

9. 施工計画

9.1 工事契約パッケージ

本事業は渋滞の激しいミッテラン通りの立体化による渋滞解消を目的としており、早期の高架橋建設が望まれている。対象となる3つの交差点（警察学校前交差点、リビエラ3交差点、パルメリー交差点）は、警察学校前交差点とリビエラ3交差点間が約3km、リビエラ3交差点とパルメリー交差点間が約0.7kmの離隔で位置している。3つの交差点が近接しており、工事契約パッケージを1つにして、建設機械や型枠の転用等を行いながら、かつ工事境界が発生しない状況で工事を行う方が工期短縮に繋がるため、AGEROUTEと協議の上、工事契約を1パッケージとすることで合意した。

9.2 ユーティリティー移設計画

9.2.1 はじめに

本事業において支障のあるユーティリティーについて、本業務で移設計画（案）を検討する。但し、ユーティリティーの移設は「コ」国政府負担事項であるため、移設計画（案）としてカウンターパートであるAGEROUTEに提案し、最終的な移設に対する責任管轄はAGEROUTEである旨、合意を得ている。

9.2.2 移設対象ユーティリティー

各交差点で移設対象となるユーティリティーを表9.2.1に示す。

表 9.2.1 交差点別移設対象ユーティリティー

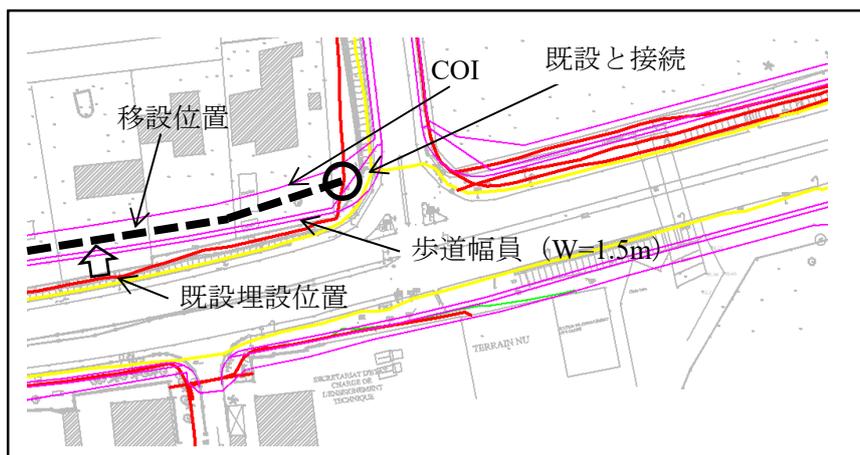
系 統	ユーティリティー	管理主管	タイプ
警察学校前交差点			
電力	架空線	CI-ENERGIES/CIE	電力ケーブル
	高圧線		電力ケーブル
	低圧線		電力ケーブル
通信	架空線	ORANGE / CITELCOM / MTN / MOOV / ANSUT	通信ケーブル
	通信ケーブル		通信管、通信ケーブル
上下水道	下水道	SODECI	水道管 (Φ800)
	上水道		下水管 (Φ500,600)
管理システム	監視カメラ	内務省/DITT	ビデオ用ケーブル
リビエラ3交差点			
電力	架空線	CI-ENERGIES/CIE	電力ケーブル
	高圧線		電力ケーブル

通信	架空線	ORANGE / CITELCOM / MTN / MOOV / ANSUT	通信ケーブル
	通信ケーブル		通信管、通信ケーブル
上下水道	下水道	SODECI	水道管 (Φ800)
	上水道		下水管 (Φ500,600)
管理システム	監視カメラ	内務省/DITT	ビデオ用ケーブル
パルメリー交差点			
電力	架空線	CI-ENERGIES/CIE	電力ケーブル
	高圧線		電力ケーブル
通信	架空線	ORANGE / CITELCOM / MTN / MOOV / ANSUT	通信ケーブル
	通信ケーブル		通信管、通信ケーブル
上下水道	下水道	SODECI	水道管 (Φ800)
	上水道		下水管 (Φ500,600)
管理システム	監視カメラ	内務省/DITT	ビデオ用ケーブル

出典：JICA 調査団

9.2.3 移設基本方針

ユーティリティーの移設において、本事業では道路端より COI までの余裕幅を最大 2m 確保している。したがって、当該余裕幅にユーティリティーの移設を行うことを基本方針とする。

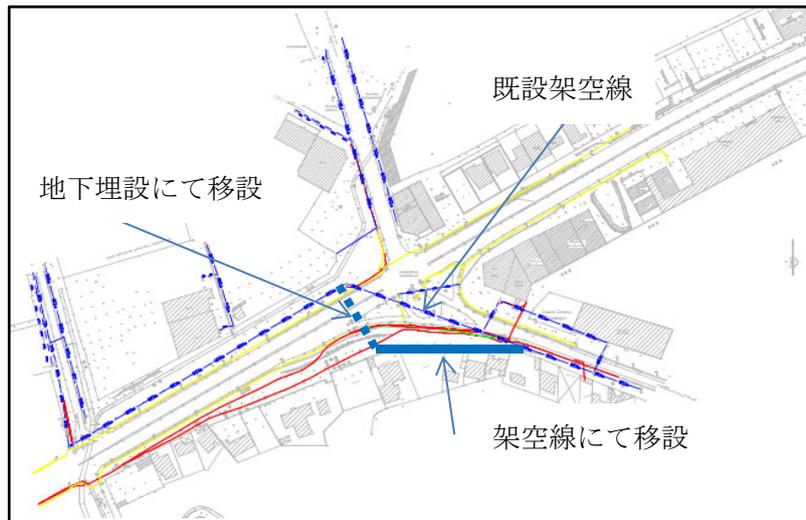


出典：JICA 調査団

図 9.2.1 ユーティリティー移設概要図

9.2.4 擁壁部におけるユーティリティー移設計画の基本方針

沿道と高低差が生じる区間は擁壁を設置するものとし、図 9.2.2 に示す COI と擁壁のスペースにユーティリティーを移設する。

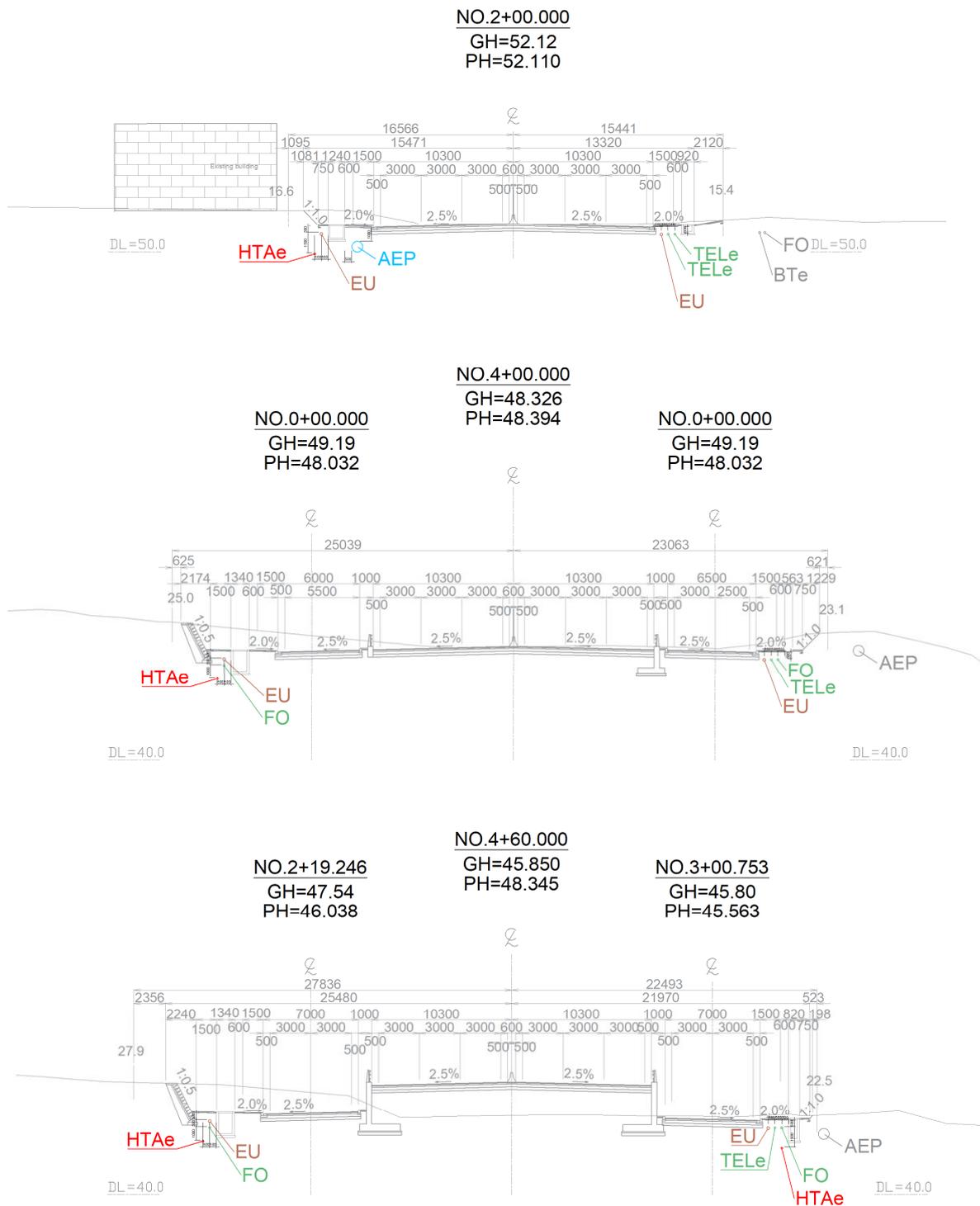


出典：JICA 調査団

図 9.2.4 電力の架空線移設概要図

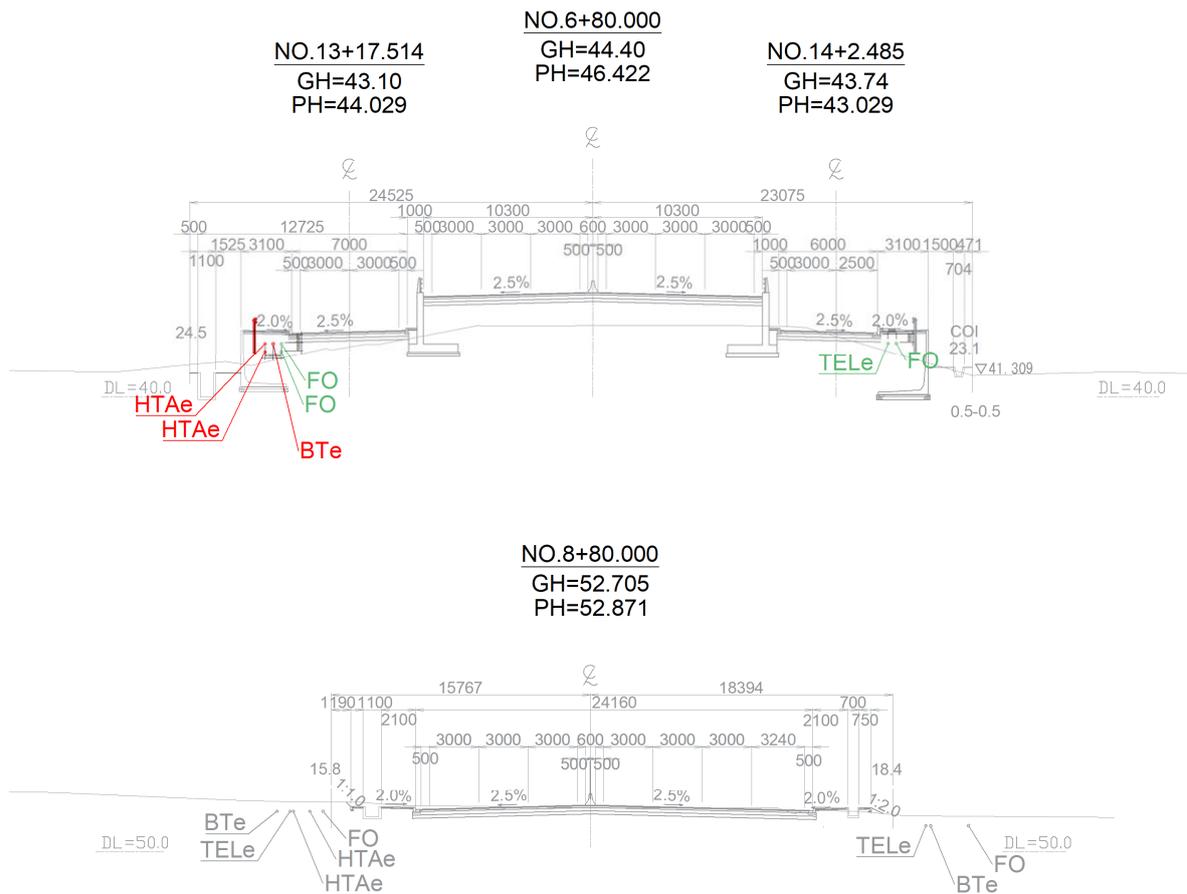
9.2.6 交差点別ユーティリティー移設計画（案）

ユーティリティーの移設工事は、「コ」国の負担により各ユーティリティー管理者が本事業の本体工事開始までに完了させる必要がある。本項においては、参考資料としてユーティリティー移設計画（案）を図 9.2.5～図 9.2.14 に示す



出典：JICA 調査団

図 9.2.7 ユーティリティー移設横断面図 (案) ・警察学校前 (1/2)



出典：JICA 調査団

図 9.2.8 ユーティリティ移設横断面図（案）・警察学校前（2/2）

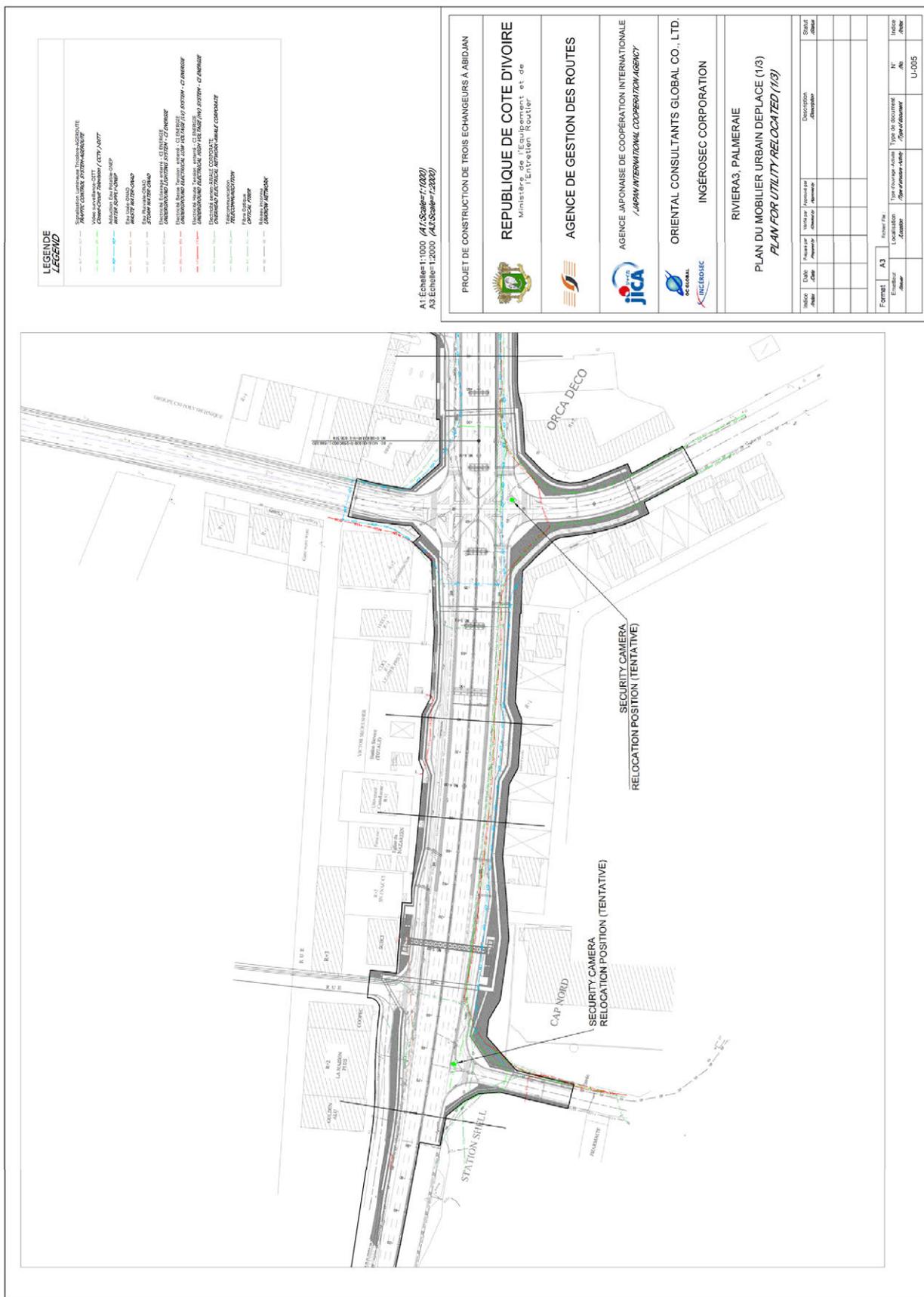
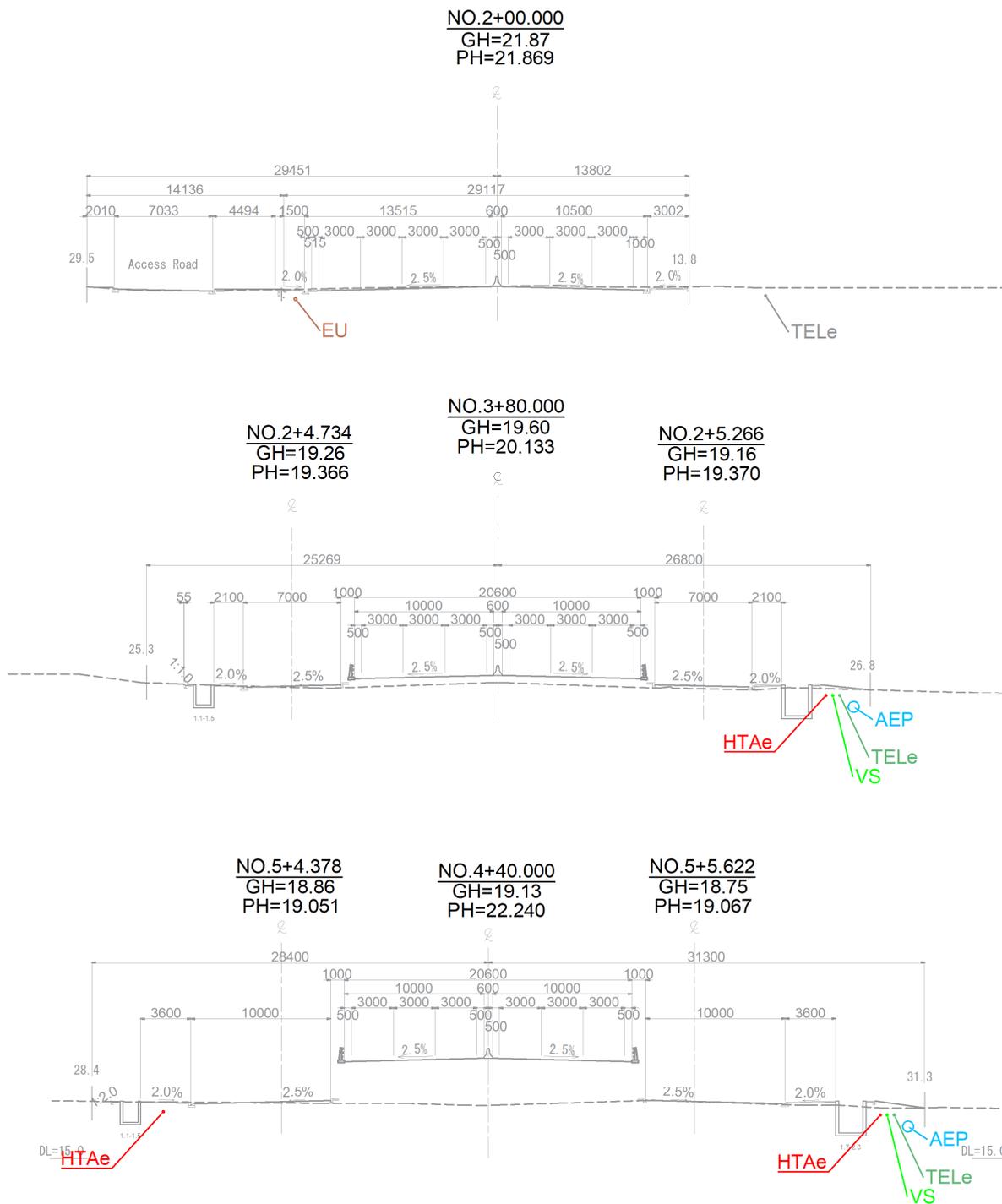


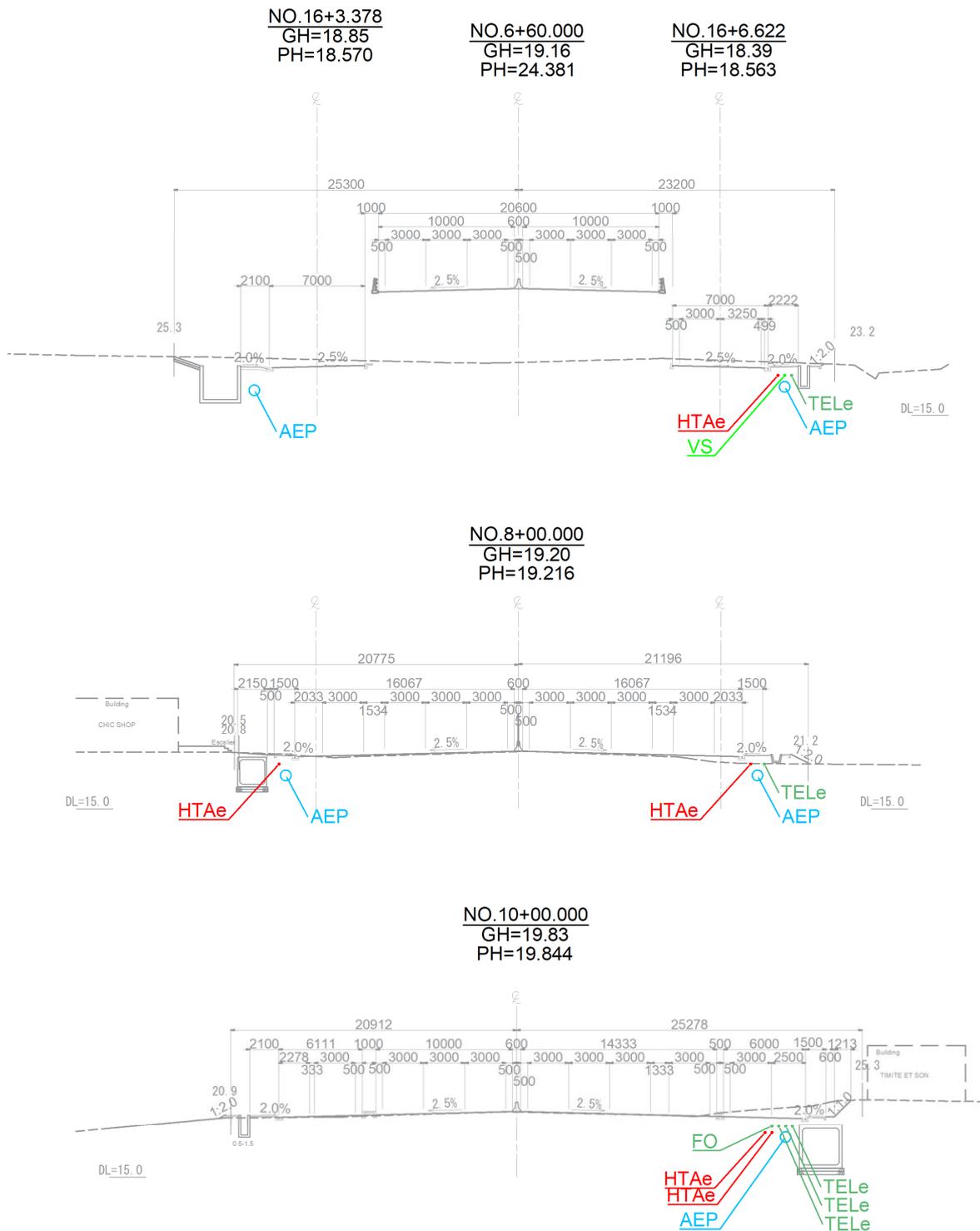
図 9.2.9 ユーティリティー移設平面図 (案) ・ リビエラ 3 ~ パルメリー (1/3)

出典：JICA 調査団



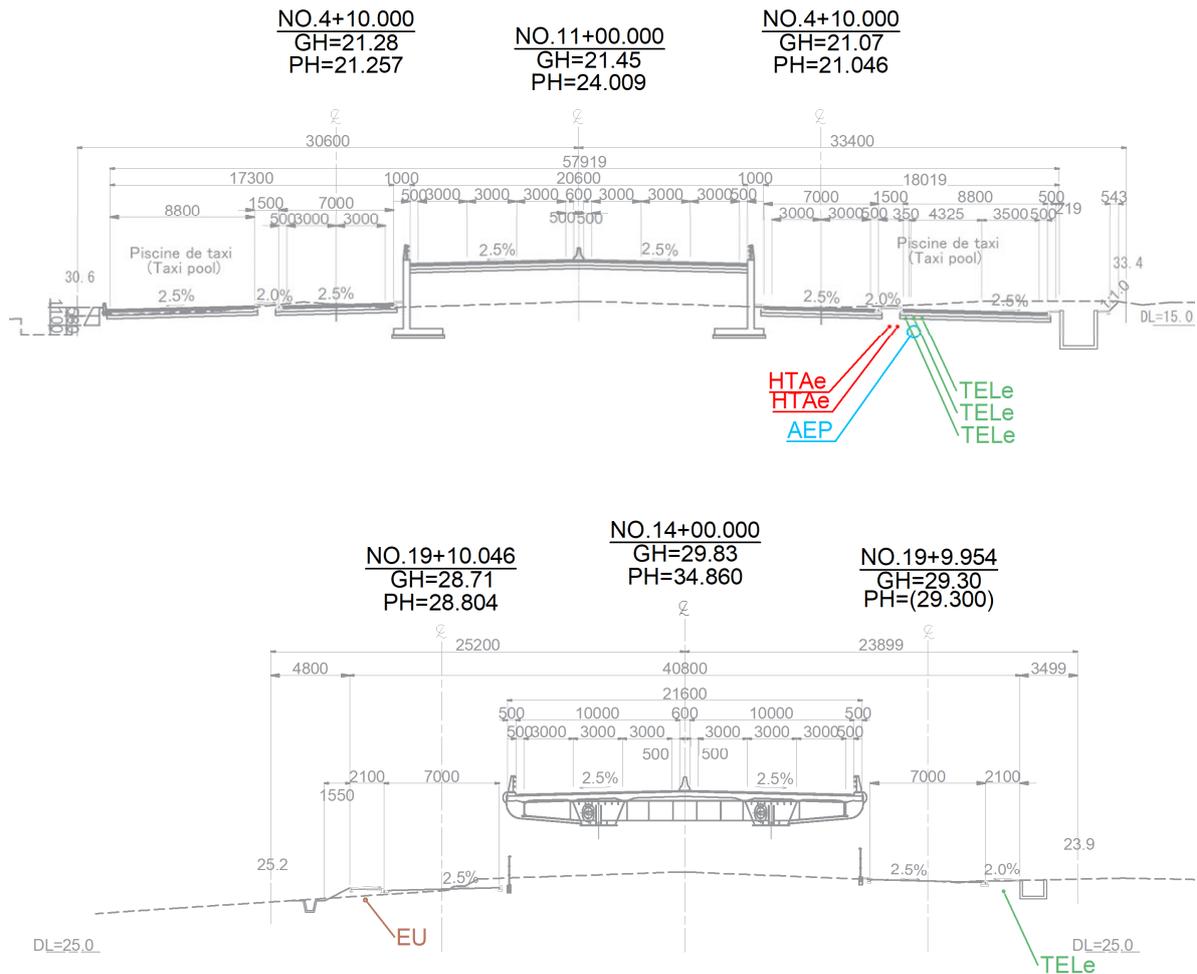
出典：JICA 調査団

図 9.2.12 ユーティリティー移設横断図（案）・リビエラ3～パルメリー（1/3）



出典：JICA 調査団

図 9.2.13 ユーティリティー移設横断図（案）・リビエラ3～パルメリー（2/3）



出典：JICA 調査団

図 9.2.14 ユーティリティー移設横断図（案）・リビエラ3～パルメリー（3/3）

9.3 施工計画の策定

9.3.1 施工計画の方針

本事業は日本国の円借款事業の枠組みで実施される予定であることから、施工計画の方針として下記を考慮する。

- 雇用機会の創出、技術移転の促進、地域経済の活性化に資するため、現地の技術者、労働者及び資機材を最大限に活用する。
- 本事業が円滑に実施されるように「コ」国政府、施工監理コンサルタント、及び建設業者間で緊密な連絡体制を確立する。
- 効率的な資材の搬入と機材の稼働に基づいた架設計画を立案する。したがって、架設用機材の稼働能力と COI を十分に把握し計画に反映させる。
- 横断排水構造物工事は、老朽化した既存排水構造物の撤去が必要となる場合においても、撤去工事中に再利用対象構造物を損傷させない十分な対策を講じる。

- 降雨状況、資機材調達に必要な期間、及び適切な施工方法の採用等を考慮し、現実的な施工計画を立案する。
- 現況交通流を著しく遮断せず、不都合が生じないような迂回路計画、及び現場作業工程を立案する。

9.3.2 施工計画の留意事項

施工計画の策定に際し、下記を留意する。

(1) 労働基準の遵守

建設業者は「コ」国の現行建設関連法規を遵守し、雇用に伴う適切な労働条件や慣習を尊重し、労働者との紛争を防止すると共に安全を確保するものとする。

(2) 工事期間中の環境保全

工事の着工命令受領後、施工業者が施工計画を策定する際は環境側面の遵守事項に配慮して工事の指導・監督に当たるよう計画する。

(3) 現地慣習の尊重

施工計画の立案に際し、現地の宗教上及び現地慣習に従った作業日程を考慮する。

(4) 交通安全の確保

高架橋建設中は、渋滞を避けるため既存交通を迂回路へ安全に誘導する必要がある。施工計画を考慮し、適切な時期に迂回路を建設する必要がある。

(5) 通関事情

資機材の輸入・荷下し及び通関手続き等の所要日数を考慮し、余裕を持った施工計画を立案する。

(6) 用地取得

本事業で建設される高架橋及びそれに付随する道路施設に係る用地取得の事前合意、保証金の支払い等が「コ」国により適切に実施されることを確認する。

(7) 「コ」国負担の工事スケジュール

「コ」国負担の工事スケジュールを十分に確認する。

9.3.3 本事業及び「コ」国負担事項の区分

本事業及び「コ」国負担事項の区分について、概要を以下に示す。

(1) 本事業

1) 建設工事

高架橋建設に係る以下の工事を本事業がカバーする。

- 高架橋（基礎工、下部工、上部工、橋面工等）
- 交差点改良（側道工、交通安全・管理工、舗装工、信号、道路照明等）
- 排水工（道路側溝、横断函渠工等）
- 仮施設（ベースキャンプ、工事事務所、倉庫等）

2) 資機材の調達

前述の「1) 建設工事」に必要な資機材の調達を行う。

3) 安全対策

工事実施に係る安全管理及び対策を行う。

(2) 「コ」国負担事項

1) 工事許可証の取得支援

施工業者が工事開始前に取得する工事許可証について、必要に応じて AGEROUTE が支援を行う。

2) 通関及び免税処置

(a) 通関

輸入に必要な書類は、「1. インボイス、2. 船荷証券、3. 保険証券、4. 原産地証明書、5. 一部品目について規格品証明書・検査証明書、6. その他」である。建設資機材は、「5. 一部品目について規格品証明書・検査証明書」に該当し、この輸入品に関しては「コ」国政府からの承認が必要となる。

(b) 免税措置

「コ」国財務省が E/N の記載内容に従うこととされている。財務省から発行された証明書を税関や税務署に提出することにより、基本的に日本企業及び日本人は免税措置を受けることができる。

