel de la surveillance à l'AGEROUTE.





Conclusion

Une bonne politique de gestion des ouvrages implique une bonne connaissance du patrimoine et la mise en place d'une stratégie de surveillance efficace et adaptée.

Face aux exigences de qualité de service et de sécurité exprimées de plus en plus par les usagers, et compte tenu de la valeur inestimable du patrimoine ivoirien d'ouvrages, il convient de mettre en place les moyens financiers nécessaires à ces opérations.