3) 用地取得及び移転補償等

COI の用地取得及びそれに伴う移転補償等、必要に応じ仮設ヤードの取得支援を行う。

4) 公共施設の移設等

ユーティリティー（電力、上下水等）移設、工事で発生する廃棄物や残土の処分場確保の支援、AGEROUTE の監督職員の配置を行う。

5) その他

その他、必要に応じて以下を行う。

- 本事業の工事に従事する日本及び第三国技術者の入国、滞在などに対する便宜供与
- 「コ」国政府が課す関税、国内税、その他税政上の課徴金等の免除または払戻し
- カウンターパートの指名、要員の交通手段・経費の確保

9.3.4 直接工事

本工事は、高架橋建設用地を確保するため、先行して迂回路を構築し、既存交通を切り廻す必要がある。したがって、本線及び側道拡幅部の施工前に既存排水施設の切り廻しを完了させる。拡幅部の舗装工事が完了し、迂回路を供用させた後、仮設防護柵等で工事用地を確保したうえで、橋梁基礎及び下部工の工事を開始する。橋梁上部工の架設においては、実現可能な材料調達、工場製作、及び海上輸送等の日程を考慮した計画とする。また、上部工に使用する鋼材の仮設ヤードは、鋼材容積を考慮した所定の鋼材組立て用地を各対象橋梁の橋台後方に確保する。道路付帯施設工については、既存交通を供用しながらの施工となるため、適切な交通誘導員の配置計画を行う。

以下に「コ」国の土木工事に係る一般事情と道路工事の概要を記載する。

首都はヤムスクロであるが、実質的にはアビジャンが政治・経済の中心であり、コートジボワールの南部に位置し、高温多湿な熱帯雨林気候である。気温は24度から32度、湿度は70%から90%であり、5月から9月が雨季、10月から4月が乾季で年間降水量は1,600mm程度である。乾季と言えど雨量が少なくなる程度で年間を通じて降雨がある。

高架橋が位置するミッテラン通りは、ラグーンと並行し、内陸方面約3kmに、東西に位置している都市幹線道路の要の一つである。対象架橋サイトの標高は、警察学校前交差点で約50m、リビエラ3交差点で約20m、パルメリー交差点で約28mであり、リビエラ3交差点が最も低い位置にある。

事業対象箇所は、アビジャン市の中心に位置するため、電力・上下水・通信等のインフラは整っているが、稀に停電や断水があり、非常時の電源や水源の確保に留意が必要である。

労務調達については、事業対象箇所周辺からの普通作業員の確保は容易である。土木技術者についての確保は、人数に限りがあり、政府機関の土木系職員も少ない。

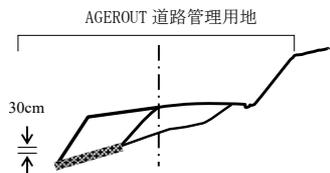
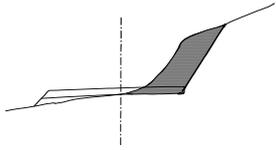
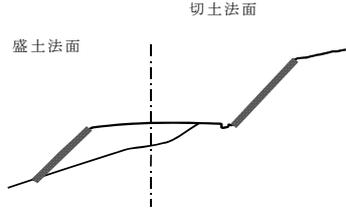
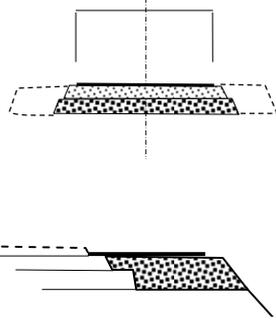
舗装及びコンクリート用の砕石・骨材等の確保については、既存の原石山で数社が既に安定的に生産、供給している。2次製品業者も大規模な生産施設で競合している業者が複数あり、活用が可能である。アスファルトプラントは、事業対象箇所から北西約20km付近に仏系施工業者が常設ヤードを所有するなど、複数のプラント施設があり、現地での生産、調達が可能である。よって、仮設ヤードは各種プラントの設置は考慮せず、現場事務所、重機の駐機、橋梁部材を含む資材の仮置き場を兼ねるベース・キャンプの設置を建設サイトから車両で15分程度の範囲の場所に1箇所想定する。

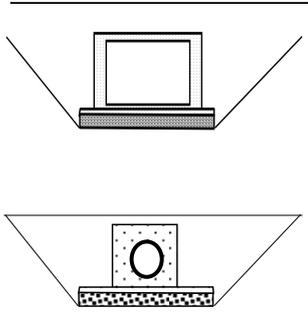
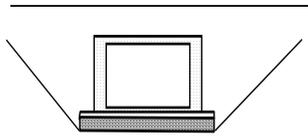
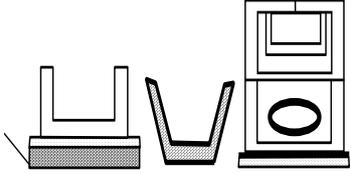
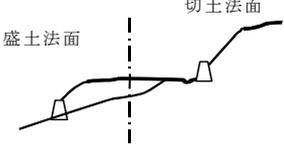
建設機械は、殆どの道路建設機械を揃えている仏系建設業者が「コ」国内に数社存在しており、現地調達可能な建設機械は現地業者を下請けとして活用する方針とする。但し特殊機材に位置付けられる 200 トン級の油圧式トラック・クレーンについては、現地での調達が困難或いは非常に高価ということが判明したため、日本或いは第三国調達を想定する。

主材料としてセメントは複数社で現地生産されており、瀝青材、鉄筋等の土木資材も仏国含む海外から安定輸入されており、現地調達が可能である。

主要道路工事内容を表 9.3.1 に示す。

表 9.3.1 主要道路工事内容

工種	内容	イメージ図
抜除根	雑木の繁茂する計画道路の両側。AGEROUTE 道路管理用地幅員の中で、計画道路に必要な表土の剥ぎ取りを行う。表土の厚さは、30cm とした。	
切土工 普通土掘削	切り土法面部の路床・路盤工に先立ち、ブルドーザー、バックホウでの掘削可能な場合を普通土掘削とする。	
路体盛土工 客土 残土処分	盛土での路体、路床の構築用に、土取り場から客土を運搬し、ブルドーザーで盛立て、タイヤローラで締め固め、散水車で含水比を調整する。道路切土で発生する土砂で、盛土材として不適当な土砂を捨土処分とする。	
路床工 路床盛土工	路体盛土と同様	
法面整形工 切土法面工 盛土法面工 縦溝排水溝(側溝)	切り土法面工は排水を円滑にし、雨水による侵食を防止する目的から、切土部分の法面をバックホウで削り取り整形する。盛土法面工も同上の排水処理が目的であり、施工は法面をブルドーザーで転圧整形する。法面部の縦溝排水は、現場打ちコンクリート側溝で構築する。	
舗装工(車道) 下層路盤工 上層路盤工 アスファルト基層工及び表層工	下層路盤工は、土取り場より採取した現地発生材の最大骨材寸法規格等を調整した路盤材で盛立てる。施工はモーターグレーダで敷均し、ロードローラ、タイヤローラで締め固め、最適含水比で締め固める為、散水を行う。上層路盤工は、粒度調整砕石を所定の厚さで盛立てる。施工は下層路盤と同様。アスファルト基層工は上層路盤上にアスファルト瀝青材を散布して、アスファルトコンクリート混合物を所定の厚さで盛り立てる。施工はアスファルトディストリビュータで瀝青材を散布し、ダンプで運ばれた混合物をアスファルトフィニッシャーで敷き均し、ロードローラとタイヤローラで締め固めて仕上げる。アスファルト表層工はアスファルト基層上にアスファルト瀝青材を散布して、アスファルトコンクリート混合物を所定の厚さに盛り立てる。	

工 種	内 容	イメージ図
	既存舗装との取り合い部分は、新設路盤を既存舗装にかけるように施工する	
路肩工 路肩路盤工	車道部と路肩舗装は、基本的に同一舗装とし、路肩路盤工は、上層路盤材を所定厚さに盛立てる。施工は車道路盤工と同様。	
横断排水工 横断暗渠工 φ 400 φ 500 φ 600 φ1,500 φ1,600 φ2,000 φ2,300 呑口・吐口工	道路横断排水は、基本的にプレキャスト製品を使用する。管渠は、360度全巻きコンクリートを適用。水路は、コンクリート及びグレーチング製の蓋を用途により使い分ける。 呑口・吐口工は、L型擁壁とする。	
ボックスカルバート工 (プレキャスト)		
排水路工 水路溝 U型プレキャスト側溝 歩道切り下げ側溝 コンクリート蓋付きU型側溝 グレーチング蓋付きU型側溝 接合桝	路線の両外側に、土の用水路溝を構築する。側溝は、切り土部の法面からの排水を処理する目的で構築される。接合桝工は、側溝及び横断排水工の接合させる機能を持ち、必要な断面及び蓋掛けを基本とする。	
擁壁工 コンクリート擁壁 ブロック積擁壁	切土のり面はブロック積擁壁、盛土のり面はL型擁壁もしくは重力式擁壁を構築する。	
付属施設工 標識 防護柵工 区画線工	防護柵工は、一般車道部は中央分離帯の中心、高架橋部は、直下の中央分地帯の外側に設置し、歩行者の横断を横断歩道箇所へ誘導する。 区画線はセンターラインと両路肩に白線幅を変えて設置する。	

出典：JICA 調査団

9.3.5 共通仮設

(1) 輸送梱包計画

本事業は STEP を適用する見込みであるため、日本からの輸送として、主に鋼橋に係る資機材を想定している。輸送期間は梱包、海上輸送、通関、内陸輸送を含め、約 60 日間を要する。日本からの調達・輸送期間は、現地搬入までに約 2 ヶ月半を要する。特に工程計画上の要となる日本からの輸送期間を十分考慮して、3 ヶ月として全体工程を策定する。

(2) 準備工の計画

準備工は、「準備測量、ベース・キャンプの造成、橋梁工事用アクセス道路、土取場の準備、跡片付け等」を想定した。

- 準備測量は、「高架橋建設路線の基準点測量、水準測量の工事前の準備」を想定した。
- ベース・キャンプの造成は、「整地、測量、場内道路、場内排水設備工」を想定した。
- 跡片付けは、「ベース・キャンプ、事務所等の取り壊し、整地」を想定した。

(3) 安全対策

安全費は、工事期間中の「警告、誘導員、迂回路への交通標識、速度制限標識、工事範囲内立入禁止標識、及びバリケード等」、及び「ベース・キャンプ、施設等の立ち入り規制、盗難防止等」を目的に計上する。供用中の既設道路を交差する箇所については、工事車両・重機が通行人や一般車両と接触しない様、細心の注意を払う。夜間の一般通行車両のためにバリケード等に反射テープを貼るものとする。

1) 安全施設類の設置計画

安全施設類の設置に要する費用として、工事期間中は作業エリアから 300m、150m 手前に速度制限標識、警告標識、迂回路表示、立ち入り禁止標識、夜間照明等を計上する。また、作業員の安全対策として、ヘルメット、安全靴、安全ベルト、及び消火器の設置を考慮する。

2) 作業基地等への立入防止柵の配置計画

施設等への立ち入り規制、盗難防止を目的に施設外周に有刺鉄線の設置を行う。

3) 交通管理計画

工事車両の現場出入口での交通事故防止、機械作業に伴う労務災害事故防止を目的に各高架橋現場において、起点部と終点部の上下線に各 4 名、合計 24 名の警備員を昼夜配置する。

4) 安全対策

安全対策として、ベース・キャンプ（現場事務所、試験室、倉庫、材料加工場、資材仮置き場等）には、資機材等の盗難防止、日本人及び第三人への危害等の犯罪防止を目的に 2 名の保安警備員を 24 時間体制で配置する。なお、夜間の警備のため、用地のコーナーに投光器を設置する。

(4) 電気計画

工事用の電力供給は基本的に買電で計画するが、電圧変動、安定供給を考慮して発動発電機を非常用電源として整備することが望ましい。

9.3.6 調達事情

主要資機材の調達計画を表 9.3.2 に示す。

表 9.3.2 主要資機材の調達計画

材 料 名	現 地	日本もしくは 第3国	備 考
主桁及び鋼材		✓	本邦技術活用条件のため JIS 規格
セメント	✓		現地生産
骨材	✓		現地生産
コンクリート混和材	✓		輸入品であるが入手可能
生コン	✓		現地生産
鉄筋	✓		輸入品であるが入手可能
塗装		✓	本邦技術活用条件のため JIS 規格
橋梁付属品（支承、伸縮装置）	✓	✓	ユーロ規格のため欧州より輸入、現地調達
排水工	✓		
防水工	✓		
桁カバー及びコルニッシュ	✓		鋼製
照明	✓	✓	ユーロ規格のため欧州より輸入、現地調達
舗装	✓		輸入品であるが入手可能

出典：JICA 調査団

9.4 施工スケジュールの策定

9.4.1 上部工の架設作業サイクル

高架橋建設は、下部工工事が完了すれば、夜間作業を主体とする上部工の架設工事に移行する。上部工の架設工事がクリティカルパスとなるため、当該工事の特殊性及び作業規模を考慮し、以下に上部工工事サイクルの概要を示す。なお、上部工の架設工法は、200 トン級トラック・クレーンによるベント工法を想定した。

(1) 警察学校前高架橋

上部工工事の架設サイクルの検討条件を表 9.4.1 に示す。

表 9.4.1 警察学校前高架橋の架設サイクル検討条件

橋梁形式	5 径間連続合成箱桁
全幅員	21.6 m
対象鋼重	主構造 主桁 675.6 t
地組工	地組重量：G=675.6 t
桁架設工	橋体総重量：W=817.5 t
総ブロック数	42

出典：JICA 調査団

上記検討条件に基づき、主桁のブロック数毎の架設サイクル日数は、表 9.4.2 のとおり計算される。

表 9.4.2 警察学校前高架橋の架設サイクル日数

架設時の ブロック数	主桁架設サイクル日数
4	地組日数1、架設日数、溶接日数、溶接用ケーシング工日数の合計 16.8日/1主桁、16.8日/2主桁
3	同上合計 5.8日/1主桁、11.6日/2主桁
2	同上合計 3.2日/1主桁、6.4日/2主桁
1	同上合計 0.3日/1主桁、0.6日/2主桁

出典：JICA 調査団

同様にその他2交差点の架設サイクル検討条件、及び架設サイクル日数を以下に示す。

(2) リビエラ3高架橋

表 9.4.3 リビエラ3高架橋の架設サイクル検討条件

橋梁形式	5径間連続合成箱桁
全幅員	21.6 m
対象鋼重	主構造 主桁 1,034.5 t
地組工	地組重量：G=1,034.5 t
桁架設工	橋体総重量：W=1,211.7 t
総ブロック数	60

出典：JICA 調査団

表 9.4.4 リビエラ3高架橋の架設サイクル日数

架設時の ブロック数	主桁架設サイクル日数
4	地組日数1、架設日数、溶接日数、溶接用ケーシング工日数の合計 10.9日/1主桁、21.8日/2主桁
3	同上合計 7.5日/1主桁、15.0日/2主桁
2	同上合計 4.1日/1主桁、8.2日/2主桁
1	同上合計 0.4日/1主桁、0.8日/2主桁

出典：JICA 調査団

(3) パルメリー高架橋

表 9.4.5 パルメリー高架橋の架設サイクル検討条件

橋梁形式	6径間連続合成箱桁
全幅員	21.6 m
対象鋼重	主構造 主桁 1,209.1 t
地組工	地組重量：G=1,209.1 t
桁架設工	橋体総重量：W=1,434.6 t
総ブロック数	72

出典：JICA 調査団

表 9.4.6 パルメリー高架橋の架設サイクル日数

架設時の ブロック数	主桁架設サイクル日数
5	地組日数1、架設日数、溶接日数、溶接用ケーシング工日数の合計 16.8 日/1 主桁、33.6 日/2 主桁
4	同上合計 12.8 日/1 主桁、25.6 日/2 主桁
3	同上合計 8.8 日/1 主桁、17.6 日/2 主桁
2	同上合計 4.8 日/1 主桁、9.6 日/2 主桁
1	同上合計 0.5 日/1 主桁、1.0 日/2 主桁

出典：JICA 調査団

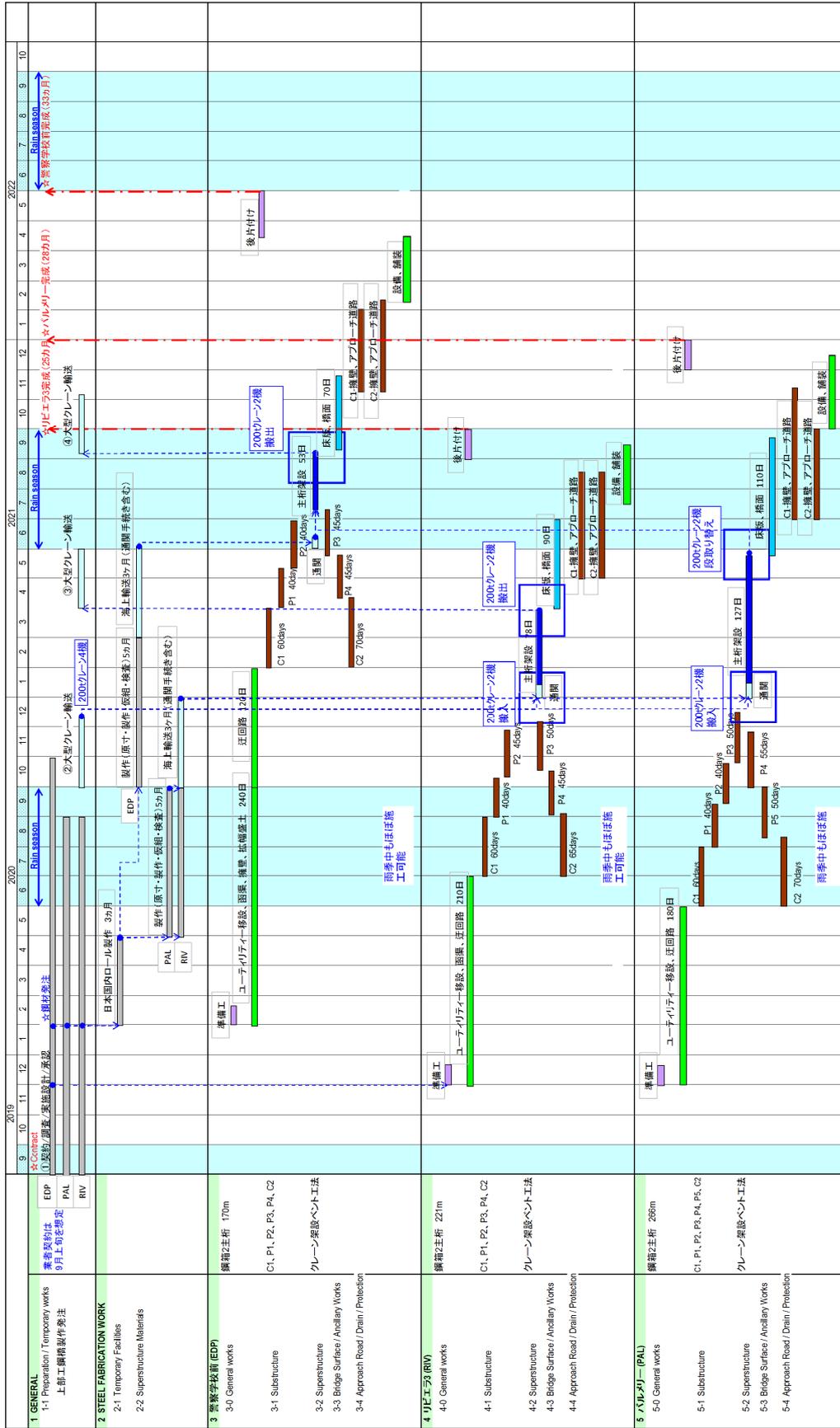
9.4.2 全体施工スケジュール

道路工事及び橋梁工事を大項目として、施工区分、施工時の取り合い等の留意事項を整理し、全体施工スケジュールを立案する。なお、同工事工程（案）には、雨季と乾季の区分を明記するが、短時間に集中する降雨がほとんどであることから、乾季とほぼ同様の稼働状況と考える。

工事工程（案）策定における前提条件は以下とした。

- 1) 工事着工は2019年9月とする。しかしながら、実際の工事開始は類似案件の実績に基づいて、施主との協議期間を確保するものとし、道路工事は工事着工から4ヵ月目とする。橋梁工事は、実施設計及びその承認手続き期間を考慮して、下部工工事を10ヵ月目、上部工工事を17ヵ月目からの工事開始と想定した。
- 2) 上部工の調達については、材料発注を工事着工から6ヵ月目に行い、鋼板製造に3ヵ月を要する。その後、9ヵ月目から主桁製作を開始し、主桁部材の製作・仮組・塗装に5ヵ月を要すると想定した。
- 3) 海上輸送等、通関手続きを含めて往路輸送を3ヵ月間と想定した。

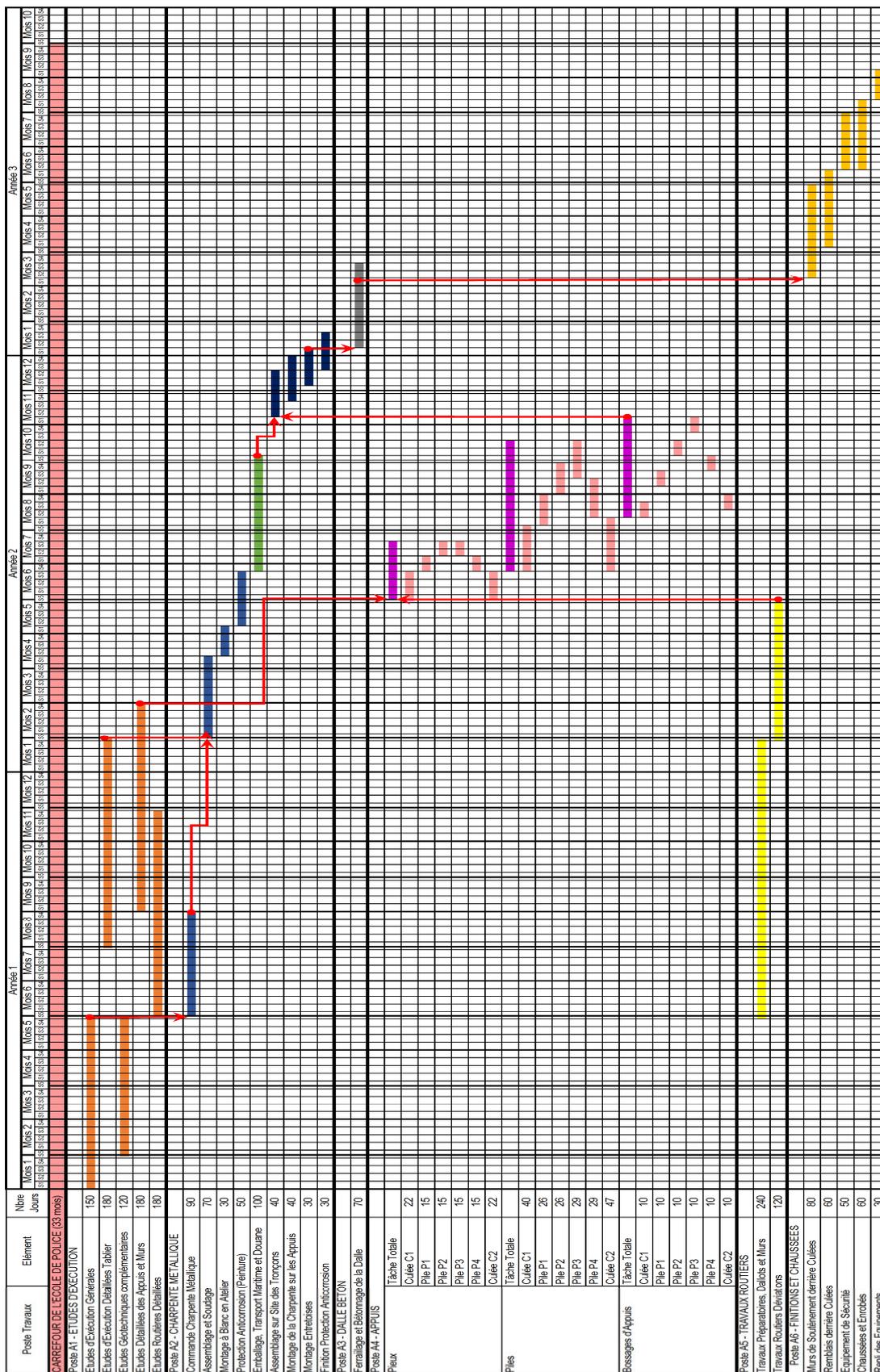
全体施工スケジュールを図9.4.1に示す。



注: 下部工の作業日数は、数量及び現場状況に基づいて、平成30年度開工作業日当たり標準作業量に基づいて算定した。橋脚上部工は、前出の架設サイクル日割に基づいて算定している。

出典：JICA 調査団

図 9.4.1 全体工事工程表



出典：JICA 調査団
 図 9.4.2 警察学校前交差点工事工程表

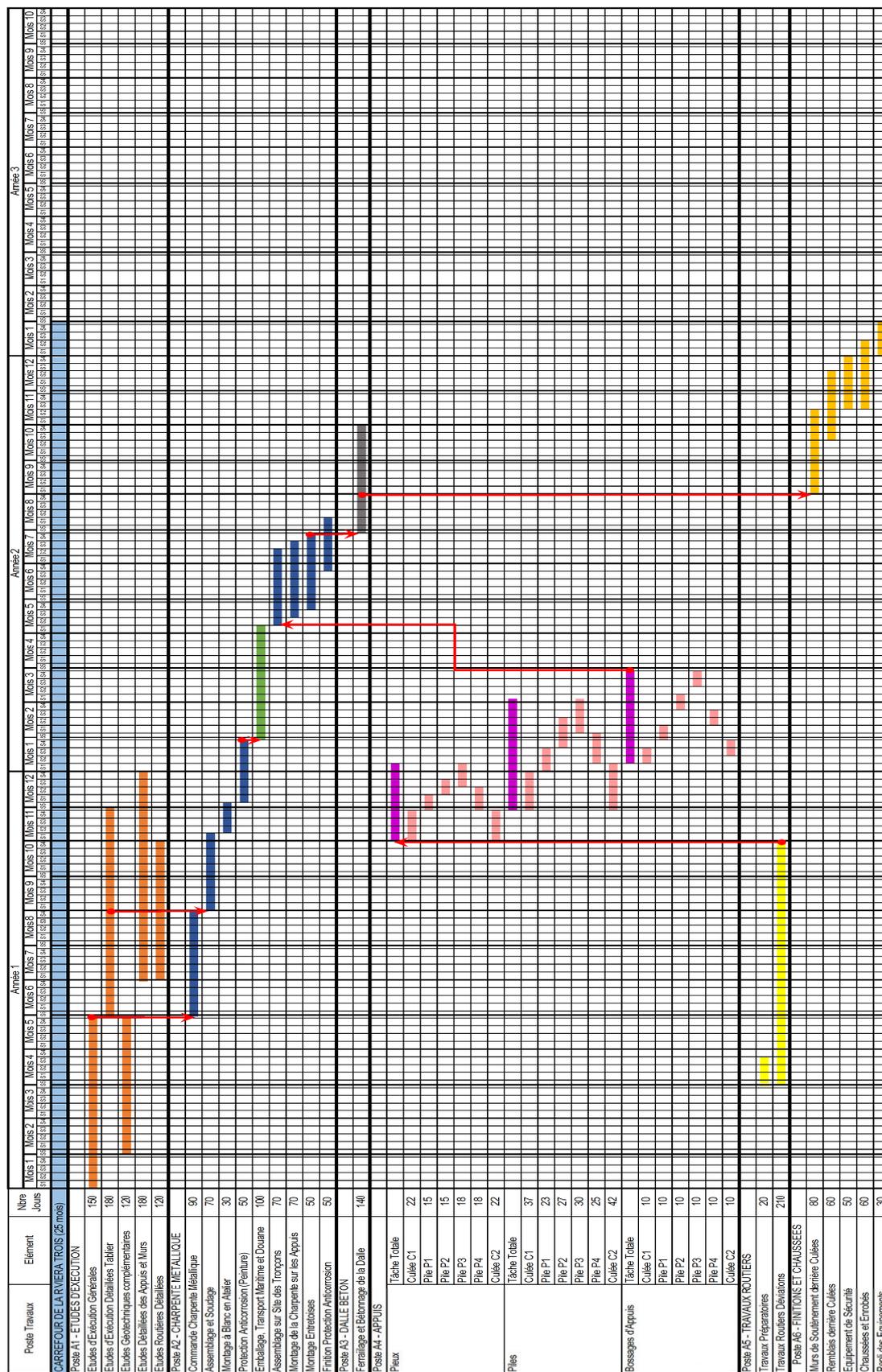


図 9.4.3 リビエラ3 交差点工事工程表

出典：JICA 調査団

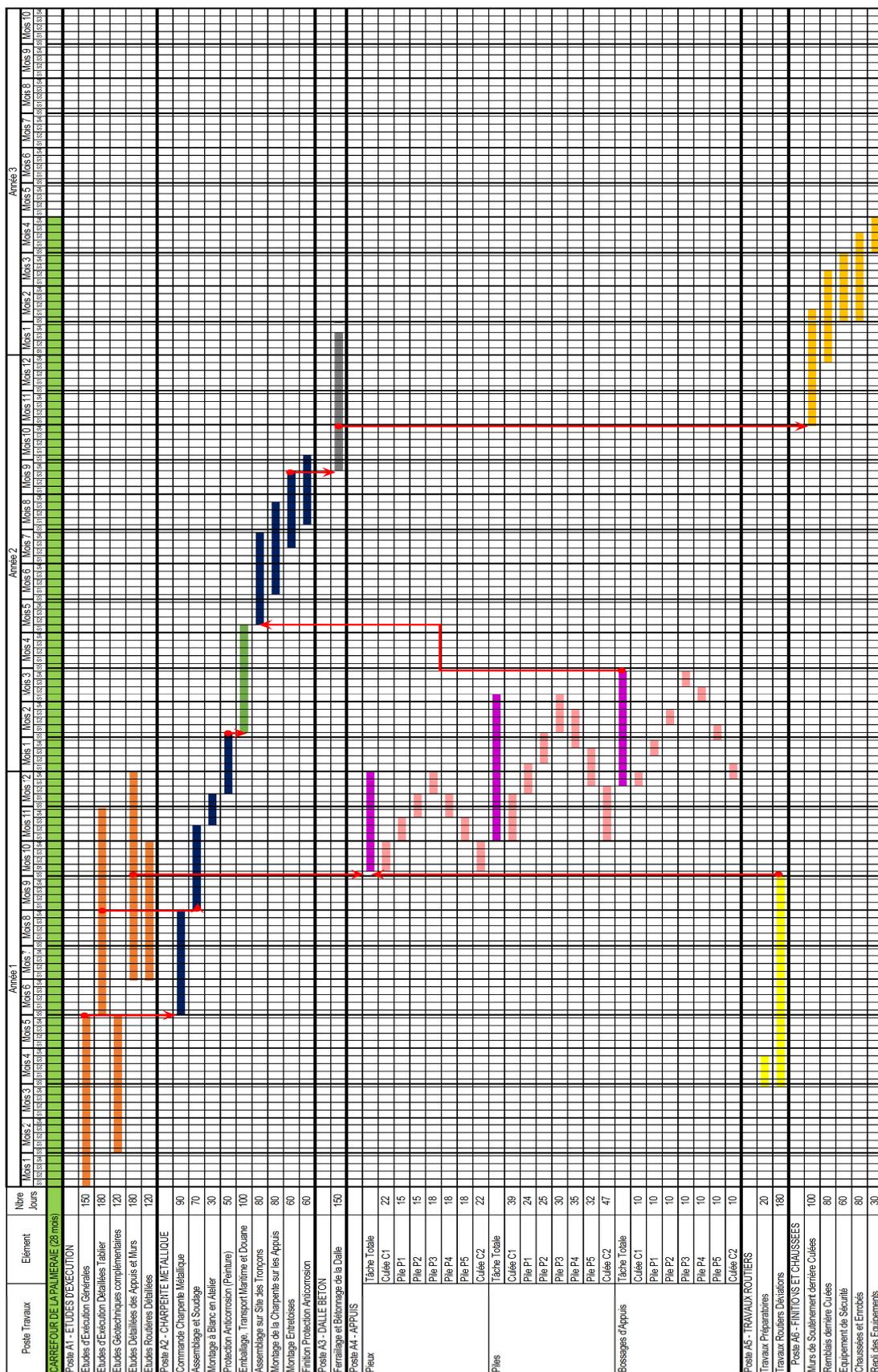


図 9.4.4 パルメリー交差点工事工程表

出典：JICA 調査団

10. 積算

10.1 積算条件

本事業の積算は、警察学校前交差点、リビエラ 3 交差点、及びパルメリー交差点について、1 パッケージとして実施する。

我が国の土木工事の積算歩掛である「国土交通省土木工事積算基準」、「橋梁架設工事の積算（一般社団法人日本建設機械施工協会）」及び「協力準備調査設計・積算マニュアル補完編（土木分野）（JICA）」等を参考とし、「コ」国の労務単価、材料単価および機械単価を用い、工事単価を算出する。その算出された工事単価と本調査を通じて収集した最近の橋梁・道路事業（AGERROUTEにて実施）の工事単価とを比較し、妥当性を検討する。間接費相当分（現場事務所設営、施工計画、工事測量、竣工図書作成費用等）についても同様とする。

建設工事費は、設計数量にそれぞれの工種単価を乗じる方式で計算する。また、使用した為替レート（2018年11月）は以下の通りである。

- 1 ユーロ (€) = 127.78 円 (JPY)
- 1 ユーロ (€) = 655.957CFA フラン (XOF)
- 1 CFA フラン (XOF) = 0.195 円 (JPY)
- 1 ドル = 112.20 円 (JPY)

10.2 BOQ 項目

BOQ の項目は、「コ」国で実施された過去の橋梁・道路事業を参考にして設定する。橋梁上部工は、本事業特有の項目（鋼桁工及び合成床版工）であるため、新たに追加される。以下に工種項目を示す。

- A : 一般・共通項目
- B : 準備工
- C : 土工
- D : 基礎工
- E : 型枠支保工
- F : コンクリート工
- G : 鉄筋工
- H : 鋼桁工
- I : 舗装工

- J : 排水工
- K : 擁壁工
- L : 道路付帯工
- M : 道路標識・路面標示工
- N : 道路照明・信号設備工
- O : その他

10.3 本邦調達比率の検討

本事業は、STEPに基づいて実施される。STEPでは、日本を原産とする資機材・役務等の本邦調達比率が30%以上と規定されている。本事業における本邦調達比率を表10.3.1に示す。

表 10.3.1 本邦調達比率

建設費	11,538 百万円
本邦調達 鋼桁、合成床板（鋼板部材）の製作・架設	3,952 百万円
	34%

出典：JICA 調査団

10.4 本事業の建設費

本事業の建設費を表10.4.1に示す。

表 10.4.1 本事業の建設費

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

出典：JICA 調査団

11. 環境社会配慮

11.1 環境影響評価

11.1.1 環境影響評価に関する支援

AGEROUTE が D/D に基づき必要に応じて行う環境管理計画（以下、EMP：Environmental Management Plan）、環境モニタリング計画（以下、EMoP：Environmental Monitoring Plan）、モニタリングフォームの改訂作業の支援、及び環境影響評価（以下、EIA：Environmental Impact Assessment）の環境適合証明書（以下、ECC：Environmental Compliance Certificate）等必要な許認可の取得支援を行った。

具体的には、環境影響評価書（以下、EIS：Environmental Impact Statement）のEMP、EMoP 及び F/S 報告書に含まれる EMP、EMoP、モニタリングフォームを、基本設計や詳細設計の結果に基づきレビューした。また、負の影響に対する緩和策として、コントラクター調達に関する入札図書を確認した。

(1) 環境影響評価に求められる内容

EIA に網羅されるべき内容は、大統領令 No. 96-694 に表 11.1.1 のとおり示されている。

表 11.1.1 ESIA* (Decree No. 96-694, 1996) の概要

EIA 関連法規	内 容
1. 序文	実施プロジェクトの選定。
2. 手順	全体手順、環境コンサルタント、ESIA 作成の法的責任者、等。
3. 管理規則	ANDE の責務、ESIA の技術的サポート、ESIA の TOR の明確化、潜在的影響の評価、モニタリング及び環境管理計画、ESIA における説明責任、より良い環境対策の促進。
4. ESIA 報告書の目次案	1) プロジェクトの説明、2) 現況及び潜在的影響、3) 潜在的影響の評価、4) 環境対策、5) モニタリング計画。
5. 特別条項	ESIA の法的位置付け、環境省の最終決定、情報公開と住民関与の確保。
6. 最終条項	現在実施中及び将来のプロジェクトへの適用、関連省庁の ESIA 実施の責務。

*ESIA: Environmental and Social Impact Assessment

出典：ANDE

(2) 環境影響評価承認手続き支援

各事業における環境影響評価承認手続きまでのプロセスを以下に示す。

プロジェクトの内容及び環境影響の概略を説明した EIS を事業者（AGERROUTE）が国家環境庁（以下、ANDE：Agence Nationale de l'Environnement）に提出する。

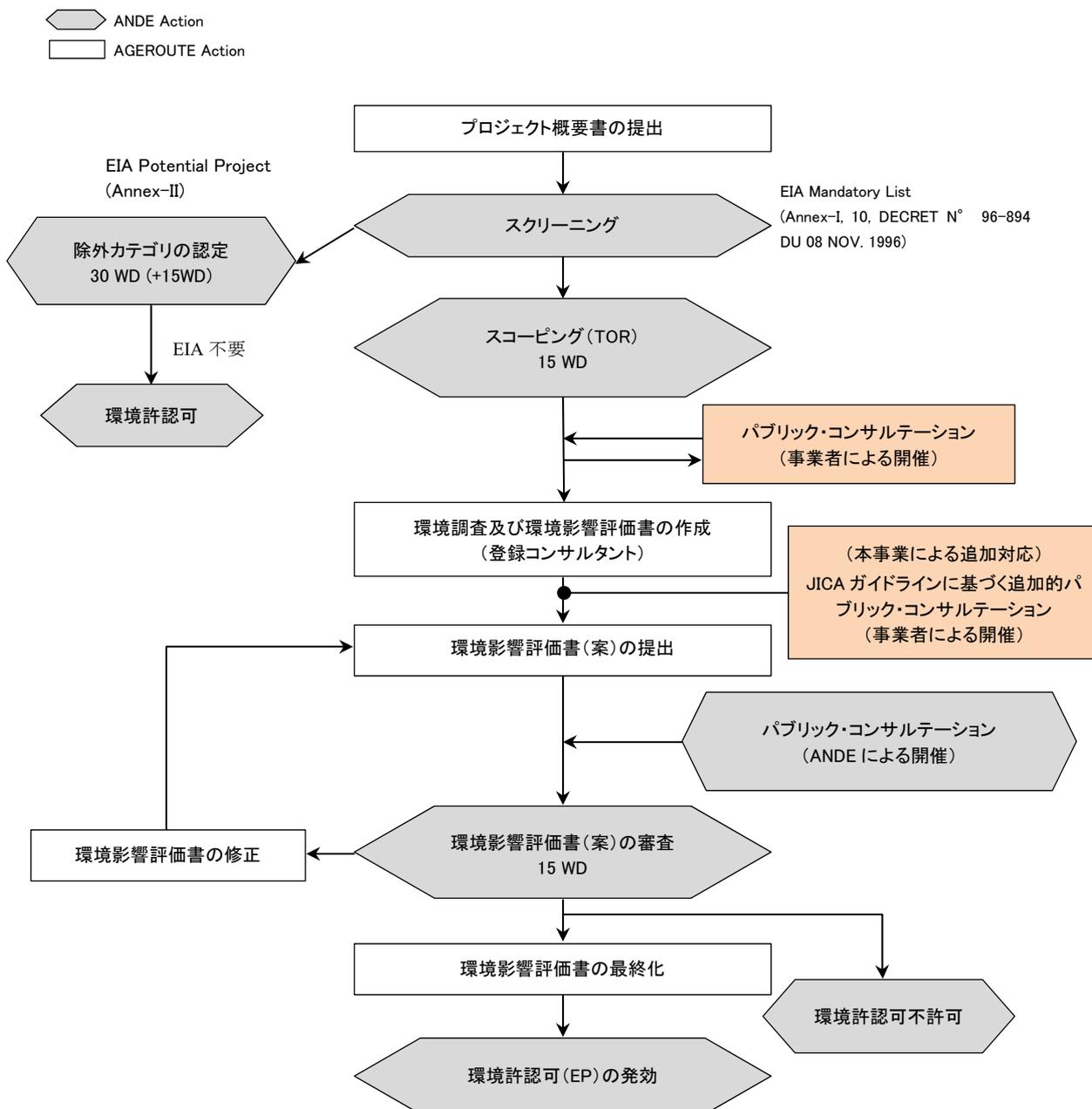
- ② ESIA のスクリーニングが ANDE によって実施され、以下のカテゴリに区分される。
- カテゴリ ANNEX I : 環境への影響がある。 : ESIA の実施
 - カテゴリ ANNEX II : 環境への影響が少ない。 : ESIA の不要
 - カテゴリ ANNEX III : 敏感な環境のサイト。 : ESIA の実施

本事業では、ESIA が必要な事業であるカテゴリ ANNEX I と分類されている。

なお、環境調査及び環境影響評価書の作成は ANDE に登録された環境コンサルタントが実施することができる。この環境コンサルタントは 2018 年 12 月現在 54 社が登録されている。

- ③ ANDE は、スクリーニングの結果に基づくスコーピングにより、調査の必要な環境項目を抽出また調査 Terms of Reference（以下、TOR）を作成し、プロジェクト事業者に提示する。環境影響調査はこの TOR に従って実施される。
- ④ 環境影響調査の期間にプロジェクトの内容に関する“公聴会”を 2 回実施する必要がある。1 回目の公聴会は環境調査時に事業者によって実施される。公聴会には、地域の地方行政（市町村等）、コミュニティ、関連住民、NGO 等のステークホルダーが参加し、プロジェクトの内容、環境調査、影響等の説明、質疑応答、意見の収集が行われる。また開催に際し、事前に新聞、ラジオ等で公聴会を広報する必要がある。（1 回目公聴会）
- ⑤ 環境影響調査の終了後、影響予測、評価、また必要に応じ環境管理計画、環境対策及びモニタリング計画を含め ESIA ドラフト報告書を AGERROUTE は ANDE に提出する。
- ⑥ ESIA のドラフト報告書が ANDE に提出された後、審査期間内に ANDE によって 2 回目の公聴会が実施される。開催周知方法等手順は 1 回目④と同様である。なお、本調査においては、ANDE が行う公聴会に追加して別途 JICA 環境社会配慮ガイドライン（以下、JICA ガイドライン）に基づき事業者（AGERROUTE）が、新聞等に公聴会開催の事前告知を行った上で、環境影響評価報告書（案）の説明ならびに意見交換を行っている。
- ⑦ ESIA ドラフト報告書は ANDE による照査のほか、⑥に示した 2 回目再度の公聴会において内容が確認され、必要に応じて修正が加えられる。
- ⑧ 修正後 ANDE の最終的な照査を経て、報告書が正式に提出される。その後「環境許可」が ANDE から交付される。なお、最終報告書は ANDE に申請すれば閲覧することができる。

ESIA の手続きを図 11.1.1 に示す。



出典：ANDE

図 11.1.1 環境影響評価手続きの流れ

環境影響評価書（案）が AGERROUTE から ANDE へ、2018 年 10 月 25 日に提出された。なお、ANDE による公聴会が 2019 年 1 月 17 日に開催され、環境影響評価書（案）の審査が 2019 年 2 月中に実施される予定である。今後のスケジュールを表 11.1.2 に示す。

表 11.1.3 環境緩和策一覧

分野	No.	項目	想定される主な環境緩和策		実施及び責任機関	
			工事中	供用時	実施機関	責任機関
公害	1	大気汚染	[粉じん対策] ✓ 住居地域周辺における未舗装部分への散水 ✓ 必要に応じて工事区域境界に粉塵防止のためのスクリーンや矢板等の設置	沿道の適切な土地利用の誘導(沿道に交通起因の大気・騒音・振動のバッファゾーンを作るため商業地を設置し、後背部に住居地を整備)	【工事中】 工事請負業者(建設会社) 【供用時】 AGEROUTE 及び関連省庁	【工事中】 AGEROUTE 【供用時】 AGEROUTE 及び関連省庁
	2	水質汚濁	✓ 必要に応じて仮設沈砂池の設置 ✓ 廃油の適切な管理、処理・処分 ✓ 工事キャンプにおけるトイレ等設置(水源等から少なくとも200m以上隔離する) ✓ 工事キャンプにおける一般廃棄物やし尿は適切な処理・処分を行う ✓ 適切な排水施設の設置 ✓ 浄化水槽や簡易トイレの設置	特になし	【工事中】 工事請負業者(建設会社)	【工事中】 AGEROUTE
	3	廃棄物(悪臭対策含む)	[建設廃棄物] ✓ 建設廃棄物(伐採樹木、残土、掘削土)等は、再利用の検討を行い、再利用不可能なものは規則に基づいた適切な処理処分を行う ✓ ベースキャンプ及び施工ヤードにおける有害廃棄物の管理 [一般廃棄物及びし尿] ✓ 工事キャンプにおける一般廃棄物の適切な処理・処分 ✓ し尿は、一時的なタンクに保管し、規定されている下水処理場等に運搬する。	特になし	【工事中】 工事請負業者(建設会社)	【工事中】 AGEROUTE
	4	騒音・振動	✓ 影響を受けやすい施設や地域付近において、必要に応じ遮音壁(矢板または遮音シート)の設置、低騒音型の工事機械の使用や施工方法の適用、工事時間の限定化 ✓ 近隣住民への工事工程や活動の事前周知と合意形成	✓ 必要に応じて住居地域周辺では遮音壁の設置を行う ✓ 沿道の適切な土地利用の誘導(沿道に交通起因の大気・騒音・振動のバッファゾーンを作るため商業地を設置し、後背部に住居地を整備)必要に応じて、影響を受けやすい建物周辺への遮音壁等の設置	【工事中】 工事請負業者(建設会社) 【供用時】 AGEROUTE 及び関連省庁	【工事中】 工事請負業者(建設会社) 【供用時】 AGEROUTE 及び関連省庁
自然環境	5	生態系	[工事前] ✓ 必要に応じて高架道路下部や沿道の緑化計画を立案する [工事中] ✓ 緑化計画に基づいた緑化の実施	特になし	【工事中】 DD コンサルタント 【供用時】 工事請負業者(建設会社)	【工事中】 AGEROUTE
	6	水象	✓ 既存の集水域等に影響を与えないような排水施設の整備	✓ ゴミや土等の目詰まりにより流下能力が低下しないように定期的なメンテナンスを行う	【工事中】 工事請負業者(建設会社) 【供用時】 AGEROUTE	【工事中】 AGEROUTE
社会環境	7	住民移転	[工事前] ✓ 用地取得等の補償方針の理解・合意を得るための被影響者会議の開催	特になし	【工事前】 AGEROUTE 及び関連省庁	【工事前】 AGEROUTE 及び関連省庁
	8	貧困層	✓ 策定された RAP に基づく補償や生計回復措置の実施 ✓ 策定された RAP に基づいた、影響住民の生活水準のモニタリングの実施	特になし	【工事前】 AGEROUTE 及び関連省庁	【工事前】 AGEROUTE 及び関連省庁

分野	No.	項目	想定される主な環境緩和策		実施及び責任機関	
			工事中	供用時	実施機関	責任機関
	9	雇用や生計手段等の地域経済	[工事前] ✓ 用地取得等の補償方針の理解・合意を得るための被影響者会議の開催 ✓ 策定された RAP に基づく補償や生計回復措置の実施 [工事中] ✓ ミッテラン通りの交通を確保するための迂回路及び必要に応じて沿道商業施設にアクセスするための別ルートを設置 ✓ 工事中の公共駐車場の設置 ✓ 必要に応じて沿道商業施設の経済的損失補償	特になし	【工事前】 AGEROUTE 及び関連省庁 【工事中】 工事請負業者（建設会社） ※ 経済損失補償は「コ」国側対応	【工事前】 AGEROUTE 及び関連省庁 【工事中】 AGEROUTE
	10	既存の社会インフラや社会サービス	✓ 関係機関協議による公共ユーティリティや公共施設の移設 ✓ 必要に応じて公共施設（学校、病院、宗教施設等）へのアクセス路等の設置	✓ 地域分断防止や公共施設アクセス確保の目的から歩道橋を設置する	【工事中】 AGEROUTE 及び関連省庁 【供用時】 工事請負業者（建設会社）	【工事中】 【供用時】 AGEROUTE 及び関連省庁
	11	地域内の利害対立	✓ 優先して地域住民を建設労働者として採用する ✓ 外部雇用する工事関係者に工事区域周辺の住民と良好な関係を保つための教育を行う	特になし	【工事中】 工事請負業者（建設会社）	【工事中】 AGEROUTE
	12	景観	✓ 周辺景観と調和するようにモノトーンカラーの構造物とする	同左	【工事中】 【供用時】 工事請負業者（建設会社）	【工事中】 【供用時】 AGEROUTE
	13	感染症	✓ 蚊の生息地を作らないよう十分な排水設備を設置する ✓ トイレ等の衛生設備の提供 ✓ 医療検診および定期健康診断の実施 ✓ 感染症防止のための啓発活動を建設工事労働者や地域住民に対して行う	特になし	【工事中】 工事請負業者（建設会社）	【工事中】 AGEROUTE
	14	労働環境（労働安全を含む）	✓ IFC 規定に基づく労働環境を確保する（パフォーマンススタンダード（PS）2 労働者及び労働条件）	特になし	【工事中】 工事請負業者（建設会社）	【工事中】 AGEROUTE
その他	15	事故	✓ 交通整理員の配置 ✓ 安全に関連する標識の設置 ✓ 看板、立ち入り防止柵の設置等による工事区域の立ち入り規制 ✓ 工事区域における夜間の照明の設置 ✓ 工事用車両の待機所や駐車場の設置 ✓ 工事関係車両の速度規制 ✓ 建設労働者への安全トレーニングの実施 ✓ 工事中の周辺住民や通勤通学者のための安全な迂回路の設置	✓ 安全標識の設置（速度規制や指定地域以外の横断禁止） ✓ 横断歩道や歩道橋の標識設置 ✓ 交通安全キャンペーンの実施	【工事中】 工事請負業者（建設会社） 【供用時】 AGEROUTE	【工事中】 【供用時】 AGEROUTE
	16	越境の影響及び気候変動	✓ 工事関係車両の運行前確認と定期的なメンテナンスの実施	特になし	【工事中】 工事請負業者（建設会社）	【工事中】 AGEROUTE

出典：JICA 調査

11.1.3 環境モニタリング計画 (EMoP)

EMoP を以下に示す。基本設計や詳細設計の結果に基づきレビューした結果、大きく変更がないことを確認した。今後、EMP 同様に、ANDE 主催の公聴会等の結果を受けて、緩和策等を含め変更の可能性がある。

(1) 環境モニタリング計画

EMoP は影響項目・要因、その程度を加味して策定するものである。これらのモニタリング及び環境緩和策の実施は、事業者 (AGERROUTE)、工事請負業者、施工監理コンサルタント、環境権者 (ANDE)、関連する省庁等により組織的に管理される。

環境モニタリングの主な対象は、工事中または供用時に影響があると予測された項目である。モニタリングは、基本的に予測地点と同一箇所で行われ、その結果を、現状値、予測値並びに環境基準値等と比較し、予測結果を検証するとともに知見を集積する。

予測値と大きく乖離したモニタリング結果となる場合は、関係者間協議後、原因の究明と環境影響に対する是正措置を講じる。

なお、工事中の環境モニタリングは、工事期間約 3 年間及び供用開始後の 3 年間実施する予定である。

想定される EMoP を表 11.1.4 及び表 11.1.5 に示す。

表 11.1.4 工事前及び工事中の EMOp (工事中 3 年間)

項目	No.	項目	パラメータ	方法	場所	頻度	費用 (百万 XOF)	環境保全目標 または参考基準値等
公害	1	大気汚染	CO, NO ₂ , SO ₂ , PM10,	現況調査と同様 ただし、測定に 用いる機材は以 下の基準値の達 成可否が判断で きる定量下限値 を確保する機材 が必要である。 CO: 日平均 <10,000 µg/m ³ NO ₂ : 時間平均. < 200 µg/m ³ SO ₂ : 日平均. < 350 µg/m ³ PM10: 日平均 < 50 µg/m ³	7 か所 現況調査 が実施さ れた場所	年2回×3年 (年2回:乾 期)	63.0	Decree No. 2017-125/ 22nd of Feb. 2017 大気質 1. 二酸化窒素 (NO ₂) • Quality Objection: 40 µg/m ³ / yearly • Threshold info and recommendation 200 µg/m ³ / hourly • Alert thresholds 400 µg /m ³ /hourly x consecutive 3 hrs 2. 粒子状物質 PM10 (Ø< 10µm) • Quality Objection: 20 µg/m ³ / yearly • Threshold info and recommendation 50 µg/m ³ / hourly • Alert thresholds 80 µg/m ³ / daily • Limit value for the protection human health 50 µg/m ³ daily average not to exceed more than 35 times per year 40 µg/m ³ /yearly 3. 二酸化硫黄 (SO ₂) • Quality Objection: 10 µg/m ³ / yearly • Threshold info and recommendation 350 µg/m ³ / hourly • Alert thresholds 500 µg/m ³ / hourly • Limit value for the protection human health 350 µg/m ³ daily average not to exceed more than 25 times per year 125 µg /m ³ /daily not to exceed more than 3 times per year 4. 一酸化炭素 (CO) • Limit value for the protection human health 10,000 µg/m ³ for the daily max. of the rolling average over 8 hours
	2	廃棄物	建設発生土、 伐採樹木、一 般廃棄物の量	発生する廃棄物 の量を記録する	3 か所 (3 箇所の 工事区域)	年2回×3年	3.0	廃棄物管理法 (No.1996-766 of October 1996) 発生した建設廃棄物や一般廃 棄物は再利用または適性な処 理・処分をしなければならない。
	3	騒音・振 動	工事騒音 (dB(A) _{L_{Acq}}) 工事振動 (mm/sec) 振動単位は mm/sec から dB に変換可能	現況調査と同様 (連続した 24 時間) 同上	3 か所 (予測が 実施され た地点と 同じ場所) 同上	年2回×3年 (雨期及び 乾期) 同上	37.8	[工事騒音] dB(A) 「コ」国に工事騒音の基準は ないため日本の基準を準用 参考基準値 07:00-19:00: 85 dB(A) [工事振動] dB 「コ」国に工事騒音の基準は ないため日本の基準を準用 参考基準値 07:00-19:00: 75 dB

項目	No.	項目	パラメータ	方法	場所	頻度	費用 (百万 XOF)	環境保全目標 または参考基準値等	
社会環境	4	住民移転	RAP に基づく補償と生計回復措置の実施	PAPs との協議や調査	被影響地域	RAP モニタリング計画参照	RAP モニタリング計画参照	補償は、実際の工事活動の前に支払われなければならない。また、生活水準を維持しなければならない。	
	5	貧困層							
	6	雇用や生計手段等の地域経済	商業関連活動における経済損失（収入減）	被影響者に対する社会経済調査	工事影響範囲から約 10m 程度の範囲	年 4 回×3 年（ただし、工事実施前の DD 段階で現状調査）	1.2	経済損失は緩和策等の実施により最小化しなければならない	
	7	既存の社会インフラや社会サービス	1. 移転する設備の状況 2. 交通規制や交通渋滞の状況	目視	3 か所（3 か所の工事区域）	年 2 回×3 年（雨期及び乾期）	1.2	1. 補償は、実際の工事活動の前に支払われなければならない。また、生活水準を維持しなければならない。 2. 深刻な交通渋滞を起こさないレベルで迂回路や公共施設等への安全なアクセスが確保されなければならない。	
	8	地域内の利害対立	建設労働者が雇用される区域	事業者からの労働者名簿の確認	3 か所（3 か所の工事区域）	年 4 回×3 年	2.4	雇用機会は公平に提供されなければならない	
	9	景観	景観の状況	目視	3 か所（3 か所の工事区域）	年 2 回×3 年（乾季）	1.2	構造物の色は周辺と調和するモノトーンカラーを採用するべきである	
	10	感染症	感染症の患者数	事業者からの健康診断リストの確認	3 か所（3 か所の工事区域）	年 4 回×3 年	2.4	感染症の発症率は事業に起因してはならない	
	11	労働環境	建設労働者の状況	工事に関する安全設備の確認、及び工事労働者のインタビューによる確認	3 か所（3 か所の工事区域）	年 4 回×3 年	2.4	✓ 「コ」国労働法規（“Occupational Safety, Health and Environmental Act, B.E. 2554 (2011)”、 “Labour Protection Act B.E. 2541 (1998)”及び“Factory Act (1992)” ✓ IFC パフォーマンス・スタンダード 2（労働者及び労働条件）	
	その他	12	事故	事故数（工事関連事故及び交通事故）	地方自治体や警察部局へのインタビューに基づく情報収集	3 か所（3 か所の工事区域）	年 4 回×3 年	2.4	工事に起因する事故を起こしてはならない

工事中の費用合計：3年間 117.0 百万 XOF

備考：

モニタリング頻度及び時期については EMP アップデート時に再検討を行う事ができる
 本モニタリングコストにはコンサルタントフィー等の費用は含まれていない

出典：JICA 調査団

表 11.1.5 供用後の EMoP (供用後 3 年間)

項目	No.	項目	パラメータ	方法	場所	頻度	費用 (百万 XOF)	環境保全目標 または参考基準値等
公害	1	大気汚染	CO, NO ₂ , SO ₂ , PM10,	現況調査と同様 ただし、測定に 用いる機材は以 下の基準値の達 成可否が判断で きる定量下限値 を確保する機材 が必要である。 CO: 日平均 <10,000 μg/m ³ NO ₂ : 時間平均. < 200 μg/m ³ SO ₂ : 日平均. < 350 μg/m ³ PM10: 日平均 < 50 μg/m ³	7か所 現況調査 が実施さ れた場所	年1回×3年 (乾期)	31.5	Decree No. 2017-125/ 22ndof Feb. 2017 大気質 1. 二酸化窒素 (NO ₂) • Quality Objection: 40 μg/m ³ / yearly • Threshold info and recommendation 200 μg/m ³ / hourly • Alert thresholds 400 μg /m ³ / hourly x consecutive 3 hrs 2. 粒子状物質 PM10 (Ø< 10μm) • Quality Objection: 20 μg/m ³ / yearly • Threshold info and recommendation 50 μg/m ³ / hourly • Alert thresholds 80 μg/m ³ / daily • Limit value for the protection human health 50 μg/m ³ daily average not to exceed more than 35 times per year 40 μg/m ³ /yearly 3. 二酸化硫黄 (SO ₂) • Quality Objection: 10 μg/m ³ / yearly • Threshold info and recommendation 350 μg/m ³ / hourly • Alert thresholds 500 μg/m ³ / hourly • Limit value for the protection human health 350 μg/m ³ daily average not to exceed more than 25 times per year 125 μg /m ³ /daily not to exceed more than 3 times per year 4. 一酸化炭素 (CO) Limit value for the protection human health 10,000 μg/m ³ for the daily max. of the rolling average over 8 hours
	2	騒音・ 振動	環境及び道路 交通騒音 (dB(A)LAeq)	現況調査と同様 (連続した 24 時間)	3か所 (予測が 実施され た地点と 同じ場所)	年2回×3年 (雨期及び 乾期)	27.0	[騒音] dB(A) 「コ」国 CIAPOL 基準値 商業地域 昼間: 7:00-22:00 / 70dB(A) 夜間: 22:00-7:00 / 50dB(A) 参考値 (2022年予測値) 昼間/夜間 予測地点-1 (警察学校前) : 67.3 / 61.1 dB(A) 予測地点-2 (リビエラ 3) : 72.6 / 66.9 dB(A) 予測地点-3 (バルメリ) : 71.3 / 67.7 dB(A)
			道路交通振動 (mm/sec) 振動単位は mm/sec から dB に変換可能	同上	同上	同上	同上	1.80

項目	No.	項目	パラメータ	方法	場所	頻度	費用 (百万 XOF)	環境保全目標 または参考基準値等
社会環境	3	住民移転	RAPに基づく 社会支援の支 払いと実行	PAPsとの協議 や調査	被影響地 域	RAPモニタ リング計画 参照	RAPモ ニタ リング計 画参照	補償は、実際の工事活動の前 に支払われなければならない。 また、生活水準を維持し なければならない。
	4	貧困層						
	5	雇用や生 計手段等 の地域経 済	商業関連活動 における経済 損失(収入減)	被影響者に対す る社会経済調査	工事影響 範囲から 約10m程 度の範囲	年1回×3年	9.0	経済損失は緩和策等の実施に より最小化しなければならない
	6	景観	景観の状況	目視	3か所 (3か所の 高架道路)	年1回×3年 (乾季)	0.6	構造物の色は周辺と調和する モノトーンカラーを採用する べきである
その他	7	事故	事故数 (工事関連事 故及び交通事 故)	地方自治体や警 察部局へのイン タビューに基づ く情報収集	3か所 (3か所の 交差点)	年1回×3年	1.5	高架道路の建設及び交差点改 良は渋滞を緩和するため、事 故件数は減少するものと想定 されている

供用時の費用合計：3年間 69.6 百万 XOF

備考：モニタリング頻度及び時期についてはEMPアップデート時に再検討を行う事ができる
 本モニタリングコストにはコンサルタントフィー等の費用は含まれていない

出典：JICA 調査団

(2) 環境管理計画における組織体制

EMP 及び EMoP の目的と策定については前述のとおりであるが、ここでは作成された環境管理
 及びモニタリング計画を効果的に実施するために、適切な組織的な枠組みについて示した。これ
 らの関連組織は、本事業の工事前、工事中及び供用後に必要に応じて協働するものである。策定
 された環境緩和策とモニタリングの実施は、主に建設費用に含まれる予定である。

本事業の EMP を実施するための組織的な枠組みの関係者を以下のとおり提案する。

- A) 事業実施組織（環境セクション含む）（以下、PIA:Project Implementation Agency）
 (AGEROUTE)
- B) 資金提供者－JICA 及び「コ」国機材・道路維持管理省（以下、MERE:Ministry of Equipment
 and Road Maintenance）
- C) 工事請負業者－建設会社（以下、PCC: Project Construction Company）
- D) 施工監理コンサルタント（以下、CSC: Construction Supervision Consultant）
 - ✓ プロジェクト監理コンサルタント（以下、PMC : Project Management Consultant）
 - ✓ 環境コンサルタント（以下、EC: Environmental Consultant）
- E) 「コ」国環境権者（ANDE）

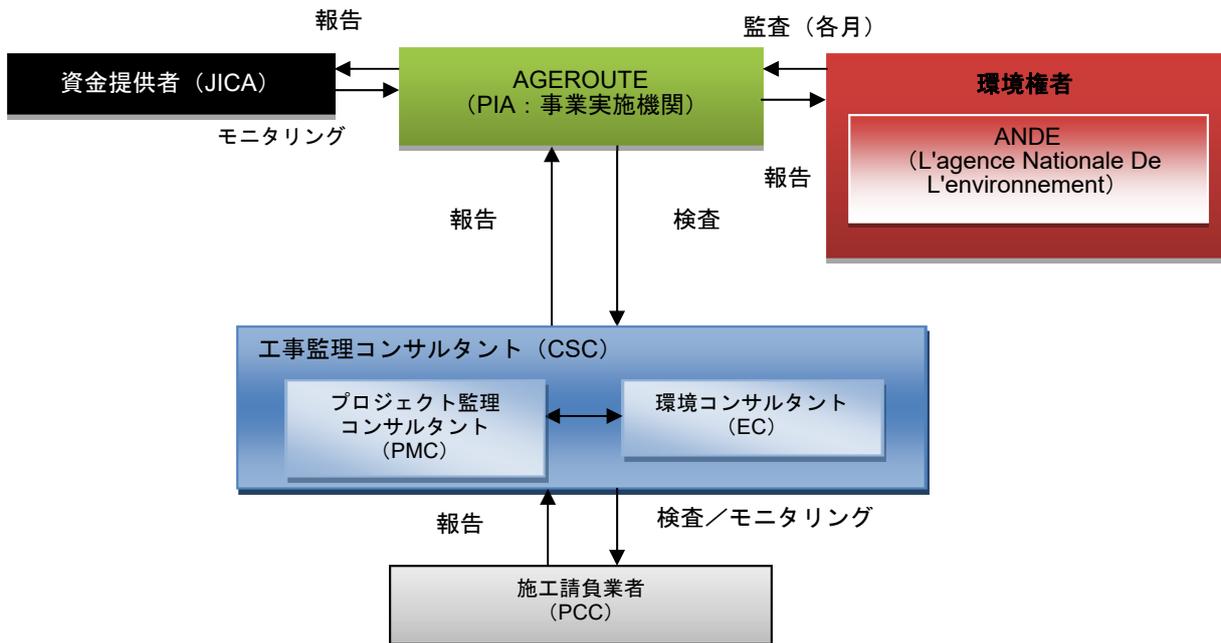
「コ」国の環境権者は、AGEROUTE が提出する報告書を確認・承認し、必要に応じて、更なる
 措置をとることができる。

上記は作成された環境管理及びモニタリング計画を効果的に実施するための適切な組織的な枠
 組みの一部であり、これらの各組織の役割及び責任を表 11.1.6 と図 11.1.2 に示す。

表 11.1.6 環境管理計画の実施に関する機関と役割・責任

段階	機関名	役割及び責任
工事前 及び 工事中 (3年間)	PIA：事業実施機関	
	AGEROUTE	<ul style="list-style-type: none"> EMP 実施のために各関連機関との調整を行う。 PCC が実施する EMP を監理する。 CSC 及び EC が提出する環境モニタリング報告書をレビュー・承認し、必要な対応を指示する。承認後、ANDE に報告書を送付する。
	CSC：施工監理コンサルタント	
	プロジェクト監理コンサルタント (PMC)	<ul style="list-style-type: none"> 事業現場事務所で、フルタイムベースで PCC を監理し、CSC 内の環境コンサルタント (EC) と協働する。 事業の技術、スケジュール、安全監理を行う。
	環境コンサルタント (EC)	<ul style="list-style-type: none"> 現場で実施される承認された環境緩和策やモニタリングを監理する。また、CSC・PIA、コントラクターと定期的な会議を行い、情報交換を行う。 PC より提出された環境モニタリング報告書 (EMR) のレビュー及び修正をし、事業実施機関、ONEP、MNRE、地方政府等に提出する。
	PCC：プロジェクト工事請負業者	
供用後 (3年間)	事業実施機関 - PIA	
	AGEROUTE	<ul style="list-style-type: none"> 承認された ESIA に基づき 3 年間の環境モニタリング・環境管理を実施する 定期的に環境モニタリング結果を経済インフラ省及び ANDE に提出する

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 11.1.2 環境管理及びモニタリング実施機関 (案)

(3) 環境影響評価に関するモニタリングフォーム案

JICA ガイドラインに基づく環境モニタリングフォームに基づくモニタリング項目を以下に示す。なお、工事中 (約 3 年間) 及び供用時 (3 年間) の詳細なモニタリングの項目、手法、頻度、関連する基準は表 11.1.3 及び表 11.1.4 に記載している。

なお、現時点では、F/S 報告書から JICA ガイドラインに基づく環境モニタリングフォームについて、変更箇所はない。

1) 必要な承認手続き及び住民会議等

モニタリング項目	モニタリング結果
1. ESIA 承認 (工事前: ANDE)	
2. 伐採許可証 (必要に応じて工事前: ANDE)	
3. 排水許可証 (工事前: ANDE)	
4. 廃棄物管理 (工事前: ANDE)	
5. 交通規制管理	

備考) ESIA 手続き中のパブリック・ヒアリングは ANDE 主催で実施される

2) モニタリング

(a) 大気質

主な項目	単位	現状値 (2018年) (調査した7地点 の最小-最大値)	「コ」国 基準値	参照国際基準値 (IFC・WHO・ Japanese)	調査手法等
TSP	μg/m ³	24.54-441.66	-	WHO 230 (24hrs)	- 工事中モニタリング地点 (7 地点) - 供用時モニタリング地点 (3 地点) - モニタリング頻度 2 time / year x 3 construction year 2 time / year x 3 operation years - 調査手法 「コ」国で認められた測定方法及び基準値をカバーする機材
NO ₂	μg/m ³	<190-1,900	200 (1hr)	IFC 200 (1hr)	
SO ₂	μg/m ³	<260-260	350 (24hrs)	IFC 20 (24hrs)	
CO	μg/m ³	<1,150-3,440	10,000 (8hrs)	Japan 2,2920 (8hrs)	

(b) 騒音

項目 単位	モニタリング地点	現状値 (2017~2018年)		「コ」国 基準値 (昼間/夜間) dB(A)	参照 国際基準値 (IFC) (昼間/夜間) dB(A)	調査手法等
		昼間 7:00-22:00 (15時間平均) dB(A)	夜間 22:00-7:00 (9時間平均値) dB(A)			
騒音 レベル dB(A)	騒音 - 地点 1 Intersection de l'École de police (In front of Hautes Etudes Commerciales Abidjan) * Commercial area	67.3	61.1 (基準値超過)	70/50	70/70	- 工事中モニタリング地点 (3 地点) - 供用時モニタリング地点 (3 地点) - モニタリング頻度 2 time / year x 3 construction year 1 time / year x 3 operation years - 調査手法 「コ」国で認められた測定方法及び基準値をカバーする機材 (普通騒音計及び振動計)
	騒音 - 地点 4 Intersection Riviera 3 (Near Canadian School) * Commercial area	72.6 (基準値超過)	66.9 (基準値超過)	70/50	70/70	
	騒音 - 地点 11 Intersection Palmeraie (in front of Church near shopping mall) * Commercial area Note) data is reference from No.7	71.3 (基準値超過)	67.7 (基準値超過)	70/50	70/70	

項目 単位	モニタリング地点	現状値 (2017~2018年)		「コ」国 基準値 (昼間/夜間) dB(A)	参照 国際基準値 (IFC) (昼間/夜間) dB(A)	調査手法等
		昼間 7:00-22:00 (15時間平均) dB(A)	夜間 22:00-7:00 (9時間平均値) dB(A)			
振動 dB	調査地点	Measured Data in 2017 and 2018		Country's Standards	Referred Internation al Standards (IFC)	
		Day Time 7:00-20:00 (average for 11 hrs) dB	Night Time 20:00-7:00 (average for 13 hrs) dB			
	振動 - 地点 1 Intersection de l'École de police (In front of Hautes Etudes Commerciales Abidjan) * Commercial area	31.3	38.6	「コ」国基 準値なし	70/65	
	振動 - 地点 2 Intersection Riviera 3 (Near Canadian School) * Commercial area	46.0	36.4	「コ」国基 準値なし	70/65	
	振動 - 地点 5 Intersection Palmeraie (in front of Church near shopping mall) * Commercial area Note) data is reference from No.3	36.0	25.7	「コ」国基 準値なし	70/65	

3) 自然環境

特になし

4) 社会環境

モニタリング項目及び指標等		モニタリング結果
4-1 住民移転 4-2 貧困 (工事中) (供用時)	補償の実施及び生計回復措置の実施内容 の確認	
4-3 Local Economy (工事中) (供用時)	経済活動への影響の程度の確認	
4-4 既存の社会インフラ及 びサービス (工事中)	1. 移設物 (公共ユーティリティ等) の確認 2. 交通規制と渋滞の程度の確認	
4-5 地域の利害対立 (工事中)	雇用する労働者の住居区域における状況 確認	
4-6 景観 (工事中) (供用時)	景観の状況の確認 (写真・目視)	
4-7 感染症 (工事中)	健康状態の確認、感染症患者数の確認	
4-8 労働環境 (工事中)	工事労働者の現状 (安全装置等の使用状 況)	
4-9 事故 (工事中) (供用時)	事故数の確認	

出典：JICA 調査団

(4) 環境チェックリスト

JICA ガイドラインに基づく環境チェックリストを表 11.1.7 に示す。

表 11.1.7 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート) 等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) - (d) N	(a) ESIA 報告書は作成中し、2018 年 10 月 25 日に ANDE に提出済みである。ANDE 主催の公聴会 (2019 年 1 月 17 日) に開催された。今後、2019 年 2 月中に技術的審査が実施され、2019 年 3 月頃に承認されると想定される。「コ」国側で手続きが進められる予定である。 (b) 同上のとおり未承認である (c) 同上のとおり未承認のため不明である (d) ESIA 以外では必要に応じ樹木伐採許認可が関係省庁から必要であるが、許認可が必要な貴重種等は沿道にないため、伐採許認可取得は不要であると想定される。しかしながら、警察学校前交差点において、AFD (AGEnce Française de Développement) 前の樹木伐採については、国境線に位置する樹木とされるため、AFD 側に対して、AGEROUTE 側から伐採に関する通知・許可申請が別途必要になると想定される。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) 「コ」国法令に基づく規定のパブリックコンサルテーション回数以上の現地ステークホルダー会議を行っており、市民や被影響者への理解を得ている。 (b) パブリックコンサルテーションや住民移転のための会議において、住民からの意見を反映した対応 (洪水対策、補償方針等) を行う予定である。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 構造物の代替案検討 (フライオーバー/アンダーパス) に関する環境社会面を考慮した代替案分析を行い、住民に説明済みである。
2 汚染対策	(1) 大気質	(a) 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はあるか。当該国の環境基準等と整合するか。 (b) ルート付近において大気汚染状況が既に環境基準を上回っている場合、プロジェクトが更に大気汚染を悪化させるか。大気質に対する対策は取られるか。	(a) Y (b) Y	(a) (b) 現状の大気・騒音は環境基準を超過している。本事業の実施する場合、発生源となる移動発生源の量を増加させるものではない。ただし、事業を実施する場合は、実施しない場合と比較して他路線からの転換交通により 10%程度交通量が增加する。大気質については渋滞緩和の効果による旅行速度上昇に伴い事業を実施しない場合 (Without Project: WO) と比べ改善される。一方、騒音は、交通量の増大に比して騒音は大きくなるが、渋滞改善に伴うその他騒音 (クラクションの頻度低下) により、WO ケースと比較して騒音は同程度か低下すると予測される。
	(2) 水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流域の水質が悪化するか。 (b) プロジェクトによる周辺の井戸等の水源への影響はあるか。	(a) N (b) N	(a) 本事業による土工は橋脚掘削部に限定されるため表土露出部は少ない。したがって、土壌流出と下流域の水質悪化の影響は少ないと想定される。 (b) プロジェクト周辺予定地は都市部であり井戸等はない。
	(3) 騒音・振動	(a) 通行車両や鉄道による騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。 (b) 通行車両や鉄道による低周波音は当該国の基準等と整合するか。	(a) - (b) -	(a) 現況の騒音は環境基準値を超過している。この原因は商業地域であり人間活動やクラクション等による原因が大きい。一方で、将来予測結果では、事業を実施した場合、転換交通により通過交通量は 10%程度増加する。しかしながら、渋滞緩和の正の影響にともないクラクション頻度の低下により騒音レベルは現状もしくはそれを下回ることが想定される。 (b) 「コ」国における低周波音の基準値はない。また低周波音を発生させるような影響はないことから予測項目から除外している。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
3 自然環境	(1) 保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) プロジェクトサイト内に保護区はない
	(2) 生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断、動物の交通事故等に対する対策はなされるか。 (e) 橋梁・道路が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種（従来その地域に生息していなかった）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れがあるか。これらに対する対策は用意されるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	(a) プロジェクトサイト内に左記に示される地域はない (b) プロジェクトサイト内に左記に示される地域はない (c) プロジェクト地域は都市内であり生態系への影響はほとんど想定されない (d) プロジェクト地域は都市内であり、野生生物や家畜はほとんどいない (e) プロジェクト地域は都市内であり、左記に記載される自然への影響は想定されない
	(3) 水象	(a) 構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) プロジェクトにおいて、土工は橋脚掘削と一部切土に限定されることから、地下水への影響を及ぼすレベルではないと想定される。また、降雨時の表流水は、工事時・供用時ともに速やかに流下されるよう排水計画が詳細設計時に計画される。
	(4) 地形・地質	(a) ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。ある場合は工法等で適切な処置がなされるか。 (b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策がなされるか。 (c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(a) N (b) N (c) -	(a) (b) 一部切土（警察学校前）が発生するが法面保護のための擁壁等の処置がなされることから土砂崩壊や地滑りは想定されない。 (c) 工事中に一時的に切土が警察学校前で発生することが想定されるが、基本的には乾季に工事が実施されることから土壌流亡や土砂流出は少ないと考えられる。また、切土面は土嚢等の処理により工事中は保全されることから表土の保全が図られる。
4 社会環境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。	(a) - (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y	(a) 現時点では調査中のため未確認である (b) AGEROUTE 側が遵守するガイドライン等（世界銀行、アフリカ開発銀行、JICA ガイドライン等）に基づき AGEROUTE 側は準備調査段階で複数の住民会議を行い事前に補償方針に関する基本的な説明を行っている。さらに詳細設計段階においても、RAP アップデートに基づき住民への詳細説明を計画しているほか、実際の補償実施段階においても NGO 等を立ち会わせて上で個別協議を行う予定である。 (c) JICA ガイドライン等に基づき RAP 調査がなされ、再取得価格に基づく補償方針や LRP が検討されている。 (d) ガイドライン等に基づき工事開始前に補償金等が支払われる計画である。 (e) 補償方針は文書（RAP）に記述され公開される (f) 社会的弱者として、貧困層、61 才以上の高齢者、障害者、女性世帯主等を抽出し、LRP の検討を行った。 (g) 移転住民の多数は事業実施に合意をしている (h) 住民移転実施は、主に建設省（MOC）所管業務であり、その体制を保有している。また予算措置については AGEROUTE が確保し、予算省・機材・道路維持管理省等が連携して対応する。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。		(i) 移転によるモニタリング計画は RAP において検討され、内部及び外部モニタリングが実施される計画である。 (j) 苦情処理のシステムは RAP において設立される。
	(2) 生活・生計	(a) 新規開発により橋梁・アクセス道路が設置される場合、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響はあるか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じるか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。 (b) プロジェクトによりその他の住民の生活に対し悪影響を及ぼすか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (c) 他の地域からの人口流入により病気の発生 (HIV 等の感染症を含む) の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。 (d) プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響を及ぼすか (渋滞、交通事故の増加等)。 (e) プロジェクトによって住民の移動に障害が生じるか。 (f) 陸橋等による日照障害、電波障害は生じるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N	(a) (b) 工事中に影響範囲の沿道におけるタクシーや乗り合いバス運営に従事する労働者は一時的に場所の移動が必要になる。また、工事中に一部露店等が移動する必要があり、それらへの RAP において補償方針を策定した。 沿道の商業施設にアクセス問題が発生し、経済的な影響を及ぼすことが懸念されるため非直接的影響調査を実施する。 (c) プロジェクト地域は既に開発された都市地域であり新たな人口流入は発生しないと考えられる。ただし、工事関係者への一般的な衛生管理は必要であり EIA で緩和策を策定した。 (d) 工事中は渋滞の増加が想定される。このため、十分な交通容量を確保した迂回路を設置する工事計画となっている。 (e) 工事中は、工事範囲区域が立ち入り制限区域となるため住民の移動障害が想定される。このため、横断歩道等の適切な設置を行う工事計画とする。これらの計画は詳細設計において検討される。 (f) 高架道路周辺に商業施設はあるが本地域では日照障害等の影響は取り扱われない。(気温が高い地域であるため日陰が好まれる) また構造物は最大高さ 10m 未満であり、電波障害を引き起こす状況ではないと推察される。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) プロジェクト影響範囲内に登録された文化遺産等はない
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) プロジェクト周辺に法律上の景観保全地域はない。
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) プロジェクト影響範囲に少数民族及び先住民族はいない (b) プロジェクト影響範囲に少数民族及び先住民族はいない
	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育 (交通安全や公衆衛生を含む) の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 「コ」国労働関連法令 (Labor Code 2015) また IFC 基準 (第 23 節 Occupational Health and Safety, Labor and Working Conditions) に基づき労働環境は保全される (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
5 その他	(1) 工事 中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) Y	(a) 環境アセスメントの環境管理計画において緩和策が準備されている。詳細の緩和策は、表 11.1.4 参照。 (b) プロジェクト影響範囲において自然環境はほとんどないことから緩和策は準備されない (c) 用地取得等の社会的影響は RAP 補償方針でカバーされる。またそれ以外の社会的影響（地域経済への影響等）については環境管理計画において緩和策が準備される。
	(2) モニタ リング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) - (c) Y (d) Y	(a) 環境アセスメントの環境管理計画が立案され、それに基づきモニタリングが実施される予定である。詳細計画については ESIA 報告書 第 7.2 章 において記載した。 (b) 項目、手法、頻度については、「コ」国法令等では規定はない。一般に環境アセスメントでコンサルタントが提案し、ANDE がレビューし決定する (c) AGEROUTE 内でモニタリング体制は構築されており、この要領に則って実施される。モニタリング体制（組織）については、ESIA 報告書 第 7.3 章に記載した。予算はプロジェクトコストに含まれる。コントラクターが現地コンサルタント等を雇用しモニタリングを行い、施工監理コンサルタントが結果の検査を行い、月例報告書が AGEROUTE 側に提出される。それを AGEROUTE が ANDE に毎月報告することとなっている。 (d) ANDE によれば、工事時の月例報告結果を毎月 AGEROUTE が ANDE に書面で提出し、その内容を ANDE が確認することとなっている。
6 留意点	他の環境 チェックリ ストの参照	(a) 必要な場合は、道路、鉄道、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（大規模な伐採を伴う場合等）。 (b) 必要な場合には送変電・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（送変電・配電施設の建設を伴う場合等）。	(a) - (b) -	(a) 大規模な伐採等は計画されない (b) 送変電等は計画されない（移設のみ実施）
	環境チェッ クリスト使 用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) -	(a) 本プロジェクトは地球規模の影響を与えるものではない

注 1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。
 当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注 2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

出典：JICA 調査団

11.2 住民移転計画

11.2.1 用地取得・住民移転の規模・範囲

本事業では、JICA ガイドラインに準じ、事業実施に伴う非自発的住民移転及び生計手段の喪失などの負の影響を極力少なくするよう設計段階から十分に配慮している。しかし、ミッテラン通りの沿道には、住宅や商業店舗、教育施設が密接に立ち並んでおり、一部の施設に対しては土地収用や建築物の移転が必要になる。

(1) 被影響物件数

本事業による被影響物件や物件の数を表 11.2.1 に示す。

表 11.2.1 土地収用対象の被影響物件数

被影響物件（恒久的建物）	交差点	物件数	被影響者数
住宅 （居住用家屋）	警察学校前	10 (0) ^{*1}	0
	リビエラ3	3 (0)	0
	パルメリー	4 (1)	6
店舗 （主である建物）	警察学校前	1 (0)	0
	リビエラ3	14 (2)	13（推定 ^{*2} ）
	パルメリー	6 (0)	0
公物	警察学校前	4 (0)	0
被影響者（恒久的建物）合計		42	19

被影響物件（非恒久的建物）	交差点	物件数	被影響者数
テナント	警察学校前	4	21
	リビエラ3	2	7
	パルメリー	0	0
簡易店舗	警察学校前	0	0
	リビエラ3	20	33
	パルメリー	3	3
露店	警察学校前	0	0
	リビエラ3	131	150
	パルメリー	115	158
用地／不動産貸主	リビエラ3	8	0
被影響者（非恒久的建物）合計		283	372

工事中の一時移転	交差点	物件数	被影響者
公共駐車場	パルメリー	1	既存公共駐車場のタクシー及び露店

*1：（ ）内の数字は居住用家屋/主である建物の数。

*2：主である建物が干渉する商業店舗2件のうち1件は調査への協力を拒否しており、従業員数は把握できていない。そのため同規模・同種の他商店の従業員数を基に推定値を計上する。

出典：JICA 調査団

表 11.2.1 に示す被影響物件のうち、恒久的建物の位置と影響資産を下図に示す。



番号	土地利用	影響資産	番号	土地利用	影響資産
2	住宅	用地、塀	10	住宅	用地、塀、庭、屋根つき休憩所
3	住宅	用地、塀、庭、プール	11	住宅	用地、塀、庭、プール、中庭
4	住宅	用地、塀、庭	13	給油所	緑地帯、アクセス路
5	住宅	用地、塀、庭	公物		
6	住宅	用地、塀、庭	1	憲兵学校	用地、塀、宿舍、見張り塔
7	住宅	用地、建物、塀、庭、礼拝所	12	警察学校	用地、塀、緑地帯、アクセス道、管理棟
8	住宅	用地、塀、庭、プール	14	法務省	用地、塀、駐車場、貯水タンク
9	住宅	用地、塀、庭、礼拝所	15	大学	緑地帯

出典：JICA 調査団

図 11.2.1 被影響用地と影響資産（警察学校前）



番号	土地利用	影響資産	番号	土地利用	影響資産
1	商店	物置、駐車場	9	商店	用地、建物、駐車場
2	集合住宅	用地、駐車場	10	商店	用地、駐車場、外柵
3	銀行	用地、駐車場、外柵	11	商店	エントランス
4	商店	駐車場、	12	住宅	用地、駐車場、外柵
5	教育施設	駐車場、石塀	13	商店（2件）	駐車場
6	給油所	エントランス	14	商店	用地、駐車場
7	商店	用地、建物、駐車場、外柵	15	大型スーパー	用地、駐車場、塀、貯水槽
8	給油所	用地、エントランス	16	建設中住居	用地、建物

出典：JICA 調査団

図 11.2.2 被影響用地と影響資産（リビエラ3）



番号	土地利用	影響資産	番号	土地利用	影響資産
1	住宅+商店	用地、塀、駐車場	7	商店	駐車場
2	住宅	用地、建物、庭、駐車場	8	商店	駐車場、エレベータ
3	住宅	用地、居住用家屋、庭、物置、塀	9	商店	駐車場
4	住宅	用地、建物、駐車場、庭、物置、塀	10	商店	駐車場
5	商店	用地、塀、庭、守衛室	一時移転		
6	商店	駐車場	11	公共駐車場	タクシー駐車場、露店

出典：JICA 調査団

図 11.2.3 被影響用地と影響資産（パルメリー）

(2) 住民移転

本事業の実施によりパルメリー交差点付近に居住する 1 世帯（6 人）が住民移転の対象となり、敷地（660m²）の 17.9%（115.6m²）の土地、その上にある家屋、倉庫、庭及び塀が収用される。当該被影響者は土地収用後、残った敷地（544.4m²）に取壊しになった建物を再建して生活を継続する意向であり、本事業の実施にも賛成している。また、当該被影響者の年間世帯収入は 50,000,000FCFA で、本事業の被影響者の平均世帯収入（約 8,375,000FCFA）の 6 倍近くの高額所得を得ている。以下に本事業による被影響者の年間世帯収入を示す。

表 11.2.2 被影響者の年間世帯収入

（単位 世帯）

年間世帯収入 (FCFA)	警察学校前	リビエラ 3	パルメリー	合計
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 以上	0	0	3	3
無回答	9	32	3	43
合計	19	178	128	325
平均 (FCFA)	15,808,000	3,071,096	6,248,549	8,375,881

出典：JICA 調査団

(3) 商業施設の移転

商業施設店舗 2 店舗（主である建物）とテナント 6 軒が移転の対象となる。店舗の内容は家電店 1 件と両替店 1 件、テナントは鮮魚店、食堂、雑貨店（2 件）、縫製店及び人材派遣会社であ

る。移転の際にはビジネスの中断が一定期間必要となることから、これによる損失補償が必要となる。また、移転費用としてトラック借上げ代 100,000FCFA を各店舗に支払う。

その他、パルメリー及びリビエラ3のミッテラン通り沿いにあるキオスクなどの非合法的簡易店舗及び露店が立退きの対象となる。簡易店舗の多くは木製のバラック小屋、露店は日除けパラソルであり、商業者が所有する機材も少なく簡易な移転である。そのため移転によるビジネスの中断は想定されない。

(4) 社会的弱者

本事業での社会的弱者は ① 母子世帯、② 世帯収入が貧困線以下の世帯、③ 障害者及び障害者のいる世帯、④ 高齢者（61歳以上）とし、社会的弱者に位置付けられる被影響者には、132,660 FCFA（「コ」国の貧困線（22,110FCFA/月・人）の6カ月分）を補助する。影響を受ける社会的弱者は121人、そのうち115人がリビエラ3とパルメリーの露天商であり、115人中110人が母子世帯である。影響する世帯の中に障害者は確認されなかった。一方、111人の非識字者が確認されており、補償受給者が非識字者である場合においては個別的に口頭あるいは家族内の識字者の同席のもと協議を行うことが求められる。各交差点の社会的弱者の人数と内訳を下表に示す。

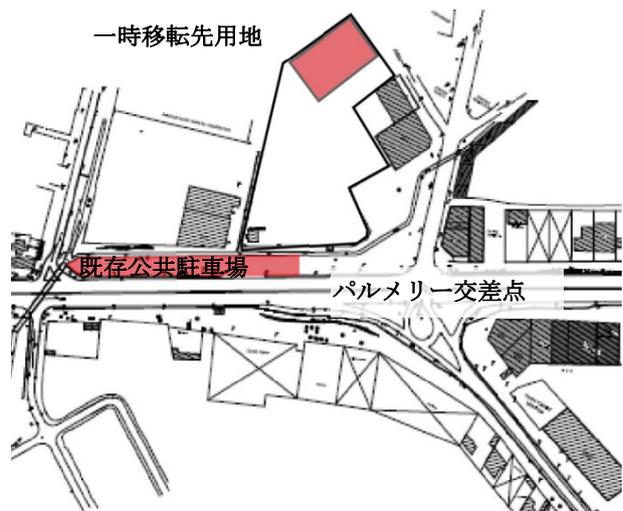
表 11.2.3 交差点ごとの社会的弱者数

	母子世帯	貧困線以下の世帯収入	高齢者	社会的弱者(合計)	非識字者
警察学校前	2人	0人	4人	6人	0人
リビエラ3	52人	0人	1人	53人	62人
パルメリー	58人	2人	2人	62人	49人
合計	112人	2人	7人	121人	111人

出典：JICA 調査団

(5) 公共駐車場の一時移転

パルメリー交差点の北西側に位置する公共駐車場は、工事期間中はAGEROUTEが提示する用地に一時的に移転する。用地は既存駐車場の北側に位置する更地で、現在は民間不動産会社が所有権を有する。総面積は19,000m²、そのうち既存公共駐車場と同面積の2,700m²のみを公共駐車場の一時移転用地としてAGEROUTEが整備する。同用地には建物や商店はなく、住民移転計画（以下、RAP:Resettlement Action Plan）調査の必要はない。



出典：JICA 調査団

図 11.2.4 既存駐車場と一時移転先

既存公共駐車場はココディ市タクシー組合に登録するタクシーの待機場所となっている。同組合の登録タクシーは約250台であり、既存駐車場には常に30台から50台のタクシーが停車している。また、既存駐車場には露店があり37人の商人がタクシー運転手や利用者に食品や日用品を販売している。本事業では同駐車場を使用し

ているタクシー組合及び露店商人を一時移転の対象とし、工事期間、移転先用地で活動を継続、完工後は本事業で整備される公共駐車場を使用する。

露店は日除けの傘と木製のテーブルのみの簡易な店舗であり、露天商が所有する機材は少なく、簡易な移転を想定している。また、一時移転用地は、既存駐車場から近距離であるため、一時移転による露天商の経済損失や活動形態の変更は想定されない。

11.2.2 補償・支援の具体策

「コ」国では、公益を目的とした土地収用は、『公益を目的とした土地収用ならびに土地占有に関する 1930 年 11 月 25 日付政令 (Décret du 25 novembre 1930 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique) 』に基づいて実施する。

本事業の実施に必要な土地の収用や建造物の移転についても同政令と JICA ガイドラインに基づき、補償対象者と必要な支援策の決定及び補償金の算定を下表のとおり行う。

表 11.2.4 補償・支援の具体策

目的	対象者／補償・支援の具体策
用地補償	土地に対する法的権利を有するものに対して補償する。 補償額はココディ地域の地価を一律に適用して算定する。
建物（附帯設備を含む）の補償	土地に対する法的権利の有無に係らず、収用対象の用地地上にある全ての建造物に対して補償する。
借地権者に対する補償	移転前と同程度の建物を借入れるために必要な費用として 4 カ月分の家賃を補償する。
営業補償	移転期間の営業損失の補償として 4 カ月分の営業収益を補償する。
収入補償	活動を再開できるまでの補償として 4 カ月分の収入を補償する。
社会的弱者への補償	母子家庭、寡婦家庭、障害者や障害者のいる家庭、高齢者（61 歳以上）、世帯収入が貧困線以下の家庭に対して、一律 132,660FCFA を支給する。
移転費用の補償	移転に必要な交通費として 10,000FCFA から 25,000FCFA を補償する。
非直接影響者への補償	ミッテラン通り沿いに位置する合法的な商店に対し、工事中に売上、利益に影響が生じた場合、工事による影響に応じて緩和策を検討する。
公共駐車場の補償	パルメリー交差点の公共駐車場は、工事中は AGEROUTE が指定する一時移転先用地に移転し、完工後は本事業で整備される公共駐車場に戻る。

出典：JICA 調査団

本事業の RAP は「コ」国の政令を遵守し、政令と JICA ガイドラインにギャップがある場合は JICA ガイドラインを優先して策定する。本事業の RAP が JICA ガイドラインの要件を満たしていることを下表にて確認する。

表 11.2.5 JICA ガイドラインと RAP の比較

	JICA 環境社会配慮 ガイドライン (JICA GL) 及び世界銀行オペ レーショナルポリシー (WB OP4.12)	RAP の記載	相違点
1	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。(JICA GL)	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、回避ができるようあらゆる方法について検討する。	JICA ガイドラインに準拠している
2	住民移転の回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある対策が講じられなければならない。(JICA GL)	住民移転の回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある対策を検討する。	JICA ガイドラインに準拠している
3	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるよう、十分な補償及び支援がなされなければならない。(JICA GL)	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、生活回復期間 (4 カ月間) の補償を行う。	JICA ガイドラインに準拠している
4	補償は、可能な限り再取得価格に基づき行われなければならない。(JICA GL)	補償は同程度の住居環境の再取得価格に基づき算出する。	JICA ガイドラインに準拠している
5	土地や金銭による損失補償及びその他の支援は移転に先立って行われなければならない。(JICA GL)	補償は移転に先立って行う。	JICA ガイドラインに準拠している
6	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。(JICA GL)	本事業は 200 人未満の住民移転であり、大規模非自発的住民移転に該当しない。	-
7	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。(JICA GL)	住民移転計画の作成に当たり、住民説明会を開催して、事前に十分な情報の公開と協議を行う。	JICA ガイドラインに準拠している
8	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。(JICA GL)	住民説明会などの協議は公用語の仏語で行い、理解し易いように絵を使った説明資料を作成し、投影して説明する。	JICA ガイドラインに準拠している
9	住民移転に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。(JICA GL)	住民説明会を開催し立案段階から住民の参加を促進する。実施段階やモニタリング段階においても適切な参加ができるよう促進する。	JICA ガイドラインに準拠している
10	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。(JICA GL)	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対し、適切な苦情処理メカニズムを通じ苦情処理が行われるよう、既存のメカニズムを活用した苦情処理メカニズムを構築する。	JICA ガイドラインに準拠している
11	ベースライン調査を通して、影響を受ける人々をできる限り早く特定・認定しなければならない。ベースライン調査には、影響を受ける人々の認定、カット・オフ・デット、資産調査、社会経済調査を含む。可能であれば、事業の特定の段階で実施し、便益を享受しようとする新たな流入者の発生を防ぐものとする。(WB OP 4.12 Para. 6)	立案段階でベースライン調査を行ない被影響住民の社会経済的状況及び資産についての調査を実施する。また、カット・オフ・デットは「コ」国の慣習に基づきベースライン調査完了時に行う。	JICA ガイドラインに準拠している
12	補償を受ける要件は、正式に土地 (法の下で伝統的、慣習的な権利として認められる権利を含む) に関する法的権利を有する被影響住民の他、センサス時点で正式に土地に関する法的な権利を有していないが土地や資産に関する権利を主張する者、土地を占有しているが法的権利を有さない者を含める。(WB OP 4.12 Para. 15)	補償を受ける要件は、センサス時点で土地に対する法的権利を有するもののみならず占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものを含める。	JICA ガイドラインに準拠している

	JICA 環境社会配慮 ガイドライン (JICA GL) 及び世界銀行オペ レーショナルポリシー (WB OP4.12)	RAP の記載	相違点
13	土地で生計を立てている住民に対しては土地を軸にした移転戦略をとる。(WB OP 4.12 Para. 11)	土地で生計を立てている住民は本事業の被影響住民にはいない。	-
14	移転してから生計の回復期間においても支援する。(WB OP 4.12, para.6)	土地収用によって直接的な影響を受ける被影響住民には生活回復期間 (4 カ月間) の補償を行うとともに、非直接影響者に対しても影響に応じた支援を実施する。	JICA ガイドラインに準拠している
15	移転住民のうち、特に貧困層、土地の無い人、高齢者、女性、子供、少数民族等の社会的弱者層については特に留意して補償を行う。(WB OP 4.12 Para. 8)	母子家庭、寡婦家庭、障害者や障害者のいる家庭、高齢者 (61 歳以上)、世帯収入が貧困線以下の家庭に対して追加の補償を行う。	JICA ガイドラインに準拠している
16	200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。(WB OP4.12 Para.25)	本事業では移転計画を作成する。	JICA ガイドラインに準拠している

出典：JICA 調査団

11.2.3 実施スケジュール

『公益を目的とした土地収用ならびに土地占有に関する政令』に基づき、土地収用を実施する場合は事業の公益宣言が必要になる。本事業では、『土地収用の執行命令書』に大統領が署名することにより事業の公益宣言が確認されたことになり、土地収用の手続きに着手することができる。

本事業における土地取得に係る手続きの工程は、以下のとおりである。

表 11.2.6 本事業における土地収用の実施スケジュール

業務	2018			2019							
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
1 住民説明会の開催											
2 カットオフデート											
3 社会経済／損失資産調査											
4 住民説明会の開催											
5 AGEROUTEによる改訂RAPの承認											
6 JICAによる改訂RAPの承認											
7 土地収用の執行命令書案の作成											
8 大統領による土地収用の執行命令書への署名											
9 省間委員会の設置／RAPの承認											
10 土地収用の対象者リストの張り出し											
11 予算の最終化											
12 苦情処理システムの構築											
13 合意形成／補償金の支払											
14 住民移転											
15 モニタリング											

出典：JICA 調査団

11.2.4 住民協議

2018年10月24日にAGEROUTEとパルメリー及びリビエラ3交差点の地域住民、2018年11月22日に警察学校前の地域住民による用地取得に関する住民説明会をココディ市役所にて開催した。

出席者は用地収用の直接影響者及び非直接影響対象者（COIから10m以内に位置する商店）であり、本事業の用地取得のための社会経済調査及び損失資産調査の実施手順や工程について情報の共有と意見交換を行った。

住民側の出席者は合計80名、そのうち男性が49名、女性が31名で男性が過半数を占めるが、質疑応答では女性からも活発に意見が出された。主な質疑応答を下表にまとめる。

表 11.2.7 住民説明会での主な質疑応答内容

住民		質問内容 (住民)	回答 (AGEROUTE)
1	商店経営者 (女性)	工事中は道路や歩道からのアクセスは整備されるのか。	工事区間は警備員を配置して車輛や歩行者を誘導するなど、工事業者により必要な対策がとられる。
2	銀行職員 (男性)	ミッテラン通りと並行している裏通りを工事中のアクセス道路として使えるよう整備して欲しい。	AGEROUTEの技術部門の担当者に確認する。
3	住民 (男性)	洪水で公的証明書類を紛失した。損失補償の算定が正確にされるか懸念している。	調査員の訪問の際に手元に残っている書類を提示し、紛失した書類については紛失届を提出する。
4	露天商 (女性)	工事中は他の場所に移転して営業の継続ができるのか懸念している。	(ココディ市役所回答) リビエラ-パルメリの仮設市場で営業の継続が可能。ココディ市はリビエラ-パルメリに市場建設を計画している。同市場には本事業による被影響者が営業を継続できるだけの十分なスペースを準備する。
5	タクシー運転手 (男性)	工事中のタクシー駐車場の移転先は何処になるのか。	一時移転先は現在検討中である。工事後、タクシーは一時移転先に留まらず、指定された新設のタクシー駐車場に速やかに戻ることを約束して欲しい。
6	商店経営者 (男性)	損失補償はどのように算定されるのかを知りたい。	損失補償は不動産鑑定士が不動産の資産価値の調査を行い、経済専門家が社会的側面から調査を行い支援の必要性を確認する。
7	住民 (男性)	工事時にCOIを超えて取壊しがされることはあるのか。	COIは工事の影響範囲も含んでいる。万が一、工事業者がCOIの範囲を超えて取壊しなどを行った場合、業者が賠償をする。
8	住民 (男性)	塀を壊されると安全性の問題がある。工事中の住民の安全はどのように確保されるのか。	住民の安全を確保するため工事着工前に仮囲いを設置する。
9	住民 (男性)	工事中に設置される塀は仮設なのか常設なのかを知りたい。	工事前に設置する塀は住民の安全を確保するために設置する仮囲いである。
10	露天商 (女性)	移転をするにも費用がない。	損害に応じた補償金が支払われる。

出典：JICA 調査団

11.2.5 ジェンダー配慮

(1) ジェンダー指標

「コ」国は、女性差別撤廃条約への批准や機会平等・公平・ジェンダー国家政策（Politique Nationale de l'Égalité des chances, l'Équité et le Genre）の採択など、男女平等促進のために政策を打ち出している。2000年と2016年の基礎指数を比較すると、女性の失業率は5.2%から3.3%に減少（男性失業率は3.2%から2.1%に減少）、女子の初等教育終了率及び中学校卒業率についても各々33.5%から60.0%、25.7%から32.6%に増加している（男子はそれぞれ52.8%から71.8%、46.4%から21.4%に増加）。

しかし、男女格差を示す指標であるジェンダー指数は144カ国中133位に留まっており、特に就学率や識字率などの教育面において男女の格差が大きい。

表 11.2.8 ジェンダー配慮の基礎指標

国際開発指標 ¹	年	人間開発指数 (指数/順位 (188カ国))		ジェンダー開発指数 (指数/順位 (188カ国))		男女格差指数 (指数/順位 (188カ国))			
	2015	0.474/171位		0.814/151位		0,672/155位			
	2011	0.400/170位		NA		NA			
	2005	0.432/166位		0.413/146位		NA			
労働人口比率 ²	年	第1次産業 (%)		第2次産業 (%)		第3次産業 (%)		失業率 (%)	
		男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
	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	
教育 ²	年	初等教育終了 (%)		中学校卒業 (%)		識字率 (%)			
		男性	女性	男性	女性	男性	女性		
	2016	71.8	60.0	46.4	32.6	NA	NA		
2000	52.8	33.5	21.4	25.7	70.8	52.1			
HIV感染率 ²	年	男性 (% 15-24歳)			女性 (% 15-24歳)				
	2016	0.5			1.1				
	2000	0.8			4.1				
意思決定参加率 ²	年	国会議員の女性比率 (%)			官僚の女性比率 (%)				
	2016	9.2			20.9				

出典：Human Development Report (UNDP)、Gender statistics(World Bank)

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

² Gender statistics World Bank

表 11.2.9 ジェンダーギャップ指標

項目	ランク
経済活動の参加と機会	115 位／144 カ国
労働人口参加	103 位／144 カ国
同一労働における賃金の平等	92 位／144 カ国
推計所得	116 位／144 カ国
教育	137 位／144 カ国
識字率	122 位／144 カ国
初等教育への就学	123 位／144 カ国
中等教育への就学	136 位／144 カ国
高等教育への就学	123 位／144 カ国
政治への関与	108 位／144 カ国
国会議員の女性比率	122 位／144 カ国
官僚の女性比率	66 位／144 カ国
過去 50 年間女性が国家元首であった年数	69 位／144 カ国

出典：The Global Gender Gap Report 2016 (World Economic Forum)

(2) ジェンダー関連の政策・制度

2007 年、「機会平等、公平、ジェンダーに関する宣言 (Déclaration solennelle de la Côte d'Ivoire sur l'égalité des chances, l'équité et le genre)」に大統領が署名し、2009 年には「機会平等・公平・ジェンダー国家政策」が採択されている。同政策では、女性と男性の両方に開発の機会と意志決定過程への平等な参加を確保し、公正で公平な開発を確保することを目的とし、①ガバナンスと人権、②マクロ経済と予算、③復興と基礎社会サービス、④ジェンダーに関する組織機能の強化、が同政策実施の上での優先分野として挙げられている。

「コ」国が署名・批准した条約及び国内法を下表にまとめる。

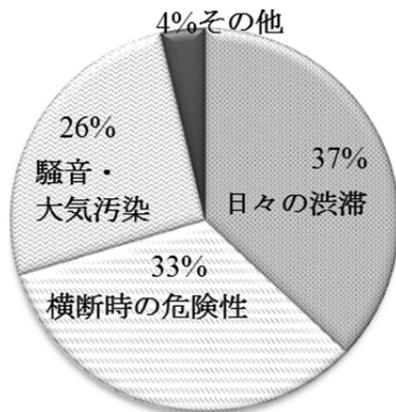
表 11.2.10 ジェンダーに関する条約及び国内法

国際条約	署名・批准年月
婦人の参政権に関する条約	1952 年
婚姻の同意、最低年齢及び登録に関する条約	1995 年 12 月
既婚婦人の国籍に関する条約	1999 年 11 月
女性差別撤廃条約	1995 年
人及び人民の権利に関するアフリカ憲章に係る女性の権利の議定書	2011 年
国内法	制定年
女子教育に関する計画書 (Plan Stratégique National pour l'Education des Filles)	2007 年
機会平等・公平・ジェンダー国家政策 (Politique Nationale de l'Égalité des chances, l'Équité et le Genre)	2009 年
女性に対する暴力撤退国家戦略 (Stratégie nationale de lutte contre les Violences Basées sur le Genre)	2014 年

出典：JICA 調査団

(3) 想定される女性利用者のニーズと本事業でのジェンダー配慮

本事業では母子家庭や貧困層の女性に対し、ミッテラン通りの既存問題点と本事業に期待する効果について聞き取り調査を実施し、女性利用者のニーズを分析した。その結果「日々の渋滞」と「危険性」に問題点を感じている意見が多く、中でも「渋滞」については64%の女性が本事業の実施により渋滞が緩和されることを期待している。



出典：JICA 調査団

図 11.2.5 女性からみた既存道路の問題

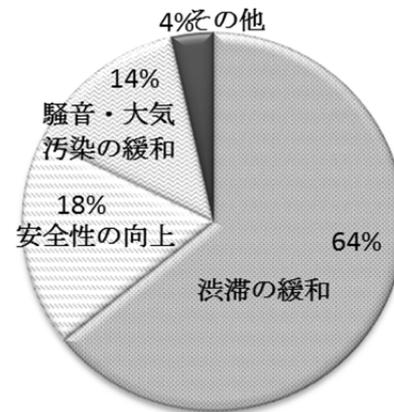


図 11.2.6 女性が本事業に期待する効果

1) 歩道橋の設置

荷物を持っての道路の横断や子どもの道路の横断について危険を感じている女性が37%を占め、18%の女性が本事業により道路横断時の安全性が向上されることを期待している。本事業ではパルメリー交差点及びビリビエラ 3 交差点に歩道橋を設置する計画であり、女性利用者のニーズに対応している。

2) 公共駐車場の露店の一時移転

パルメリーの既存公共駐車場では露天商が日用品や食品をタクシー運転手や利用者に販売している。調査では37人の露天商を確認しており、そのうち27人が女性、5人が母子家庭の世帯主である。露店は公共駐車場に密着した経済活動を営んでおり、駐車場から離れた場所では経済活動の継続が困難になる惧れがある。これらの露店は土地収用の対象外に位置しているが、本事業ではタクシーとともに、露天商も一時移転の対象とし、工事中も現況に近い環境で営業を継続できるよう配慮し、露天商の収入機会の喪失を回避する。

12. 維持管理計画（案）の策定

12.1 維持管理に関する課題

12.1.1 維持管理の現状

「コ」国における維持管理の現状を把握するため、AGEROUTE との協議にて下記内容の確認を行った（平成 30 年 8 月 29 日、12 月 6 日）。本協議にて確認した内容を表 12.1.1 に示す。また、AGEROUTE より受領した資料（構造物の管理：11 月 27 日受領）は付録 2 に添付する。

表 12.1.1 維持管理に関する問い合わせ内容

No.	確認事項【8/29協議】	AGEROUTEからの回答	備考
1	道路維持管理担当部署、担当窓口氏名・連絡先を教えてください。	【8/29協議時】 AGEROUTE構造物課長の連絡先の提示あり。	—
2	道路ネットワーク範囲における橋梁数及び橋種（コンクリート橋及び鋼橋、横断歩道橋）を教えてください。 ※橋梁台帳（List）を提供いただきたい。	【11/27資料提供】 構造物のナンバリングによる管理方法の提供あり。また、これに構造物の特性、検査結果等を含めて構造物のデータシートを作成する管理方針である。 【12/6協議時に確認】 2006年より未舗装道路、舗装道路、橋梁で区分管理しデータベース化。橋梁の橋種（鋼橋またはコンクリート橋）の内訳は把握されていないが、鋼橋の建設事例はごく少数であるとのこと。※橋梁台帳（List）の提示は無し。	2006年より構造物の管理が開始され、構造物情報（構造物種類の大別、位置、登録番号、工事情報、検査情報等）のデータベース化はなされている。
3	橋梁の点検サイクル・実施の有無を教えてください。 1. 日常点検 2. 定期点検 3. 緊急点検	【11/27資料提供】 点検種類は、①継続モニタリング(年2回)、②定期点検(特別構造物は2年毎、他構造物は継続モニタリングで異常が確認されるなどの特別な事象があった構造物)、③詳細調査。 【12/6協議時に確認】 特別構造物とは、第3橋のような非常に大規模な橋梁のことであり、一般的な橋梁はそれに含まれない。継続モニタリングは目視であるが可能な範囲で実施、定期点検で初めて確実な近接点検を実施している。	継続モニタリング、定期点検、詳細調査等の段階を経て、補修補強等の工事へ移行されている。ただし、特別構造物以外は、年2回の継続モニタリングの結果次第で点検への移行となる為、確実な近接目視点検の義務化、確実な維持管理作業（清掃・土砂撤去他）の流れは整備されていない状況と考えられる。
4	橋梁の点検に関するマニュアルの有無を教えてください。	【12/6協議時に確認】 「コ」国独自で作成した点検のマニュアルは無いが、フランスの基準書を参考としている。ただし、点検方法、結果は個別であり、何か準じて統一化されているわけではない。 ※点検結果等のサンプルの提示は無し。	点検実施対象橋梁と同じく、点検計画及び点検方法、結果に対する確実なマニュアル整備はされておらず、構造物毎、点検毎に内容にバラツキが生じている可能性がある。鋼橋の建設実績が少ないこともあり、本業務対象橋梁のような鋼橋の維持管理計画マニュアルの整備は有効であると考えられる。
5	点検結果をどのようなアウトプットで管理しているかを把握したい為、橋梁の点検方法、点検部位、点検結果のサンプルを提示いただきたい。	【12/6協議時に確認】 梯子、足場（枠組・単管）は一般的である。高所作業車は市場性に乏しいとのこと。	点検に際しては、都度設置・撤去が発生する足場作業よりも、高所作業車の使用が効率的である場合がある。点検機械の保有・整備も重要な項目と考えられる。
6	保有の点検機械の有無及び規格を教えてください。 ※市場でのレンタルの可否も含む。	【12/6協議時に確認】 梯子、足場（枠組・単管）は一般的である。高所作業車は市場性に乏しいとのこと。	点検に際しては、都度設置・撤去が発生する足場作業よりも、高所作業車の使用が効率的である場合がある。点検機械の保有・整備も重要な項目と考えられる。

出典：JICA 調査団

12.1.2 維持管理に関する課題

(1) 維持管理に係る組織体制

「コ」国の維持管理は、技術者と専門家で構成される AGEROUTE の維持管理部門が担っている（※H30.8.29 の協議にて、橋梁の維持管理は構造物課が担当している旨を確認）。なお、大規模な点検が必要な場合は、政府機関（BENETD、LBTP）やコンサルタント（TERRABO、IETEF、LABOGEM、HYDROCO 等）が実施している（※F/S 報告書より）。

維持管理においては、各種点検（日常点検、定期点検、緊急時特別点検）から補修工事対応に至るまで、維持管理を効率的かつ有効に行う為、組織体制を拡充し、維持管理計画の立案・運用を確実に実施する必要がある。

本業務においては、設計対象橋梁をベースに、橋梁点検に必要な人員等の体制を設定し、今後の維持管理体制の参考とすべき資料を作成する。

(2) 鋼橋の維持管理

「コ」国の主たる橋梁形式は、鉄筋コンクリート桁橋、プレストレストコンクリート桁橋がほとんどである（※AGEROUTE との H30.12.6 協議にて、鋼橋実績がほとんど無いとの回答有り）。本事業は鋼橋建設を予定しているが、「コ」国内での鋼橋の建設事例が少ない為、適切な維持管理を行うことが重要となる。

鋼橋の維持管理・更新を行う為には、点検・判断・対策を適切に実施できる技術者が必要であるとともに、点検及び点検結果を評価・判断する為の維持管理マニュアル整備、橋梁諸元及び点検データを一括管理するデータベース化が継続して必要である。

あわせて、鋼橋の維持管理に関する必要点検機材、詳細調査機材の確保も必要である。

本業務においては、今後作成される「維持管理マニュアル」に取り入れるべき項目及び内容について、維持管理計画（案）として提案を行うものとする。

(3) 予算の確保

予算作成時において、必要とされる予算を的確に積算し、確実に確保することが重要である。

「コ」国においては、損傷の進行が速い為、計画段階と補修工事段階での費用に差が生じていることも問題となっている。

本業務においては、設計対象橋梁をベースに、将来的な維持管理費用を概算算出し、今後の維持管理費用の参考とすべき資料を作成する。

12.2 維持管理計画（案）の策定

12.2.1 策定方針

現時点では、鋼橋に係る維持管理基準が未整備である。どの技術者が点検しても、同じレベルで点検し、考え方や技術力不足によるバラツキを防ぐためには検査の手法や評価基準を整備する必要がある。本事業の施工監理（C/S）コンサルタントによって「維持管理マニュアル」が作成される予定である。よって、このマニュアルを活用し、維持管理の手法と評価方法を統一化し、技術の向上を目指す必要がある。

本節では、橋梁の維持管理計画（案）について、項目及び内容について提案を行うものである。内容、構成、具体内容については維持管理マニュアルの作成時において決定し、作成の方向である。

本節では、維持管理計画（案）として、下記の内容について記載する。鋼橋建設の実績が少ない「コ」国においては、簡易的に維持管理を計画していくことが望ましいため、種々の項目・様式等については、今後のマニュアル作成時に協議のうえ決定されたい。

- (1) 点検の種類及び点検内容（案）
- (2) 橋梁台帳、点検記録（案）
- (3) 点検方法（案）
- (4) 留意すべき部位及び損傷事例（参考）
- (5) 詳細調査（案）
- (6) 点検に関する備品・機器（参考）
- (7) 点検体制（案）
- (8) 概算維持管理費（参考）

12.2.2 維持管理計画（案）

(1) 点検の種類及び点検内容（案）

1) 日常点検

日常点検は、管理する道路・橋梁において、安全な利用環境が確保されているかの確認を行う。主として、車線または路肩を走行中の車両、また桁下の官地より目視による簡易的な点検を行う。日常点検として、路面上にあるゴミ、土、石等の走行中に支障をきたす障害物を除去し、植栽の整備や排水施設の清掃等を実施し、その頻度は必要に応じて決定する。また、舗装パッチング等に対応可能なポットホール、舗装クラックの修繕、排水施設の補修等、簡易なメンテナンスが必要な場合には、適宜補修作業を実施する。「コ」国においては、年に2度実施されるモニタリングにおいて、近接点検を実施すべき構造物の選定が行われている。近接点検を実施すべき構造物の選定（特別構造物を除く）が目視確認により決定されているため、実施頻度を増やす必要がある。

2) 定期点検

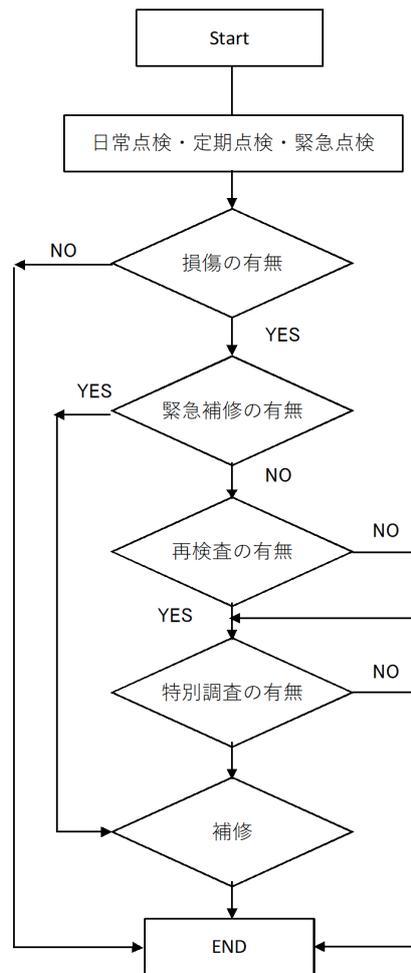
定期点検は、日常点検では確認することができない道路／橋梁の状態を把握する為、近接目視を基本とした全部材の点検を実施する。また、必要があれば簡易的な機器を用いて点検を行う。

点検頻度は「コ」国の維持管理体制・交通状況などを踏まえて決定する必要があるが、日本の場合、定期点検は供用開始後2年以内に初回点検を行い、2回目以降は5年以内に1回の頻度で行うことが義務付けられている。定期点検の初回（初回点検）は、橋梁完成時点では必ずしも顕在化しない不良箇所など橋梁の初期損傷を早期に発見することと、橋梁の初期状態を把握してその後の損傷の進展過程を明らかにすることを目的としている。初回点検以降は、損傷の進行程度、新規損傷を把握し、損傷が構造的・安全性に大きな影響を及ぼす前の速やかな補修対応を講じる為、5年以内に次回定期点検を行う流れとなっている。なお、次回点検までの間に、速やかに補修を講じる必要のある損傷については、補修設計を実施し、補修工事の対応を行うのが一般的である。「コ」国において、定期点検を実施するのは特別構造物として指定された構造物、あるいはモニタリング結果で損傷等が確認された構造物のみである。一般構造物においては、モニタリングが目視点検で実施されるため、損傷が著しく進行した後の点検・補修となり、場合によっては発見が難しい箇所の損傷見落とし等により大規模な対応が必要となる可能性がある。したがって、予防保全の観点から、適切な期間における全部材の近接目視を基本とした点検の義務化が必要である。

3) 緊急時特別点検

緊急特別時点検は、交通事故や自然災害、損傷の著しい進行等により、構造物が深刻なダメージを受けた可能性がある場合に実施する。道路／橋梁の機能を維持できない深刻な損傷を抱えている可能性がある場合には、必要に応じて構造物の使用制限を行った上、詳細な点検・詳細調査等を行う場合がある。また、速やかに補修・補強対策等を講じる為、緊急工事へと移行することも想定される。

なお、事業対象の高架橋が供用後も良好な状態を維持し快適な走行環境を提供する為には、適切な維持簡易を行うことが不可欠である。高架橋を供用可能な状態で長く維持する為には、維持管理運営システムを構築する必要があり、このシステムは主として、「橋梁台帳の作成保存」、「定期的な点検業務」、「点検結果を基にした補修作業」で構成される。



出典：JICA 調査団

図 12.2.1 点検・維持管理の手順

(2) 橋梁台帳、点検記録（案）

管理する橋梁については、橋梁諸元等の情報を記録するとともに、点検日及び点検結果、部材の損傷状況等の記録を残し、点検・修繕工事を行う度に逐次情報を更新して管理する必要がある。

以下に、橋梁情報及び点検結果の記録内容例を記載する。

1) 橋梁情報

橋梁の情報として記載すべき事項の例を以下に挙げる。

記載例

橋梁名称、所在地・位置座標、路線名、供用開始日、上部工形式、下部工形式、基礎形式、適用基準、幅員構成、交通条件（調査年、交通量、荷重制限等）、鋼材の塗装履歴、補修・補強履歴、橋梁一般図 等

橋梁諸元ほか、橋梁の情報を記録し管理し、点検時には本情報を踏まえた上で橋梁の点検計画を立案し、点検実施・管理する必要がある。

「コ」国の構造物のデータベース化においては、構造物の種類・番号・位置情報・工事情報・検査結果等により管理をしている（付録2 参照）。

2) 現地状況

現地の情報として記載すべき事項の例を以下に挙げる。

記載例

現地状況写真、写真撮影日

橋梁定期点検に際しては、現地状況を確認の上で点検計画を立案することが基本となるが、橋梁の情報として、交差物件や周辺施設などの現地状況を抑えた現地写真を管理することが望ましい。

現地状況写真	写真番号	1	撮影年月日	2014.11.07	写真番号	2	撮影年月日	2014.11.07
	径間番号	1	メモ	径間番号	1	メモ		
	写真説明	橋梁側面全景	右が起点	写真説明	側面	右が起点		
								
現地状況写真	写真番号	3	撮影年月日	2014.11.07	写真番号	4	撮影年月日	2014.11.07
	径間番号	1	メモ	径間番号	1	メモ		
	写真説明	桁下	手前が起点	写真説明	A1橋台			
								

出典：JICA 調査団

図 12.2.2 現地状況写事例

3) 点検結果

点検結果として記載すべき事項の例を以下に挙げる。

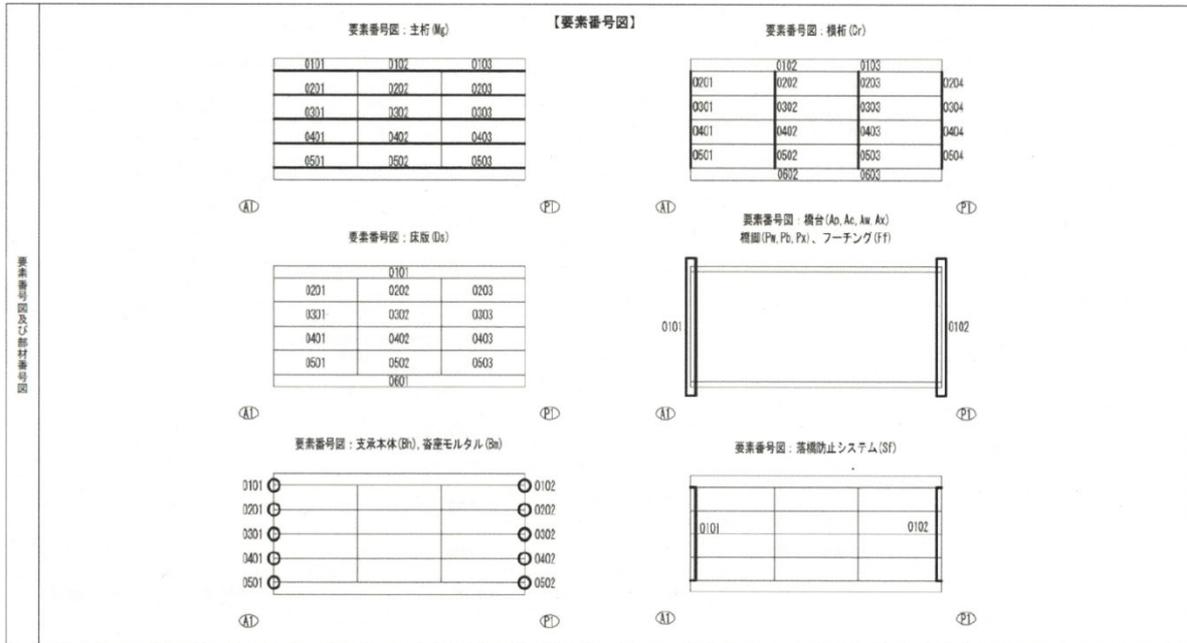
記載例

点検実施日、各部材の状況写真及び損傷程度、詳細調査の実施有無及び結果

なお、点検結果については、どの技術者が点検しても結果がばらつかないように、評価基準等の整備が必要である。本調査では、点検結果の評価方法について、日本における事例を一部参考に記載する。

【部材番号の設定】

鋼橋は多々の部材があり、点検で確認された損傷内容及び損傷部位の記録が煩雑となる可能性がある。部材の健全度を確実に管理する為に、点検計画段階において、各部材に部材番号を設定し、点検時に確認した損傷状況は写真とともに、対象の部材番号にて管理するのが望ましいと考えられる。日本での部材番号設定事例を図 12.2.3 に示す。



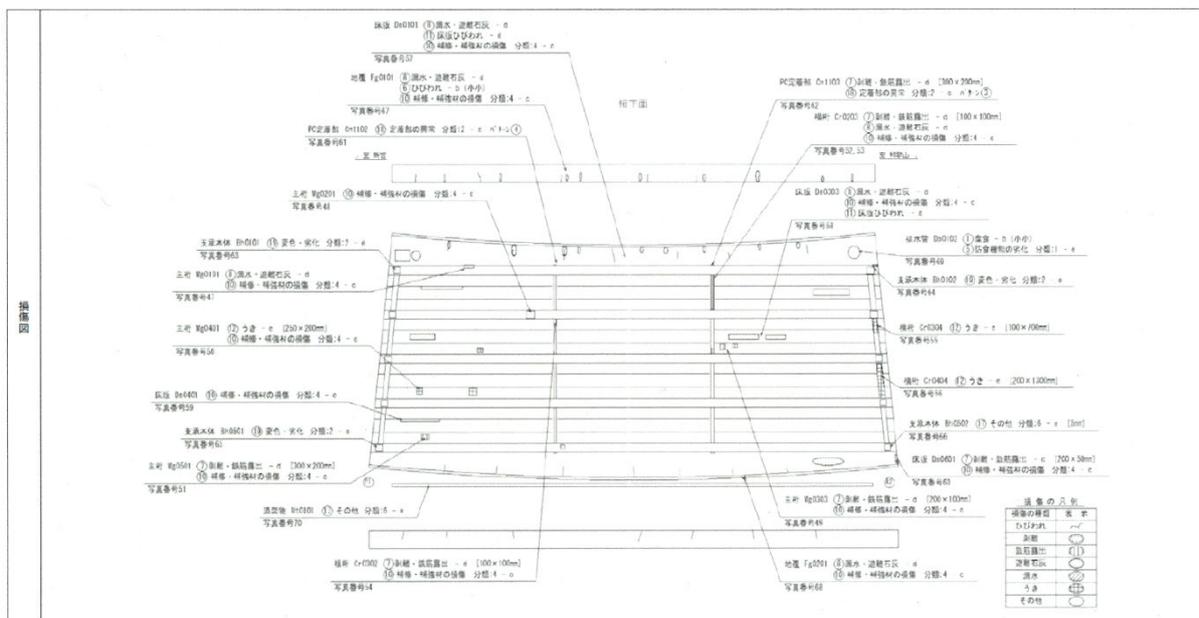
出典：JICA 調査団

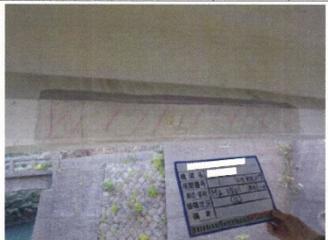
図 12.2.3 部材番号の設定事例

【損傷図の作成】

点検にて確認された損傷は、損傷の種類・程度・発生箇所とともに簡易的な損傷図を作成し、データ管理するのが望ましい。この際に、先に述べた部材番号を合わせて記録することで、損傷部位の確実な把握が可能である。また、損傷写真もあわせて記録に残すのが良い。

日本における損傷図・損傷写真の事例を図 12.2.4 に示す。



写真番号	5	経間番号	1	撮影年月日	2014.11.07	写真番号	6	経間番号	1	撮影年月日	2014.11.07
部材名	主桁	要素番号	0403	メモ		部材名	主桁	要素番号	0501	メモ	
損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷程度	d	起点方向 → 250×150mm		損傷の種類	うき	損傷程度	e	【新規損傷】 起点方向 → 200×1000mm	
				【その他の損傷】 ⑧補修・補強材の損傷-4-c 【前回 (H20) 点検損傷程度】 ⑦剥離・鉄筋露出-d (150×150mm) ⑧コンクリート補強材の損傷-4-c 【前回との比較】 進行なし							
写真番号	7	経間番号	1	撮影年月日	2014.11.07	写真番号	8	経間番号	1	撮影年月日	2014.11.07
部材名	主桁	要素番号	0502	メモ		部材名	主桁	要素番号	0502	メモ	
損傷の種類	補修・補強材の損傷	損傷程度	e	起点方向 → 250×150mm		損傷の種類	うき	損傷程度	e	【新規損傷】 起点方向 → 300×600mm	
				【前回 (H20) 点検損傷程度】 ⑧コンクリート補強材の損傷-4-c (表面に剥離) 【前回との比較】 進行なし						【その他の損傷】 ⑧補修・補強材の損傷-4-c 【基板表記読み】 損傷名称: 剥離・鉄筋露出 ⇒ ⑦ うき	

出典：JICA 調査団

図 12.2.4 損傷図・損傷写真の記録事例

【損傷程度の把握】

点検において確認された損傷は、損傷の種類と損傷程度、損傷のサイズを記録に残す。確認された損傷のうち、代表的なもののみを記録する方法もあるが、補修対策を想定した場合、全損傷を記録しておいた方が補修設計から補修工事への速やかな移行が可能である。（※補修設計において再度現地での損傷確認を行う必要を省けるため。）

損傷の種類、損傷程度については、点検員の技術レベルによる結果のバラツキを避ける為、維持管理マニュアルにてあらかじめ統一化を図るのが望ましい。

日本において設定されている損傷の種類的事例を表 12.2.1～表 12.2.3、図 12.2.5 に示す。

表 12.2.1 点検部位及び損傷の種類 (1/3)

注: 部位・部材区分の「*印」は、「主要部材」を示す。
 対象とする項目(損傷の種類)

部位・部材区分		対象とする項目(損傷の種類)			
		鋼	コンクリート	その他	
上部構造	* 主桁	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑨抜け落ち ⑩補修・補強材の損傷 ⑪床版ひびわれ	—	
	* 主桁ゲルバー部	④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑩補修・補強材の損傷	⑫うき ⑬遊間の異常 ⑭定着部の異常		
	* 横桁	⑬遊間の異常 ⑭定着部の異常 ⑯漏水・滞水	⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損		
	* 縦桁	⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損	⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損		
	* 床版		⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損		
	対傾構				
	横構	上横構		—	
		下横構		—	
	主構トラス	* 上・下弦材			
		* 斜材, 垂直材			
		* 橋門構			
		* 格点			
	アーチ	* 斜材, 垂直材 のコンクリート埋 込部			
		* アーチリブ		⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑨抜け落ち ⑩補修・補強材の損傷 ⑪床版ひびわれ ⑫うき ⑬遊間の異常 ⑭定着部の異常	
		* 補剛桁		⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損	
		* 吊り材		⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損	
		* 支柱		⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損	
		* 橋門構		⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損	
	ラーメン	* 格点			
		* 吊り材等のコ ンクリート埋込部			
斜張橋	* 斜材				
	* 塔柱				
	塔部水平材				
	塔部斜材				
* 外ケーブル					
* PC定着部	①腐食 ⑤防食機能の劣化 ⑲変形・欠損	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑫うき ⑭定着部の異常 ⑮変色・劣化 ⑲変形・欠損	—		
その他					

出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

表 12.2.2 点検部位及び損傷の種類 (2/3)

部位・部材区分		対象とする項目(損傷の種類)			
		鋼	コンクリート	その他	
下部構造	* 橋脚	柱部・壁部	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑩補修・補強材の損傷 ⑫うき	—
		梁部	④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑩補修・補強材の損傷 ⑳漏水・滞水	⑬定着部の異常 ⑱変色・劣化 ⑳漏水・滞水	
		隅角部・接合部	㉑異常な音・振動 ㉒異常なたわみ ㉓変形・欠損	㉑異常な音・振動 ㉒異常なたわみ ㉓変形・欠損	
	* 橋台	胸壁 縦壁 翼壁	—	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑲沈下・移動・傾斜 ⑳洗掘	
	* 基礎	その他	①腐食 ②亀裂 ⑤防食機能の劣化 ⑲沈下・移動・傾斜 ⑳洗掘	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑲沈下・移動・傾斜 ⑳洗掘	
支承部	支承本体	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑬遊間の異常 ⑯支承部の機能障害 ⑳漏水・滞水 ㉑異常な音・振動 ㉒変形・欠損 ㉓土砂詰り ㉔沈下・移動・傾斜	—	④破断 ⑬遊間の異常 ⑯支承部の機能障害 ⑱変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉑異常な音・振動 ㉒変形・欠損 ㉓土砂詰り	
	アンカーボルト	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 ㉓変形・欠損	—	—	
	落橋防止システム	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑬遊間の異常 ㉑異常な音・振動 ㉒異常なたわみ ㉓変形・欠損	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑫うき ⑬遊間の異常 ⑱変色・劣化 ㉓変形・欠損 ㉔土砂詰り	—	
	沓座モルタル	—	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑫うき ⑳漏水・滞水 ㉓変形・欠損	—	
	台座コンクリート		⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑫うき ⑳漏水・滞水 ㉓変形・欠損	—	
その他					

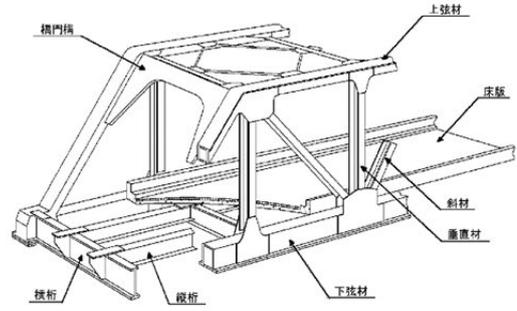
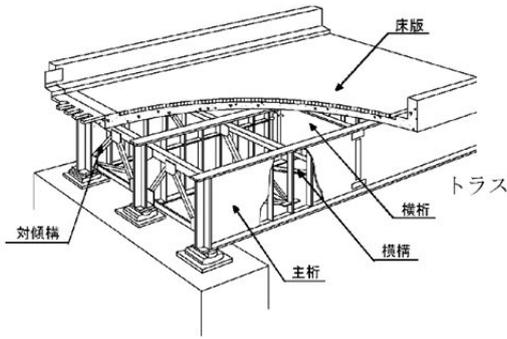
出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

表 12.2.3 点検部位及び損傷の種類 (3/3)

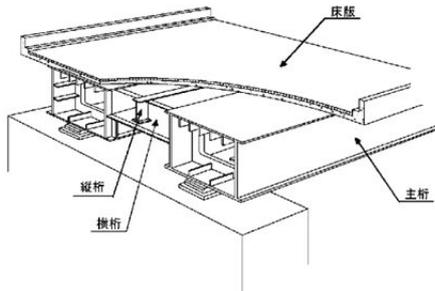
部位・部材区分		対象とする項目(損傷の種類)			
		鋼	コンクリート	その他	
路上	高欄	①腐食 ②亀裂	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出	—	
	防護柵	③ゆるみ・脱落 ④破断	⑧漏水・遊離石灰 ⑩補修・補強材の損傷		
	地覆	⑤防食機能の劣化 ⑩補修・補強材の損傷	⑫うき ⑬変色・劣化		
	中央分離帯	⑬変形・欠損	⑬変形・欠損		
	伸縮装置 (後打ちコンクリートを含む。)	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑬遊間の異常 ⑭路面の凹凸 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動 ⑲変形・欠損 ⑳土砂詰まり	⑥ひびわれ ⑫うき ⑱異常な音・振動 ⑲変形・欠損	⑬遊間の異常 ⑭路面の凹凸 ⑯変色・劣化 ⑰漏水・滞水 ⑱異常な音・振動 ⑲変形・欠損 ⑳土砂詰まり	
	遮音施設 照明施設 標識施設	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑱変色・劣化 ⑲変形・欠損	—	③ゆるみ・脱落 ⑱変色・劣化 ⑲変形・欠損	
	縁石	—	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑫うき ⑬変色・劣化 ⑲変形・欠損	—	
	舗装 (橋台背面アプローチ部を含む。)	—	⑭路面の凹凸 ⑮舗装の異常 ⑳土砂詰まり	⑭路面の凹凸 ⑮舗装の異常 ⑳土砂詰まり	
	排水施設	排水ます	①腐食 ④破断 ⑤防食機能の劣化	—	④破断 ⑱変色・劣化 ⑲漏水・滞水 ⑲変形・欠損 ⑳土砂詰まり
		排水管	⑱変色・劣化 ⑲漏水・滞水 ⑲変形・欠損 ⑳土砂詰まり		
その他					
点検施設	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断	—	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断		
添架物	⑤防食機能の劣化 ⑱異常な音・振動 ⑲異常なたわみ ⑲変形・欠損		⑤防食機能の劣化 ⑱異常な音・振動 ⑲異常なたわみ ⑲変形・欠損		
袖擁壁	—	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑬変色・劣化 ⑲変形・欠損 ⑳沈下・移動・傾斜	—		

出典：橋梁定期点検要領(案) 国土交通省 道路局 (H26.6月)

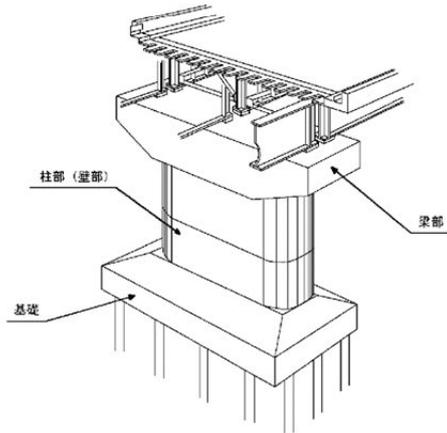
・上部構造
 鋼鈹桁



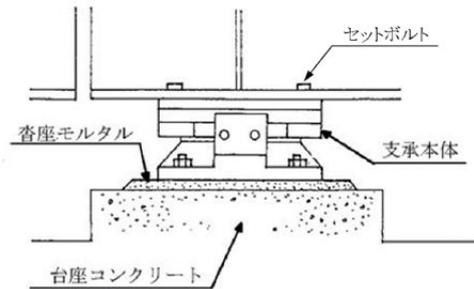
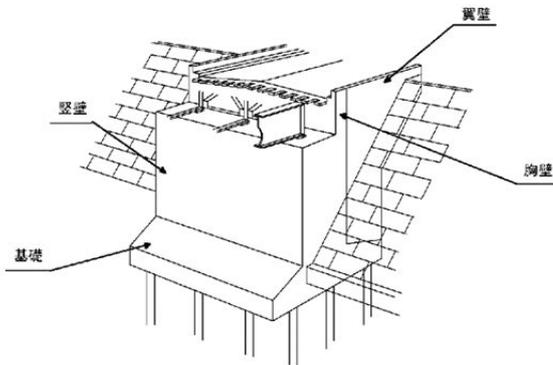
鋼箱桁



橋脚



橋台



出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

図 12.2.5 部材の名称

【橋梁全体の健全度の評価区分】

点検にて確認された損傷内容及び規模により、橋梁の全体としての健全度を評価するのが良い。橋梁の健全度の評価を行うことにより、補修対象橋梁としての優先度の把握、補修工事の実施時期の設定が良いになることを目的としている。以下に、日本における健全度の設定方法の事例を表 12.2.4 に示す。

表 12.2.4 橋全体としての健全度の設定事例

区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II	予防保全段階	構造物の機能に支障は生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずるのが望ましい段階
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずる必要がある状態
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、または生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずるべき状態

出典：JICA 調査団

<参考：鋼部材の損傷と判定区分の例>

① 判定区分 II



【腐食】

母材の板厚現象はほとんど生じていないものの、広範囲に防食被膜の劣化が進行しつつあり、放置すると全体的に深刻な腐食が広がると見込まれる場合。



【亀裂】

進行しても主部材が直ちに破断する可能性は少ないものの、今後も進展する可能性が高いと見込まれる場合。

出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

図 12.2.6 鋼部材の損傷と判定区分の例（判定区分 II）

② 判定区分Ⅲ



【破断】

耐荷力に影響が少ない部材に破断が生じている。ただし、大きな外力に対しては構造安全性が損なわれる可能性がある場合。



【腐食】

支承部や支点部の主桁に、明らかな板厚減少を伴う著しい腐食がある場合。

出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

図 12.2.7 鋼部材の損傷と判定区分の例（判定区分Ⅲ）

③ 判定区分Ⅳ



【腐食】

トラス橋にて、その斜材・支柱・弦材などの主部材に明らかな断面欠損や著しい板厚減少がある場合。



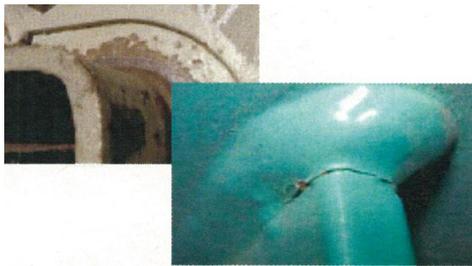
【亀裂】

主桁や横桁のウェブに大きな亀裂が進行している場合。

出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

図 12.2.8 鋼部材の損傷と判定区分の例（判定区分Ⅳ）

④ (参考) 詳細調査を必要とする損傷



【亀裂】

溶接線付近に明確な塗膜割れが生じているものの、亀裂の全体が外観からは確認できない場合。



【腐食】

外観目視できない埋め込み部や部材内部で、著しく腐食が進行している可能性が疑われる場合。

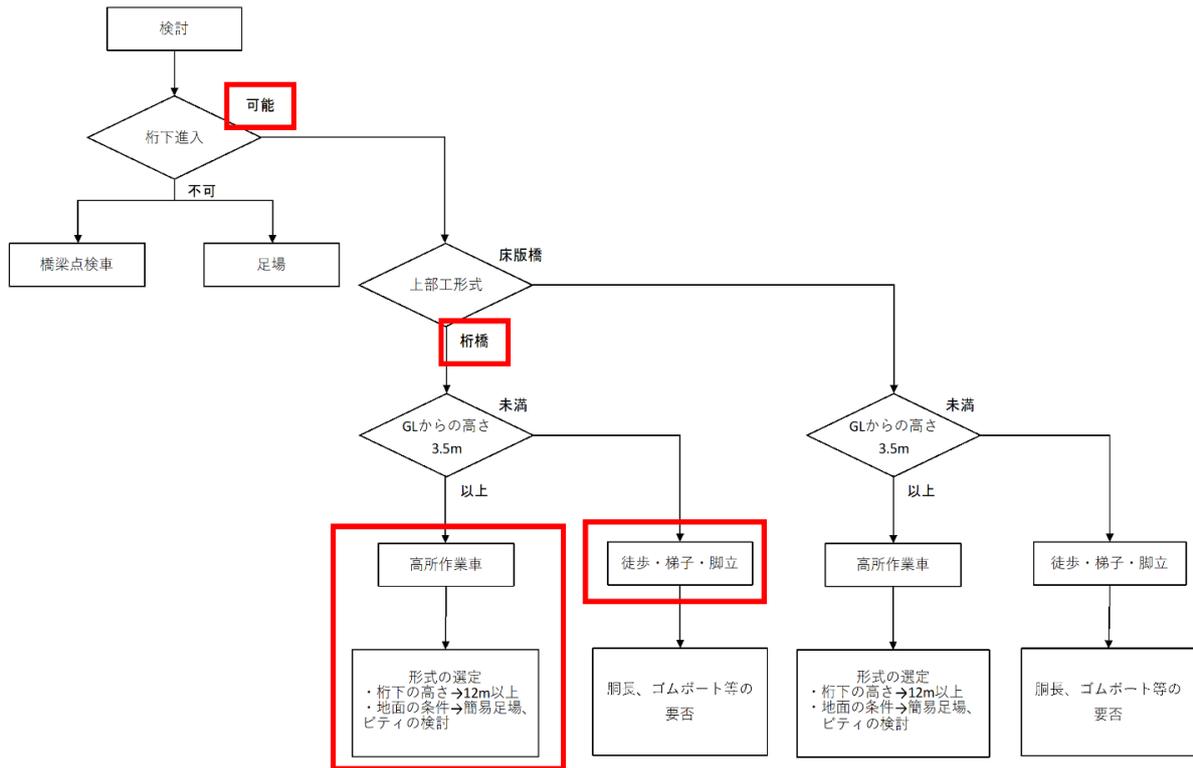
出典：橋梁定期点検要領（案） 国土交通省 道路局（H26.6月）

図 12.2.9 鋼部材の損傷と判定区分の例（詳細調査を有する損傷）

(3) 点検方法（案）

本業務の対象橋梁及び横断歩道橋について、定期点検方法（案）を参考に示す。なお、対象である橋梁の3橋（警察学校前交差点高架橋、リビエラ3交差点高架橋、パルメリー交差点高架橋）と、横断歩道橋2橋（カプノール横断歩道橋、リビエラ～パルメリー横断歩道橋）は、立地条件や構造形式等が似ている為、橋梁及び横断歩道橋を1橋ずつ抽出し、定期点検方法（案）を示すこととする。※橋梁：リビエラ3交差点高架橋、横断歩道橋：カプノール横断歩道橋

なお、定期点検では、全ての部材に近接して部材の状態を確認することを基本としている。点検方法は、図 12.2.10 をもとに選定を行った。次ページ以降に記載する点検方法について、市場性・機械流通状況を踏まえ、高所作業車を枠組（または単管）足場に置き換えることが可能である。ただし、その際は足場の組み立て・解体が必要になるため、作業時間が長くなる。



出典：JICA 調査団

図 12.2.10 点検方法の選定フロー

【橋梁：リビエラ3 交差点高架橋】

1) 橋面（舗装、高欄内側、伸縮装置）：

橋面の点検は、徒歩での実施が可能である。路肩からの目視を基本とするが、該当位置の点検においては、必要に応じて路肩・車線の交通規制を行う。



出典：JICA 調査団

図 12.2.11 徒歩による橋面の点検イメージ

2) 桁下（箱桁下面、床版下面、下部工、支承部）※交差点部を除く：

対象部位の高さは地上から概ね0～8m程度である。高さに応じて、徒歩、梯子、高所作業車を使用しての点検となる。なお、桁下は官地であるため、高所作業車の配置に問題はない。

3) 桁側面（箱桁側面、高欄外側）、桁下交差点部：

桁側面側及び交差点部においては、高所作業車に配置の際には、交通規制（側道：車線規制、交差点部：車線規制或いは一時的な通行止め）が必要となる為、十分な点検計画及び交通規制計画が必要である。



出典：JICA 調査団

図 12.2.12 高所作業車による点検イメージ

4) 箱桁内部：

箱桁には維持管理用の開口部（マンホール）が設けられ、点検員の立ち入りが可能な構造となっている。したがって、開口部へのアプローチは一時的に、梯子や高所作業車を利用し、点検自体は箱桁内にて徒歩の形で実施する。



出典：JICA 調査団

図 12.2.13 箱桁内部の点検イメージ

【横断歩道橋：カプノール横断歩道橋】

1) 橋面（舗装、高欄内側、伸縮装置、橋面上トラス部材、階段上面）：

橋面の点検は、基本、徒歩での実施が可能である。ただし、橋面点検時において、横断歩道橋利用者の通行止めを回避する為には、橋面片側での点検作業を基本とし、片側を歩行者通路とするよう、誘導員等の配置が必要と考える。なお、トラス上弦材高さは、最大で 4m 近くあるため、梯子あるいは簡易足場を利用した点検が必要となる。

2) 桁下、桁側面（高欄外側、トラス外面）：

地上から桁下まで概ね 7m 程度、トラス上弦材まで最大 12m 程度ある為、高所作業車による点検となる。なお、桁下は本線が位置する為、高所作業車の配置に際しては本線の車線規制が必要となる。

3) 階段部桁下、橋脚（橋脚部材、階段桁下部材）：

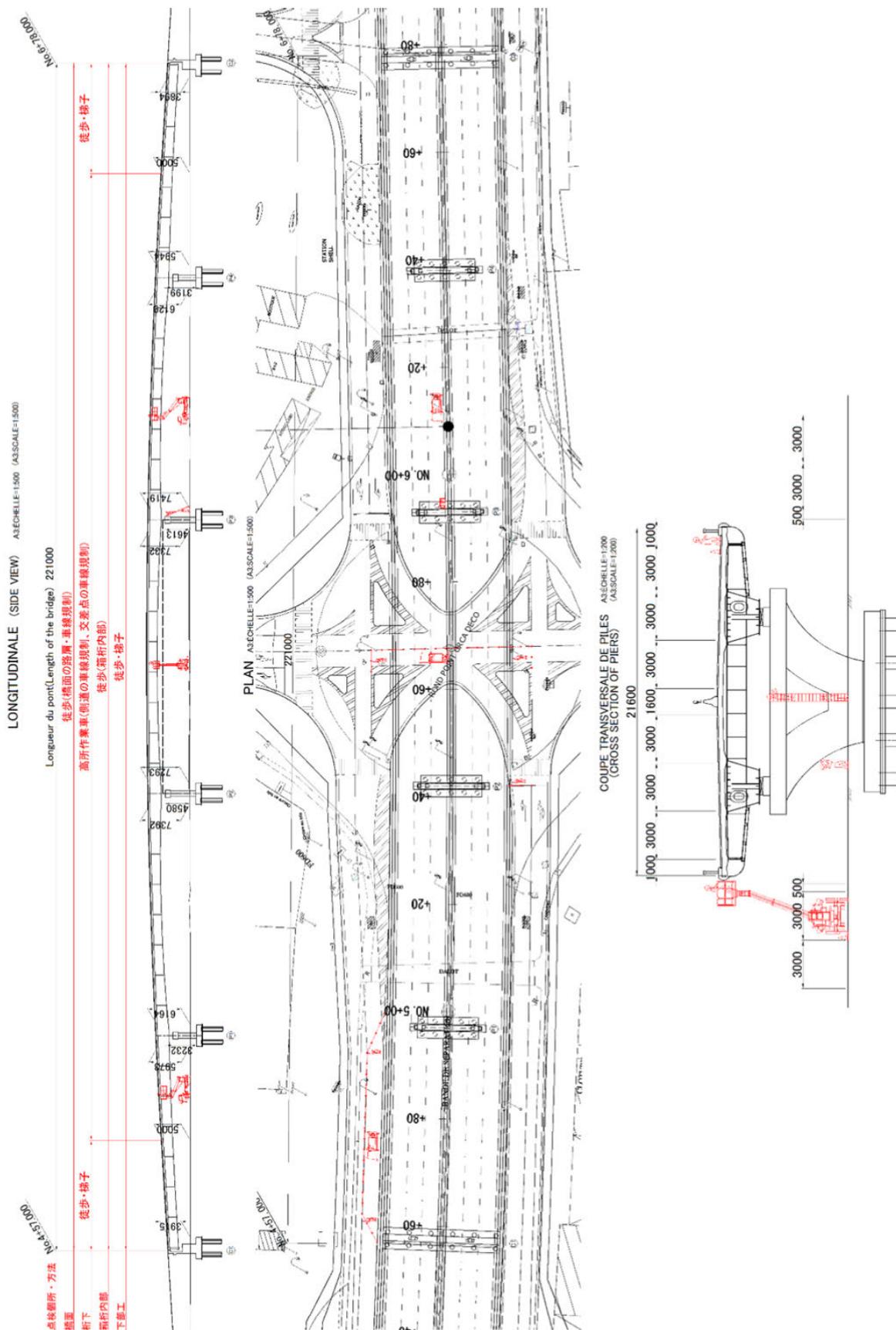
階段部の桁下は、地上から最大 8m 程度の高さを有する。本位置に高所作業車の配置は困難である為、徒歩、梯子、簡易足場によって点検を行う。



出典：JICA 調査団

図 12.2.14 簡易足場による点検イメージ

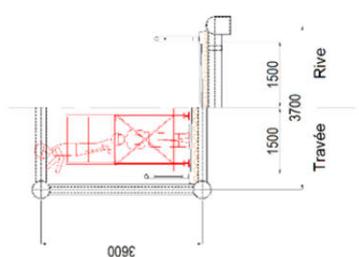
橋梁及び横断歩道橋の点検要領図（案）を図 12.2.15 と図 12.2.16 に示す。※交通規制図等は簡易的に図示している。実際の交通規制時においては、規制車線のシフト長、規制看板配置等の詳細計画が必要である。



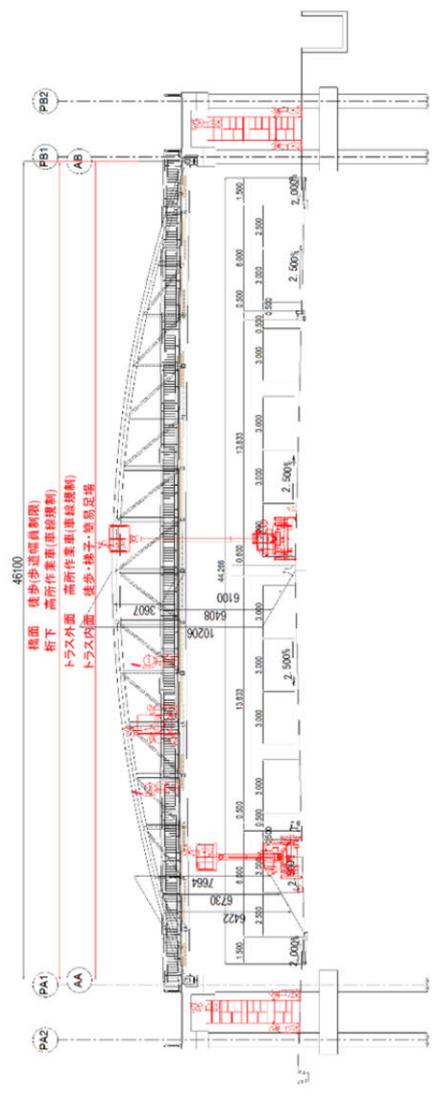
出典：JICA 調査団

図 12.2.15 点検要領図 (案) リビエラ3 交差点高架橋

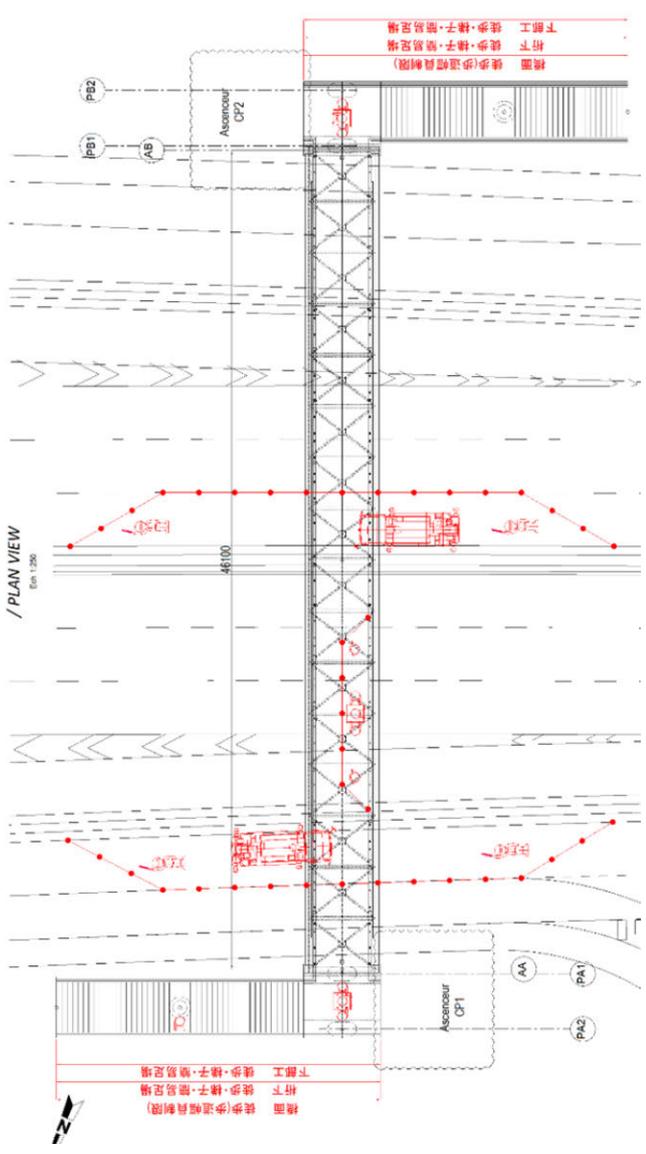
COUPE TYPE
/ TYPICAL SECTION
Ech. 1/300



VUE EN ÉLÉVATION
/ ELEVATION VIEW
Ech. 1/250



VUE EN PLAN
/ PLAN VIEW
Ech. 1/250



出典：JICA 調査団

図 12.2.16 点検要領図 (案) カプノール横断歩道橋

(4) 留意すべき部位及び損傷事例（参考）

以下、点検時において一般的に留意すべき部位及び損傷事例を参考に示す。

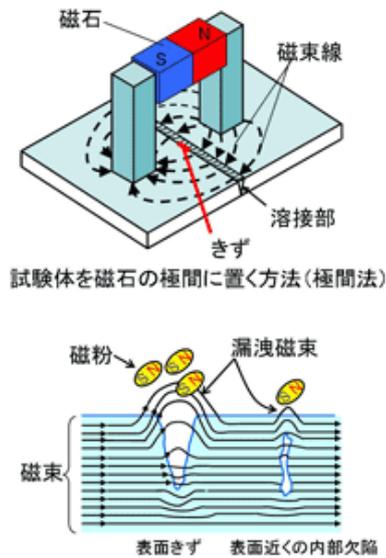
- 桁端部：狭隘な空間で腐食環境が厳しく、局部腐食や異常腐食が進行しやすい傾向にある（本業務では、桁端部において管理用空間を確保するための切り欠きが設計されている。また、桁端部 3m 区間においては塗装の増し塗りを行い、塗装の耐久性を高める計画とした。）。
- 桁中間支点部：伸縮装置からの漏水に留意。自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。
- 桁支間中央部：大きな応力が発生する部位で、亀裂の発生を生じる場合がある。
- 継手部：ボルト継手部は、雨水や塵埃が堆積しやすく、腐食が生じやすい。また、エッジ部は塗膜厚が不足しやすく、かつ塗膜が損傷を受けやすい傾向にある。
- 主桁格点部：部材が密集して狭隘部となり、局部腐食や異常腐食が生じやすい。また、ガセットプレートは、亀裂や変形が生じやすい。
- 排水装置の近傍：排水管の不良などによって、雨水の漏水や飛散が起こり、腐食が生じやすい傾向にある。
- 箱桁や鋼製橋脚内部：マンホール継手部や排水管からの漏水により滞水が発生すると、腐食を促進する場合がある。
- 路面：床版上面の損傷などの異常があると、舗装にも変状が発生する。
- トラスの格点部：応力集中が生じやすく、応力が複雑に作用する為、亀裂が生じやすい傾向にある。
- コンクリート埋込部：土砂や水がたまりやすく、局部腐食が進行しやすい傾向にある。
- 橋台：雨水が直接かかる部位では、ひびわれが生じやすい傾向にある。
- 橋脚：張出部では、雨水が直接かかるなど環境が厳しく、損傷が生じやすい傾向にある。また、張り出し付け根部の上部は、大きな応力が発生する部位であり、ひびわれが生じやすい傾向にある。
- 支承本体：路面段差や伸縮装置の影響から、自動車の衝撃の影響を受けやすい。また、狭隘な空間の場合、高湿度や塵埃の対先など腐食環境が厳しく、局部腐食や異常腐食が進行しやすい傾向にある。また、支承台座は、大きな応力を受けやすく、ひびわれ、うき、欠損が生じやすい（本業務では、支承の点検・補修に配慮した支承及び台座高が設計されている。また、将来的な支承交換を念頭に置き、各橋梁において橋脚天端に支承交換用のジャッキアップスペースを確保している。）。

(5) 詳細調査（案）

1) Magnetic Particle Testing（磁粉探傷試験）

橋梁点検において塗膜割れが確認された鋼部材の溶接部などに対し、磁粉探傷試験（MT）を行って、疲労亀裂の有無を調査する。内部亀裂か、塗膜割れかの判断試験として、短時間で簡易的に多数の試験が可能であり、点検時の亀裂調査として一般的に使用される。

強磁性体を磁化した場合に、表層部に亀裂などの磁束を妨げる欠陥が存在するとき、外部空間に漏洩磁束が生じる（下図参照）。磁粉探傷法（MT 試験）は、この漏洩磁束によって吸着された磁粉模様からひび割れなどの欠陥を検出する試験方法である。



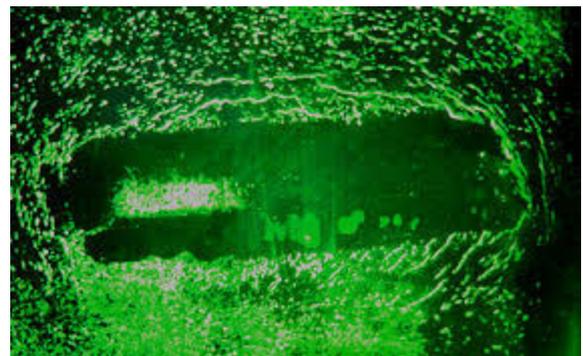
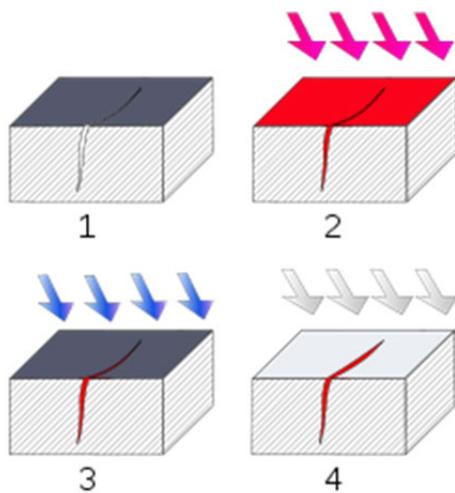
出典：JICA 調査団



図 12.2.17 磁粉探傷試験

2) Penetrant Testing (浸透探傷試験)

表面に開口している微細な傷に、見えやすい色や輝きを持たせた浸透性の良い液体（浸透液）を浸み込ませ、再度表面に吸い出すことにより傷を拡大して見つけ出すことができる方法であり、表面亀裂の確認に適用される試験のひとつである。



1. 材料表面に肉眼では見えない微小な亀裂が発生
2. 浸透液を塗布
3. 表面に残った不要な浸透液を除去
4. 現像液を塗布して亀裂箇所を明らかにする

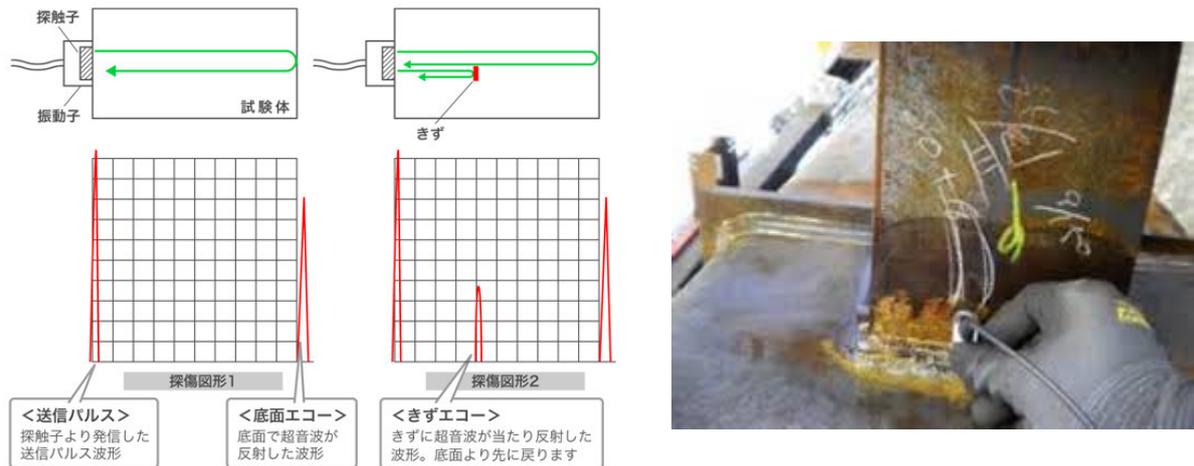
出典：JICA 調査団

図 12.2.18 浸透探傷試験

3) Ultrasonic Testing (超音波探傷試験)

探触子を試験体に当てて超音波を発生すると音波は試験体の内部を伝搬するが、傷が無い場合には超音波は底面で反射し（エコー）再び探触子に戻ってくるが、途中に傷があると底面より先に戻ってくるエコーを探傷器に表示される。それを図形で捉え、傷の有無や位置を評価する。

MT 試験にて、鋼材内部の亀裂と判断された場合、少数の塗膜割れ等に対して、内部傷の有無や位置を把握する為に使用される。

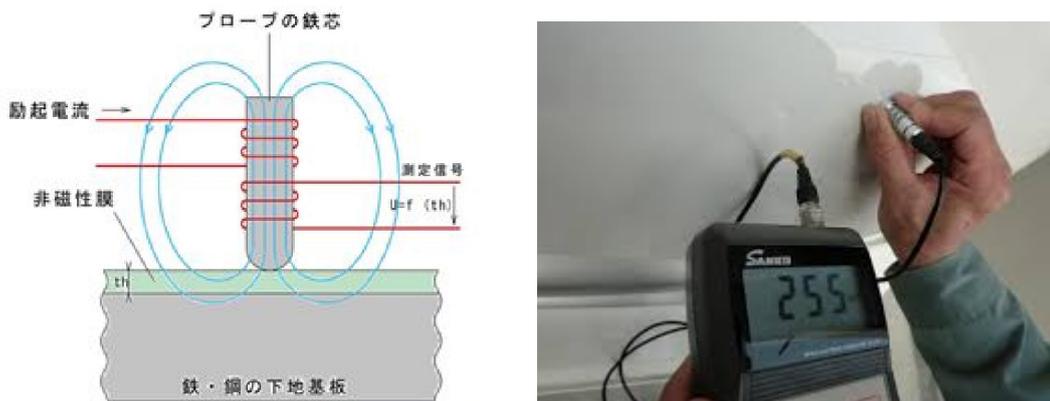


出典：JICA 調査団

図 12. 2. 19 超音波探傷試験

4) 塗膜の膜厚調査 (膜厚計)

正常な膜厚が保持されているかの確認を行う。現在は、簡易計測機があり、現場に持参して即座に計測が可能である。



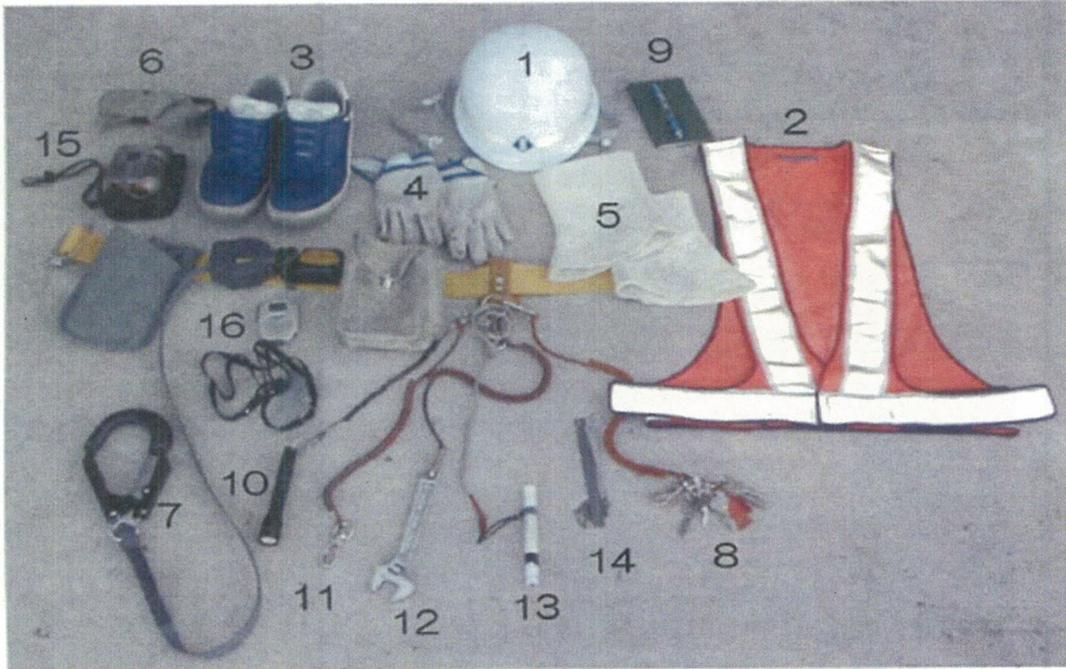
出典：JICA 調査団

図 12. 2. 20 塗膜の膜厚調査

(6) 点検に関する備品・機器（参考）

点検時に装備や使用される道具の例を図 12.2.21 に示す。

1) 点検時の装備品の例



- 1 : ヘルメット
- 2 : 安全チョッキ
- 3 : 安全靴
- 4 : 手袋
- 5 : 脚絆（きゃはん）
- 6 : 防塵眼鏡【補修用】
- 7 : 安全帯（フック）
- 8 : 鍵
- 9 : 野帳とペン
- 10 : ライト
- 11 : フック（種々の落下防止用）
- 12 : モンキースパナ
- 13 : マーカーペン
- 14 : 金尺+すきまゲージ
- 15 : 双眼鏡
- 16 : ボイスメモ

出典：道路橋点検必携 日本道路協会

図 12.2.21 点検時の主な装備品

2) 記録する道具

記録する主な道具は以下がある。

(例) デジタルカメラ、野帳、チョーク、黒板、タブレット型端末機器

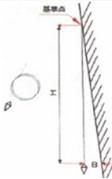
3) 打音点検やコンクリートのたたき落としの道具

テストハンマー	パールハンマー
金属製の小型のハンマー。 たたき点検に使用する。 	棒の先端に金属の球がついたハンマー。棒の部分は1m程度までは伸ばすことができる。 打撃力が小さいため、繊維シートや小型のボルトに対する調査に適している。 
ナイロンハンマー	その他ハンマー
打撃部がナイロンで被覆されているハンマー。打撃による表面キズを防止したい場合に用いる。 	点検により第三者被害が想定されるコンクリートのうき等が発見された場合には、可能な限り叩き落とすことが必要である。その場合には、タガネと打撃力が確保できる金属製のハンマーを用いる場合がある。 

出典：道路橋点検必携 日本道路協会

図 12.2.22 打音やたたき落としの主な道具の例

4) 計測する道具

レーザー距離計	クラックゲージ
測定ボタンを押すだけで、レーザーを照射した地点までの距離、傾斜角、高さ（距離と傾斜角から算出）を測定する業務用ツール。幅員や桁下高さ等の計測が可能。 	ひびわれ幅を測定する器具。ひびわれ幅の測定は、ひびわれに対して直角に測定する。 
ノギス	下げ振り
器具によっては長さを100分の1ミリメートル単位まで測定できる測定器である。外側測定・内側測定・深さ測定・段差測定が出来る。鋼部材の減肉量などの計測に使用。 	構造物の傾斜を測定する器具。基準点を設置し、そこからおもを取付けた糸を下して傾斜の度合いを測定する。 

※計測する道具には、上記の他写真撮影用巻尺、標尺ロッド、鋼製巻尺などがある。

出典：道路橋点検必携 日本道路協会

図 12.2.23 計測機器の例

(7) 点検体制（案）

橋梁の定期点検体制を以下に参考として示す。

【対象橋梁：リビエラ3 交差点高架橋】

- 定期点検日程（想定）：合計9日
- 橋面1日、箱桁内3日、桁下（官地作業）2日、桁下・桁側面（交通規制有り）3日

点検計画～定期点検～点検結果整理までの必要人員・日数の目安を表 12.2.5 に示す。

表 12.2.5 点検体制（必要人員・作業日数）

No.	作業	担当者・人数（参考目安）	作業日数（参考目安）
1	点検計画 (点検計画、データ整備・更新、交通規制計画等)	専門技術者：1名 作業補助：2名	10日
2	定期点検	専門技術者：1名 点検員：3名	9日
		交通規制員：2～3名 高所作業車運転手：1名	3日
3	点検結果データ整理・更新	専門技術者：1名 作業補助：2名	10日

出典：JICA 調査団

【対象橋梁：カプノール歩道橋】

- 定期点検日程（想定）：合計7日
- 橋面1日、桁下・桁側面（交通規制有り）3日、橋面トラス部材3日

点検計画～定期点検～点検結果整理までの必要人員・日数の目安を表 12.2.6 に示す。

表 12.2.6 歩道橋点検体制（必要人員・作業日数）

No.	作業	担当者・人数（参考目安）	作業日数（参考目安）
1	点検計画 (点検計画、データ整備・更新、交通規制計画等)	専門技術者：1名 作業補助：2名	7日
2	定期点検	専門技術者：1名 点検員：3名	7日
		交通規制員：2～3名 高所作業車運転手：1名	3日
3	点検結果データ整理・更新	専門技術者：1名 作業補助：2名	7日

出典：JICA 調査団

(8) 概算維持管理費（参考）

将来的に生じる橋梁あたりの概算維持管理費（参考）を表 12.2.7～表 12.2.11 に示す。

補修費用については定期的なメンテナンスを前提とし、支承以外の鋼部材の取り換えや部材補強の費用は見込んでいない。

なお、補修時の塗装塗り替えにおける足場の形式は、吊り足場が想定される。これは、塗装塗り替え時に発生する粉塵の飛散防止や広い塗装範囲に対する作業スペースの確保、長期間に亘る交通規制の回避等を考慮したものである。なお、上部工の箱桁下フランジには吊り足場用の吊り金具は設けられていない（景観配慮の観点から AGEROUTE の要望を受けて決定済みである）。

表 12.2.7 概算維持管理費（参考）：警察学校前交差点高架橋

No.	項目	工種	間隔	数量	単位	単価(JPY)	概算費用(JPY)	概算費用(XOF)
1	点検備品・機材	点検道具・機材 (1班分)	初回	1.0	式	450,000	450,000	2,245,794
		詳細調査機器	初回	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	日常維持管理	清掃・簡易補修	毎年	1.0	式	500,000	500,000	2,495,327
3	定期点検	計画・点検・結果整理	5年毎	1.0	式	800,000	800,000	3,992,523
		作業車・交通規制	5年毎	1.0	式	500,000	500,000	2,495,327
		合計					1,300,000	6,487,850
4	補修工事1	舗装打ち換え	15年毎	3700	m2	3,000	11,100,000	55,396,262
		コンクリート補修	15年毎	4.0	m3	1,000,000	4,000,000	19,962,617
		合計					15,100,000	75,358,879
5	補修工事2	伸縮装置交換	20年毎	130.0	m	800,000	104,000,000	519,028,037
6	補修工事3	再塗装	35年毎	4500	m2	20,000	90,000,000	449,158,879
		吊り足場	35年毎	4100	m2	6,000	24,600,000	122,770,093
		合計					114,600,000	571,928,972
7	補修工事4	支承交換	1回/100年	1.0	式	30,000,000	30,000,000	149,719,626

出典：JICA 調査団

表 12.2.8 概算維持管理費（参考）：リビエラ3 交差点高架橋

No.	項目	工種	間隔	数量	単位	単価(JPY)	概算費用(JPY)	概算費用(XOF)
1	点検備品・機材	点検道具・機材 (1班分)	初回	1.0	式	450,000	450,000	2,245,794
		詳細調査機器	初回	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	日常維持管理	清掃・簡易補修	毎年	1.0	式	500,000	500,000	2,495,327
3	定期点検	計画・点検・結果整理	5年毎	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
		作業車・交通規制	5年毎	1.0	式	600,000	600,000	2,994,393
						合計	1,600,000	7,985,047
4	補修工事1	舗装打ち換え	15年毎	4800	m2	3,000	14,400,000	71,865,421
		コンクリート補修	15年毎	5.0	m3	1,000,000	5,000,000	24,953,271
						合計	19,400,000	96,818,692
5	補修工事2	伸縮装置交換	20年毎	130.0	m	800,000	104,000,000	519,028,037
6	補修工事3	再塗装	30年毎	6000	m2	20,000	120,000,000	598,878,505
		吊り足場	30年毎	5400	m2	6,000	32,400,000	161,697,196
						合計	152,400,000	760,575,701
7	補修工事4	支承交換	1回/100年	1.0	式	30,000,000	30,000,000	149,719,626

出典：JICA 調査団

表 12.2.9 概算維持管理費（参考）：パルメリー交差点高架橋

No.	項目	工種	間隔	数量	単位	単価(JPY)	概算費用(JPY)	概算費用(XOF)
1	点検備品・機材	点検道具・機材 (1班分)	初回	1.0	式	450,000	450,000	2,245,794
		詳細調査機器	初回	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	日常維持管理	清掃・簡易補修	毎年	1.0	式	500,000	500,000	2,495,327
3	定期点検	計画・点検・結果整理	5年毎	1.0	式	1,200,000	1,200,000	5,988,785
		作業車・交通規制	5年毎	1.0	式	800,000	800,000	3,992,523
						合計	2,000,000	9,981,308
4	補修工事1	舗装打ち換え	15年毎	5800	m2	3,000	17,400,000	86,837,383
		コンクリート補修	15年毎	6.0	m3	1,000,000	6,000,000	29,943,925
						合計	23,400,000	116,781,308
5	補修工事2	伸縮装置交換	20年毎	160.0	m	800,000	128,000,000	638,803,738
6	補修工事3	再塗装	30年毎	9500	m2	20,000	190,000,000	948,224,299
		吊り足場	30年毎	6400	m2	6,000	38,400,000	191,641,121
						合計	228,400,000	1,139,865,421
7	補修工事4	支承交換	1回/100年	1.0	式	35,000,000	35,000,000	174,672,897

出典：JICA 調査団

表 12.2.10 概算維持管理費（参考）：カプノール歩道橋

No.	項目	工種	間隔	数量	単位	単価(JPY)	概算費用(JPY)	概算費用(XOF)
1	点検備品・機材	点検道具・機材 (1班分)	初回	1.0	式	450,000	450,000	2,245,794
		詳細調査機器	初回	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	日常維持管理	清掃・簡易補修	毎年	1.0	式	500,000	500,000	2,495,327
3	定期点検	計画・点検・結果整理	5年毎	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
		作業車・交通規制	5年毎	1.0	式	1,200,000	1,200,000	5,988,785
						合計	2,200,000	10,979,439
4	補修工事1	舗装打ち換え	10年毎	280	m2	2,500	700,000	3,493,458
		コンクリート補修	10年毎	0.8	m3	1,000,000	800,000	3,992,523
						合計	1,500,000	7,485,981
5	補修工事2	伸縮装置交換	20年毎	8.0	m	500,000	4,000,000	19,962,617
6	補修工事3	再塗装	30年毎	500	m2	20,000	10,000,000	49,906,542
		吊り足場	30年毎	230	m2	6,000	1,380,000	6,887,103
						合計	11,380,000	56,793,645

出典：JICA 調査団

表 12.2.11 概算維持管理費（参考）：リビエラ3-パルメリー間歩道橋

No.	項目	工種	間隔	数量	単位	単価(JPY)	概算費用(JPY)	概算費用(XOF)
1	点検備品・機材	点検道具・機材 (1班分)	初回	1.0	式	450,000	450,000	2,245,794
		詳細調査機器	初回	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
2	日常維持管理	清掃・簡易補修	毎年	1.0	式	500,000	500,000	2,495,327
3	定期点検	計画・点検・結果整理	5年毎	1.0	式	1,000,000	1,000,000	4,990,654
		作業車・交通規制	5年毎	1.0	式	1,200,000	1,200,000	5,988,785
						合計	2,200,000	10,979,439
4	補修工事1	舗装打ち換え	10年毎	280	m2	2,500	700,000	3,493,458
		コンクリート補修	10年毎	0.8	m3	1,000,000	800,000	3,992,523
						合計	1,500,000	7,485,981
5	補修工事2	伸縮装置交換	20年毎	8.0	m	500,000	4,000,000	19,962,617
6	補修工事3	再塗装	30年毎	410	m2	20,000	8,200,000	40,923,364
		吊り足場	30年毎	200	m2	6,000	1,200,000	5,988,785
						合計	9,400,000	46,912,150

出典：JICA 調査団

13. 事業実施スケジュール

13.1 事業の概要

3 交差点の早期渋滞解消を達成すべく「コ」国側は早期工事完工を要望している。このため、事業実施スケジュールの立案においては、日本政府、JICA、「コ」国政府関係機関の合意のもと、各調達ステージ（詳細設計・施工業者入札・建設）で可能な限りの工期短縮が検討された。

施工業者入札においては、Prequalification（以下、PQ）付の入札を採用することで、通常の円借款事業で実施される入札手順（PQを実施した後の入札）よりも期間を大幅に短縮した。

また、工事パッケージについては、工事規模と資機材の調達可能性等を検討した後、3 交差点を1パッケージとすることで3 交差点同時に工事着工を可能とした。さらに技術面においては、高架橋の上部構造に本邦技術を用いることにより STEP が適用され、上部工の架設期間の短縮、しいては全体工事期間の短縮を実現した。

13.2 事業実施スケジュール

本事業における事業実施スケジュールの検討を行う。スケジュールは、施工業者入札及び建設期間からなり、建設工期は33 ヶ月として計画される。

本事業における建設業者は、国際競争入札（以下、ICB：International Competitive Bidding）により選定されることを想定する。それらの選定に要する期間は、円借款事業として事業を実施することを前提に算出される。事業実施委スケジュールを設定する上での主要実施項目を以下に示す。

- 建設業者の選定は、8 ヶ月で実施する。
- 建設期間は、33 ヶ月とする。
- 瑕疵担保責任期間は、12 ヶ月とする。

事業実施機関である AGEROUTE は、可能な限り早期に用地取得、住民移転手続き及びユーティリティー移設を開始し、建設工事開始前までに完了する必要がある。

本事業における事業実施スケジュールを図 13.2.1 に示す。

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													

出典：JICA 調査団

図 13.2.1 事業実施スケジュール

コートジボワール国
機材・道路維持管理省 道路管理公社

コートジボワール国
アビジャン 3 交差点
建設事業詳細設計調査
【有償勘定技術支援】

ファイナル・レポート
付 録

平成 31 年 2 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 アンジェロセック

付録 1

Table of Contents

	Page
1. OUTLINE OF DESIGN.....	1
1.1 Superstructure (Steel truss)	1
1.2 Deck and equipment.....	71
1.3 Piers and foundations	73
1.4 Elevator shafts design.....	88

List of Table

	Page
Table 1.1 Footbridge Cap Nord – Section properties.....	1
Table 1.2 Footbridge Riviera-Palmeraie – Section properties.....	1
Table 1.3 Footbridges – Axis definition	3
Table 1.4 Footbridges – Actions on superstructure	3
Table 1.5 Footbridges – Dynamic loadings.....	5
Table 1.6 Footbridges – Model bearing conditions.....	5
Table 1.7 Footbridge Cap Nord – Eigen values (Hz).....	8
Table 1.8 Footbridge Riviera-Palmeraie – Eigen values (Hz).....	9
Table 1.9 Footbridge Cap Nord – Accelerations (ELS VIB).....	33
Table 1.10 Footbridge Riviera-Palmeraie – Accelerations (ELS VIB)	34
Table 1.11 Footbridge Cap Nord – Buckling factor (BF)	34
Table 1.12 Footbridge Riviera-Palmeraie – Buckling factor.....	35
Table 1.13 Footbridges – Summary of superstructure design	62
Table 1.14 Footbridge Cap Nord - Verification SLS (CON).....	63
Table 1.15 Footbridge Riviera-Palmeraie - Verifications SLS (CON).....	63
Table 1.16 Footbridge Cap Nord – Verifications ELU and ACC (RES and FLAMB).....	67
Table 1.17 Footbridge Riviera-Palmeraie – Verifications ELU and ACC (RES and FLAMB)	68
Table 1.18 Footbridge Cap Nord – Summary of stresses in local model – SLS (MPa)	69
Table 1.19 Footbridge Cap Nord – Summary of stresses in local model – ULS (MPa)	70
Table 1.20 Footbridges – Bearing devices (ULS)	72
Table 1.21 Footbridge – Joint displacements (mm)	73
Table 1.22 Footbridge – Column heights (m)	73
Table 1.23 Footbridge – Section properties of piers	74
Table 1.24 Footbridge – Section properties of the foundation	75
Table 1.25 Footbridges – Global dimensions of the stairs model (m).....	76
Table 1.26 Footbridges – Section properties for stairs	77
Table 1.27 Footbridges – Actions on piers	77
Table 1.28 Footbridges – Actions on stairs	78

Table 1.29	Footbridges – Summary of design steps for piers	79
Table 1.30	Footbridge – Limit for compression in piles	80
Table 1.31	Footbridge – Reinforcing bars for stairs.....	81
Table 1.32	Footbridge Cap Nord – Verification of stairs sections (ELU et ELS)	81
Table 1.33	Footbridges – Reinforcing bars for column and pile of stairs support	81
Table 1.34	Footbridges – Verification of column and pile sections os stairs support (ULS and SLS).....	81
Table 1.35	Footbridges – Reinforcing bars for footbridge piers	83
Table 1.36	Footbridges – Vérification des sections de la dalle et du garde-grève (ELU et ELS)	83
Table 1.37	Footbridges – Vérification des sections des colonnes et des fondations (ELU et ELS).....	83
Table 1.38	Footbridges – Max axial loads in piles and geotechnical capacity.....	87
Table 1.39	Footbridges – Demands and bearing capacity for shallow foundations	88

List of Figure

		Page
Figure 1.1	Footbridge Cap Nord – Iso view of the truss general model	2
Figure 1.2	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Iso view of the truss general model.....	2
Figure 1.3	Footbridge Cap Nord – Iso view of the local model.....	3
Figure 1.4	Footbridges – Dynamic loading application.....	6
Figure 1.5	Footbridge Cap Nord – Modes	7
Figure 1.6	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Modes.....	8
Figure 1.7	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) - G_{inf}	9
Figure 1.8	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) - G_{sup}	10
Figure 1.9	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) -Traffic	10
Figure 1.10	Footbridge Cap Nord - Axial (Fx) - Wind	11
Figure 1.11	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Uplift wind	11
Figure 1.12	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Uplift wind excentred.....	12
Figure 1.13	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Traffic on half width.....	12
Figure 1.14	Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Traffic on half length.....	13
Figure 1.15	Footbridge Cap Nord – Envelop max axial (Fx) - ELU	13
Figure 1.16	Footbridge Cap Nord – Envelop min Axial (Fx) ELU	14
Figure 1.17	Footbridge Cap Nord – Envelop max Bending (Mx) - ELU	14
Figure 1.18	Footbridge Cap Nord – Envelop min bending (Mx) - ELU.....	15
Figure 1.19	Footbridge Cap Nord – Envelop min bending (My) - ELU.....	15
Figure 1.20	Footbridge Cap Nord – Envelop max bending (My) - ELU	16
Figure 1.21	Footbridge Cap Nord – Envelop max stress - ELS CAR (unloaded case).....	16
Figure 1.22	Footbridge Cap Nord – Envelop min stress - ELS CAR (unloaded case)	17
Figure 1.23	Footbridge Cap Nord – Envelop max stress - ELS CAR (loaded case).....	17
Figure 1.24	Footbridge Cap Nord – Envelop min stress - ELS CAR (loaded case)	18
Figure 1.25	Footbridge Cap Nord – Envelop max axial (Fx) - ACC (loaded).....	18
Figure 1.26	Footbridge Cap Nord – Envelop min axial (Fx) - ACC (loaded case).....	19
Figure 1.27	Footbridge Cap Nord – Envelop min bending x (Mx) - ACC (loaded case)	19
Figure 1.28	Footbridge Cap Nord – Envelop max bending (Mx) - ACC (loaded case).....	20
Figure 1.29	Footbridge Cap Nord – Envelope min bending (My) - ACC (loaded case).....	20
Figure 1.30	Footbridge Cap Nord – Enveloppe max bending (My) - ACC (loaded case).....	21
Figure 1.31	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) - G_{inf}	21
Figure 1.32	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) - G_{sup}	22
Figure 1.33	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) - Traffic	22
Figure 1.34	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) - Wind	23
Figure 1.35	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) – Uplift wind.....	23
Figure 1.36	Footbridge Riviera-Palmeriaie Axial (Fx) – Uplift wind excentred	24
Figure 1.37	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) – Traffic half width	24
Figure 1.38	Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) – Traffic half width	25

Figure 1.39	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max Axial (Fx) - ELU	25
Figure 1.40	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min axial (Fx) - ELU	26
Figure 1.41	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max bending (Mx) - ELU	26
Figure 1.42	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending (Mx) - ELU.....	27
Figure 1.43	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max bending (My) -ELU.....	27
Figure 1.44	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending (My) - ELU.....	28
Figure 1.45	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max stress - ELS CAR (unloaded case)	28
Figure 1.46	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min stress - ELS CAR (unloaded case)	29
Figure 1.47	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max stress - ELS CAR (loaded case)	29
Figure 1.48	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min stress - ELS CAR (loaded case)	30
Figure 1.49	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max axial (Fx) - ACC	30
Figure 1.50	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min axial (Fx) - ACC.....	31
Figure 1.51	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending (Mx) - ACC	31
Figure 1.52	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max bending (Mx) - ACC.....	32
Figure 1.53	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending y (My) - ACC	32
Figure 1.54	Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max bending (My) - ACC.....	33
Figure 1.55	Footbridge Cap Nord – Buckling mode (GFLAMB)	34
Figure 1.56	Footbridge Cap Nord – Buckling mode (GFLAMB)	34
Figure 1.57	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x dans la membrure inférieure à l’ELS	35
Figure 1.58	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bottom chord (SLS).....	36
Figure 1.59	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in bottom chord (SLS).....	36
Figure 1.60	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in bottom chord (SLS).....	37
Figure 1.61	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in top chord (SLS).....	37
Figure 1.62	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in top chord (SLS).....	38
Figure 1.63	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in top chord (SLS).....	38
Figure 1.64	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in top chord (SLS).....	39
Figure 1.65	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in extremity plates (SLS)	39
Figure 1.66	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in extremity plates (SLS)	40
Figure 1.67	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in extremity plates (SLS)	40
Figure 1.68	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in extremity plates (SLS)	41
Figure 1.69	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in stiffeners plates (SLS).....	41
Figure 1.70	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in stiffeners plates (SLS).....	42
Figure 1.71	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in stiffeners plates (SLS).....	42
Figure 1.72	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in stiffeners plates (SLS).....	43
Figure 1.73	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in connection member (SLS)	43
Figure 1.74	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in connection member (SLS)	44
Figure 1.75	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in connection member (SLS)	44
Figure 1.76	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in connection member (SLS)	45
Figure 1.77	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in pedestal (SLS).....	45
Figure 1.78	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in pedestal (SLS).....	46

Figure 1.79	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in pedestal (SLS).....	46
Figure 1.80	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in pedestal (SLS).....	47
Figure 1.81	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in bearing plate (SLS).....	47
Figure 1.82	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bearing plate (SLS).....	48
Figure 1.83	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in bearing plate (SLS).....	48
Figure 1.84	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in bearing plate (SLS).....	49
Figure 1.85	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in bottom chord (ULS).....	49
Figure 1.86	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bottom chord (ULS).....	50
Figure 1.87	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in bottom chord (ULS).....	50
Figure 1.88	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in top chord (ULS).....	51
Figure 1.89	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in top chord (ULS).....	51
Figure 1.90	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in top chord (ULS).....	52
Figure 1.91	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in extremity plates (ULS).....	52
Figure 1.92	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in extremity plates (ULS).....	53
Figure 1.93	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in extremity plates (ULS).....	53
Figure 1.94	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in stiffeners (ULS).....	54
Figure 1.95	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in stiffeners (ULS).....	54
Figure 1.96	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in stiffeners (ULS).....	55
Figure 1.97	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in connection member (ULS).....	55
Figure 1.98	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in connection member (ULS).....	56
Figure 1.99	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in connection member (ULS).....	56
Figure 1.100	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in pedestal (ULS).....	57
Figure 1.101	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in pedestal (ULS).....	57
Figure 1.102	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in pedestal (ULS).....	58
Figure 1.103	Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in bearing plate (ULS).....	58
Figure 1.104	Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bearing plate (ULS).....	59
Figure 1.105	Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in bearing plate (ULS).....	59
Figure 1.106	Footbridge Cap Nord – Maximum displacement at ULS (1/2).....	60
Figure 1.107	Footbridge Cap Nord - Maximum displacement at ULS (2/2).....	60
Figure 1.108	Footbridge Cap Nord – Minimum displacement at ULS (1/2).....	61
Figure 1.109	Footbridge Cap Nord – Minimum displacement at ULS (2/2).....	61
Figure 1.110	Footbridge Cap Nord – Connexion type T/Y.....	64
Figure 1.111	Footbridge Cap Nord – Connexion type K/N.....	65
Figure 1.112	Footbridge Cap Nord – Connexion type KT/K/N with overlap.....	65
Figure 1.113	Footbridge Cap Nord – Connexion between chords.....	65
Figure 1.114	Footbridge Riviera-Palmeraie – Connexion type T/Y.....	66
Figure 1.115	Footbridge Riviera-Palmeraie – Connexion type K/N with overlap and excentricity.....	66
Figure 1.116	Footbridge Riviera-Palmeraie – Connexion type T/Y with overlap.....	66
Figure 1.117	Footbridge – Typical steel plate for slab.....	71
Figure 1.118	Footbridge – Pier model.....	74

Figure 1.119	Footbridges – Pier foundation model.....	75
Figure 1.120	Footbridges – Stairs model.....	76
Figure 1.121	Footbridge Cap Nord – P-M curves for column and pile of stair support (kN; kN.m).....	81
Figure 1.122	Footbridge Riviera-Palmeraie - P-M curves for column and pile of stair support (kN; kN.m).....	82
Figure 1.123	Footbridge Cap Nord - P-M curve for column and piles of footbridge piers (kN; kN.m).....	85
Figure 1.124	Footbridge Riviera-Palmeraie - P-M curve for column and piles of footbridge piers (kN; kN.m).....	86
Figure 1.125	Plan view of the access (ramp and elevator – level 0).....	88
Figure 1.126	Elevation view of the shafts.....	89
Figure 1.127	Typical section of the shafts (access level).....	89
Figure 1.128	Typical section of ramps.....	90
Figure 1.129	Footbridges – Model for the reinforced concrete shafts.....	90
Figure 1.130	Footbridges – Model for the reinforced concrete ramps (with earth pressure loads).....	91

1. OUTLINE OF DESIGN

The detailed design of metal structures, supports, equipments and access structures is presented in this section explaining the different design steps and modeling details relevant to the overall understanding of the design procedure.

1.1 Superstructure (Steel truss)

Model

The structures were modeled and analyzed using MIDAS CIVIL software integrating the European standards. The models of both footbridges are composed of two-dimensional elements with a beam-like behavior. The sections of the elements and the geometric properties of sections used in the modeling are presented in Table 1.1 for the Cap Nord bridge and in Table 1.2 for the Riviera-Palmeria bridge.

Table 1.1 Footbridge Cap Nord – Section properties

Section	Dimensions (mm)	Thickness (mm)	Area (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

Table 1.2 Footbridge Riviera-Palmeria – Section properties

Section	Dimensions (mm)	Thickness (mm)	Area (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

Connection modeling in the truss plane can be done in two ways:

- by considering perfectly pinned connections that do not transfer any moment
- by considering rigid connections transferring the moments according to the ratios of rigidity of the elements

For this project, the choice of modeling the footbridge connections was to use rigid connections knowing that the difference in inertia / rigidity of the vertical and diagonal bars with respect to the upper and lower chords creates mechanical joints and the transmitted moments are almost null (a quick check was however made by considering pinned connections especially for vibration control, pinned joint softening the structure and increasing the eigenfrequencies of the structure).

In addition to the general models of beam-type elements (see Figure 1.1 and Figure 1.2), a specific three-dimensional model was used to analyze the connection between the upper and lower chords of the Cap Nord bridge, which is a piece composed of steel plate whose behavior is more complex and required refined modeling (see Figure 1.3). This refined model is integrated into the overall model by using thin-plate elements at the fixed support connections only. The link between the bar elements and the plate elements is achieved by rigid links transferring all the movements and rotations. There is therefore a zone of disturbance of the constraints on this connection between different elements which are not relevant and which have no real physical meaning. These disturbances generally extend over a length equal to twice the greatest width of the element.

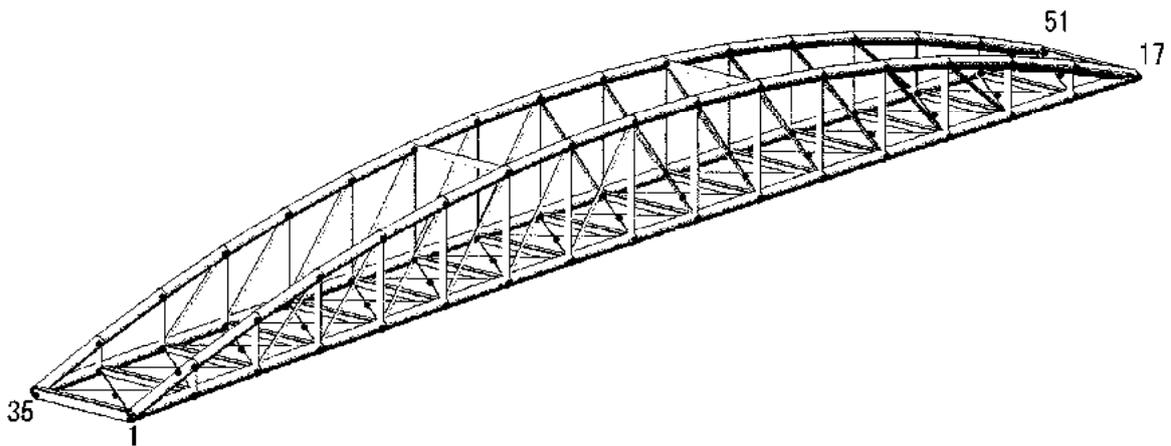


Figure 1.1 Footbridge Cap Nord – Iso view of the truss general model

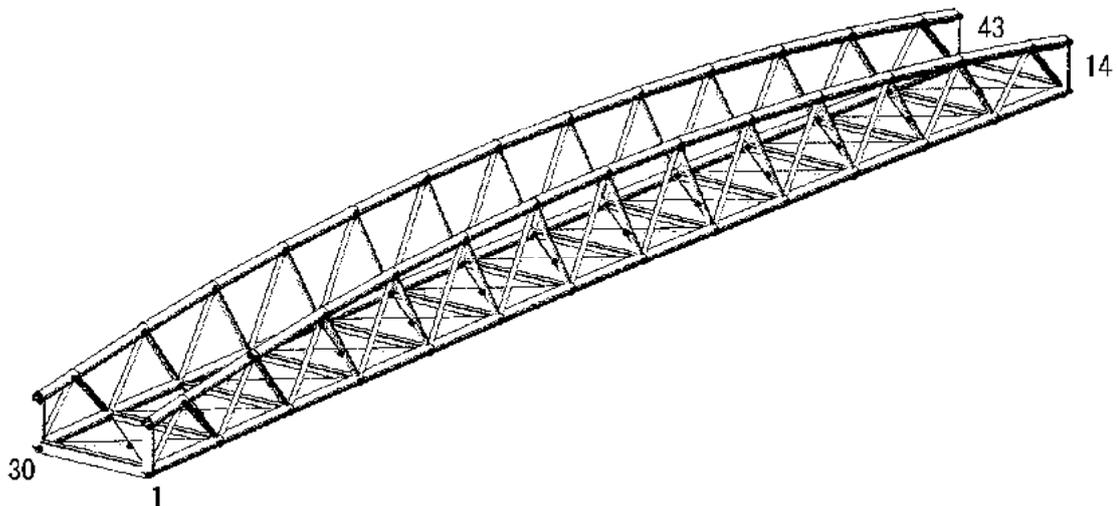


Figure 1.2 Footbridge Riviera-Palmeraie – Iso view of the truss general model

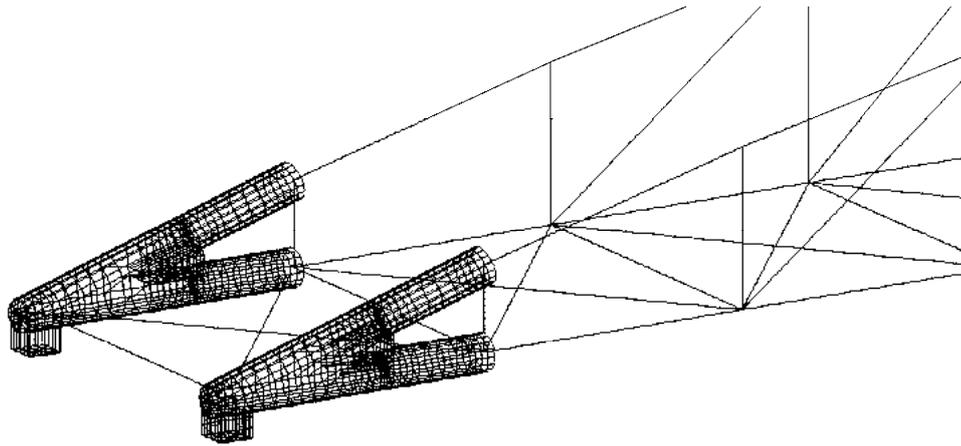


Figure 1.3 Footbridge Cap Nord – Iso view of the local model

The coordinate system is defined in the model according to two (2) systems: global coordinate and local coordinate. The sign of effort used by MIDAS CIVIL software follows the method of the right hand.

It should be noted that the effects of the actions are transformed from the local reference of the software to the notations of the Eurocode for the verifications of the sections: according to the Eurocode the axis x_{Ed} is the strong axis and the axis y_{Ed} is the weak axis of the section, respectively corresponding to the y axis and z axis of the local reference of the software.

Table 1.3 Footbridges – Axis definition

Global system	X	Following the axis of the bridge
	Y	Perpendicular to the axis of the bridge
	Z	Vertical and opposite to gravity
Local system	x	According to the axis of the frame
	y	Along the Y axis for chords and bars (elements in the X-Z plane)
	z	Along the Z-axis for cross-beams and braces (elements in the X-Y plane)

Actions

The actions applied on the general model of the deck are presented in the Table 1.4.

Table 1.4 Footbridges – Actions on superstructure

Actions	Type d'action	Application
Truss Self-weight	D	Automatically generated
Concrete slab	D	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Steel plate	D	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Pavement	D	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Guardrails	D	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Traffic 5KPa	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Traffic 5kPa L/2	Q	Uniform loads on half of the cross-beams (kN/m)
Traffic 5kPa b/2	Q	Uniform loads on one half of each cross-beams (kN/m)
Punctual load 10kN*	Q	Point load on one cross-beam (kN)
Wind	Q	Uniform loads on truss (kN/m)

Actions	Type d'action	Application
Wind Z	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Wind Z b/4	Q	Uniform loads on one half of each cross-beams (kN/m)
Wind Construction	Q	Uniform loads on truss (kN/m)
Wind Construction Z	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Wind Construction Z b/4	Q	Uniform loads on one half of each cross-beams (kN/m)
Temp. max	Q	Global temperature (°C)
Temp. min	Q	Global temperature (°C)
Gradient Temp. max	Q	Temperature difference between upper and lower chords (°C)
Gradient Temp. min	Q	Temperature difference between upper and lower chords (°C)
Temp. max Joint	Q	Global temperature (°C)
Temp. min Joint	Q	Global temperature (°C)
Temp.max Bearings	Q	Global temperature (°C)
Temp. min Bearings	Q	Global temperature (°C)
Traffic 0,7kPa	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
SLS Acceleration	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
ULS Dynamic	A	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Construction Qcb	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Construction Qcc	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Construction Qcf1	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)
Construction Qcf2	Q	Uniform loads on cross-beams (kN/m)

* This load must be applied on the concrete slab for the design of the collaborating slab by the supplier

Legend: D: permeant actions; Q: variable actions; A: accidental actions

The dynamic loadings used for the analysis of the vibrations of the structures are a function of the eigenfrequency considered (f_v , f_1 or f_i) and are summarized in Table 1.5 with notation specific to the methodological guide "Pedestrian bridges - Evaluation of the vibratory behavior under pedestrians action" of the SÉTRA published in March 2006. In accordance with the class of use and the level of comfort fixed by the owner, the cases of load to be verified are the cases 1 (dense and dense crowd) and case 3 (effect of the 2nd harmonic of the crowd).

The effect of the dynamic actions, as defined above, is considered for the verification of the comfort criteria at the Service Limit State (SLS - vibration control) but also for the traditional SLS checks (SLS - Limit of constraints) and ULS in accident situation (ACC - Resistance of sections).

The critical damping coefficient used for the calculation of the accelerations of the structures is $\xi = 0.4\%$ and the percentage of structural damping used for the calculation of the efforts for the verification with the accidental ULS is of 2%.

Table 1.5 Footbridges – Dynamic loadings

Limite states	Load case	Direction	Dynamic action per m ² (Pa)
SLS	Case 1	Vertical (V)	$d \times 280 \times \cos(2\pi f_v t) \times 10.8 \times (\xi / N)^{1/2} \times \psi$
		Longitudinal (L)	$d \times 140 \times \cos(2\pi f_l t) \times 10.8 \times (\xi / N)^{1/2} \times \psi$
		Transversal (T)	$d \times 35 \times \cos(2\pi f_t t) \times 10.8 \times (\xi / N)^{1/2} \times \psi$
	Case 3	Vertical (V)	$1 \times 70 \times \cos(2\pi f_v t) \times 1.85 \times (1 / N)^{1/2} \times \psi$
		Longitudinal (L)	$1 \times 35 \times \cos(2\pi f_l t) \times 1.85 \times (1 / N)^{1/2} \times \psi$
		Transversal (T)	$1 \times 7 \times \cos(2\pi f_t t) \times 1.85 \times (1 / N)^{1/2} \times \psi$
ULS	Case 1	Vertical (V)	$700 + 280 \times \cos(2 \times \pi \times f_v \times t)$
		Longitudinal (L)	$700 + 140 \times \cos(2 \times \pi \times f_l \times t)$
		Transversal (T)	$700 + 35 \times \cos(2 \times \pi \times f_t \times t)$

Model bearing conditions

The support devices will be the same for both (2) bridges and the support conditions have been modeled according to the expected behavior as described in Table 1.6.

It should be noted that the flexibility of the elastomer in the vertical direction (SDz) is neglected in the calculations and the distortion rigidity of the elastomer (SDy) has been calculated according to the recommendations of the standard NF EN 1337-3 and of the SETRA technical guide "Fretted elastomeric bearings - Use on bridges, viaducts and similar structures": $K = G \cdot ab / Te$ (N / mm) with the notation specific to standard NF EN 1337.

Table 1.6 Footbridges – Model bearing conditions

DOF free (0) and DOF fixed (1)							
Bearing	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
Linear static spring (S) et dynamic (D)							
	Node	SDx	SDy	SDz	SRx	SRy	SRz
	35 / 30 (S)	0	938kN/m	0	0	0	0
	35 / 30 (D)	0	1875kN/m	0	0	0	0
<i>Légend:</i> <i>x : Bridge axis</i> <i>y : Perpendicular to bridge axis</i> <i>z : Vertical (direction opposit to gravity)</i>							

Structural analysis

The structural analyzes were performed considering a linear structural behavior and a linear elastic material behavior. Three (3) structural analyzes were completed.

First analysis

A first static linear elastic analysis was carried out to evaluate the effect of the actions (internal forces) in the chords and in the bars of the structure for combinations at the service limit states (ELS) and at the ultimate limit states (ELU).

Second analysis

A second dynamic linear elastic analysis was conducted to analyze the vibratory behavior of the structure under a periodic pedestrian traffic load exciting the structure at excitation frequencies corresponding to the eigenfrequencies of the structure (resonance). This is a time-step analysis during which the dynamic equilibrium equations are solved at each step (time history analysis). The eigenfrequencies were previously obtained for an unloaded footbridge as well as for a footbridge loaded with one pedestrian of 70kg per square meter (0.7kPa) on the whole surface. These two cases provide respectively the upper limit and the lower limit of the eigenfrequencies.

Finally, the effect of the dynamic actions at the limit states of service (ELS) and the ultimate limit states in accident situation (ACC) but also the maximum accelerations of the structure in the directions of application of cyclical loads of pedestrian traffic where obtained through this analysis. Accelerations in the three directions were checked as defined in the March 2007 "Pedestrian bridges - Evaluation of Pedestrian Vibration Behavior" methodological guide.

It is important to note that the dynamic load application must be done according to the corresponding eigenvector direction as shown in the sketch proposed by the SÉTRA guide (see Figure 1.4).

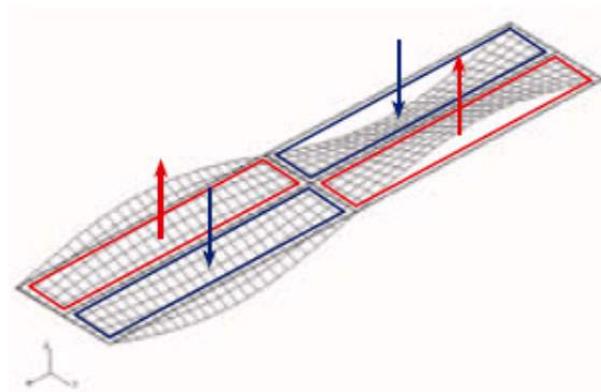


Figure 1.4 Footbridges – Dynamic loading application

Third analysis

Finally, an analysis of the generalized buckling of the structure (based on the eigenvectors) was conducted to determine the buckling length of the upper chord needed for the calculation of the resistance (article 6.3 of EN 1993 -2).

Note: Second order effects are not considered to significantly alter the structural behavior and will therefore be taken into account by applying a bending moment amplification coefficient (EN 1993-2, 5.2.2 (5)).

Additional analysis

A finite element static analysis of a refined model with plate elements to analyze the behavior of the connection between the upper and lower chords for the Cap Nord footbridge has also been completed. This

connection has been analyzed for the ultimate combinations in durable situations and for the characteristic service combinations.

Analysis results

As explained above, eigenfrequencies and eigenmodes of structures are used to calculate the dynamic component of pedestrian load as well as to define the direction of application of these dynamic loads. The eigenmodes presenting a risk of vibration, defined according to the value of their natural frequency, are presented in Figure 1.5 for the Cap Nord bridge and in Figure 1.6 for the Riviera-Palmeraie bridge.

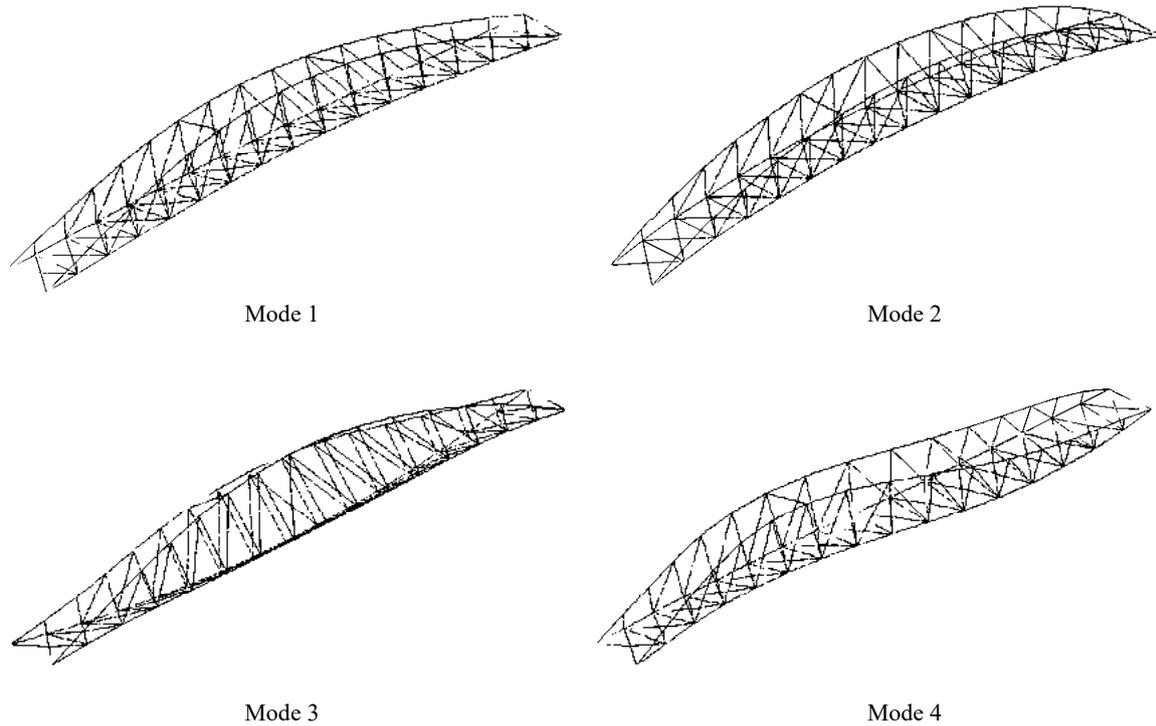


Figure 1.5 Footbridge Cap Nord – Modes

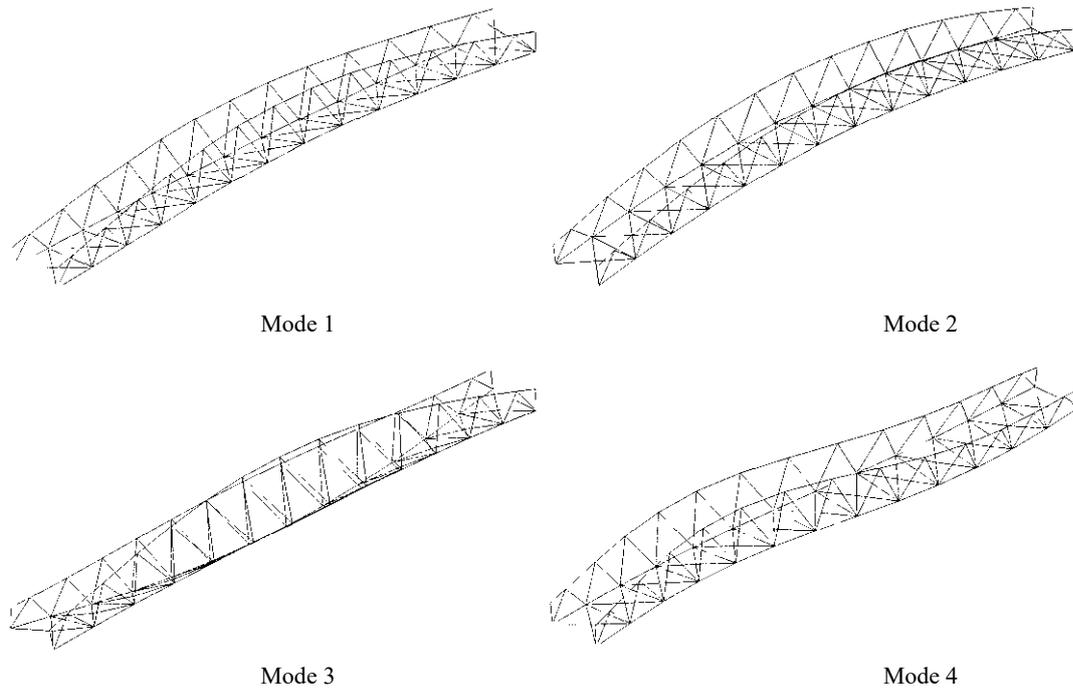


Figure 1.6 Footbridge Riviera-Palmeraie – Modes

Table 1.7 and Table 1.8 summarize the eigenvalue values obtained from the analysis for both footbridges. The eigenfrequencies of the "unloaded" structure constitute the upper bound calculated with the minimum permanent load (Ginf) and the eigenfrequencies of the "loaded" structure constitute the lower bound calculated with the maximum permanent load (Gsup) and a distributed load of 0.7kPa traffic.

Table 1.7 Footbridge Cap Nord – Eigen values (Hz)

	Unloaded	Loaded	Description
1rst mode	2.17	2.04	Transversal 1 curve + Torsion 1 curve
2ndmode	2.73	2.51	Vertical 1 curve
3rd mode	3.90	3.59	Transversal 1 curve + Torsion 1 curve
4th mode	5.19	4.90	Transversal 2 curves + Torsion 2 curves

Table 1.8 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Eigen values (Hz)

	Unloaded	Loaded	Description
1rst mode	2.42	2.26	Transversal 1 curve + Torsion 1 curve
2ndmode	2.82	2.58	Vertical 1 curve
3rd mode	4.18	3.82	Transversal 1 curve + Torsion 1 curve
4th mode	5.85	5.53	Transversal 2 curves + Torsion 2 curves

The forces in the elements of the metal truss are presented graphically from Figure 1.7 to Figure 1.30 for the Cap Nord footbridge and from Figure 1.31 to Figure 1.54 for the Riviera-Palmeriaie footbridge. These graphical representations help having a better understanding of the structural behavior of the trusses. The results of the analysis of these structures are in agreement with the expected structural behavior, see main report 6.3.1. For both structures, the upper chords are the most compressed elements and especially for the North Cap Bridge due to the arch effect.

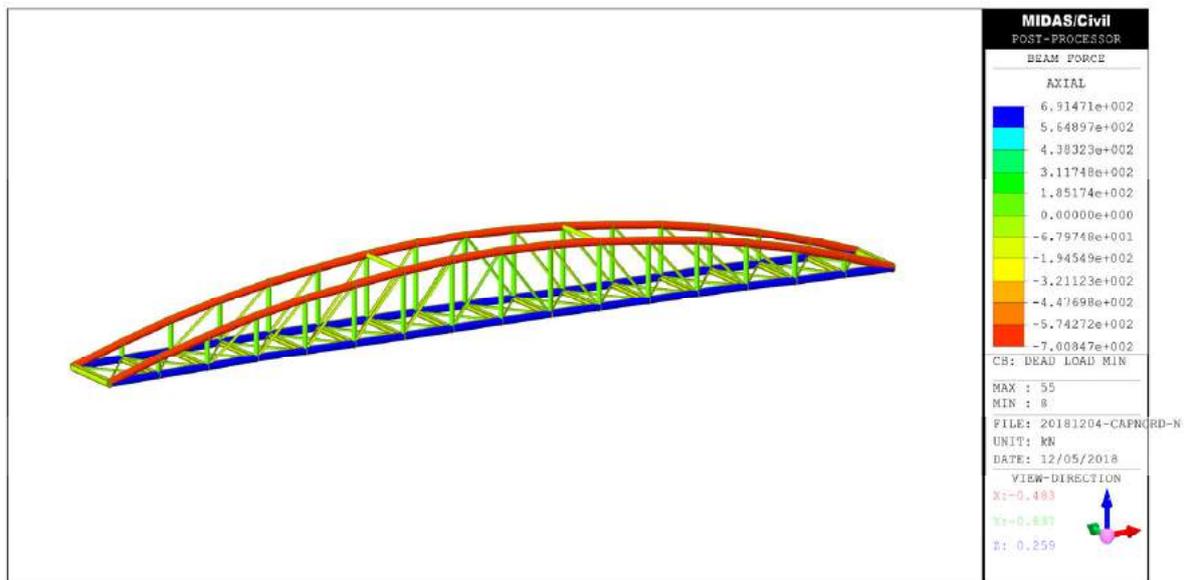


Figure 1.7 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) - G_{inf}

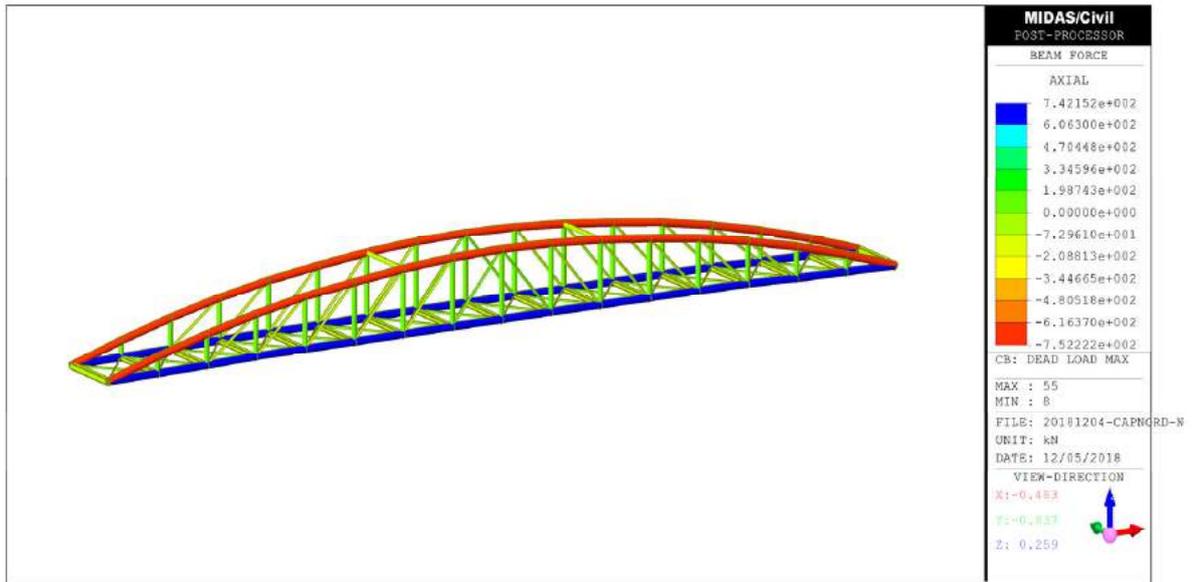


Figure 1.8 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) - G_{sup}

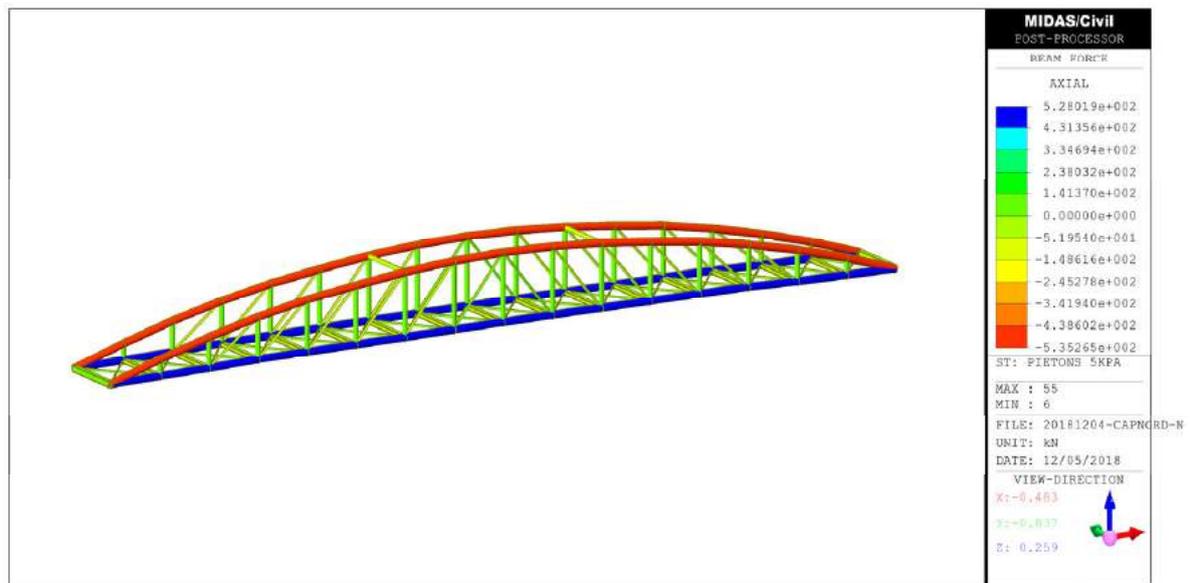


Figure 1.9 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) -Traffic

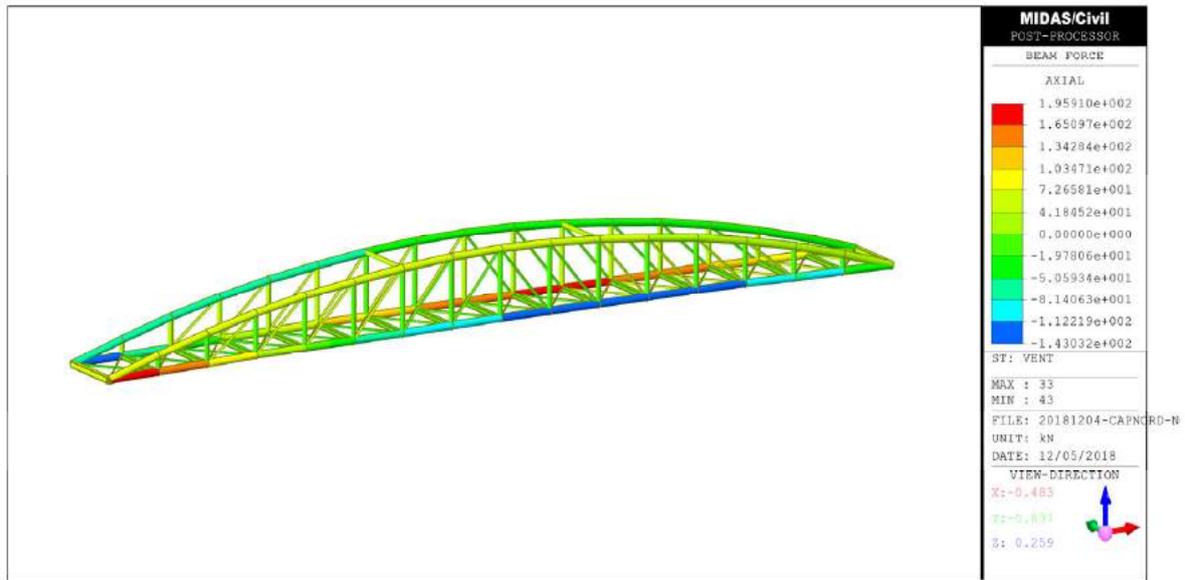


Figure 1.10 Footbridge Cap Nord - Axial (Fx) - Wind

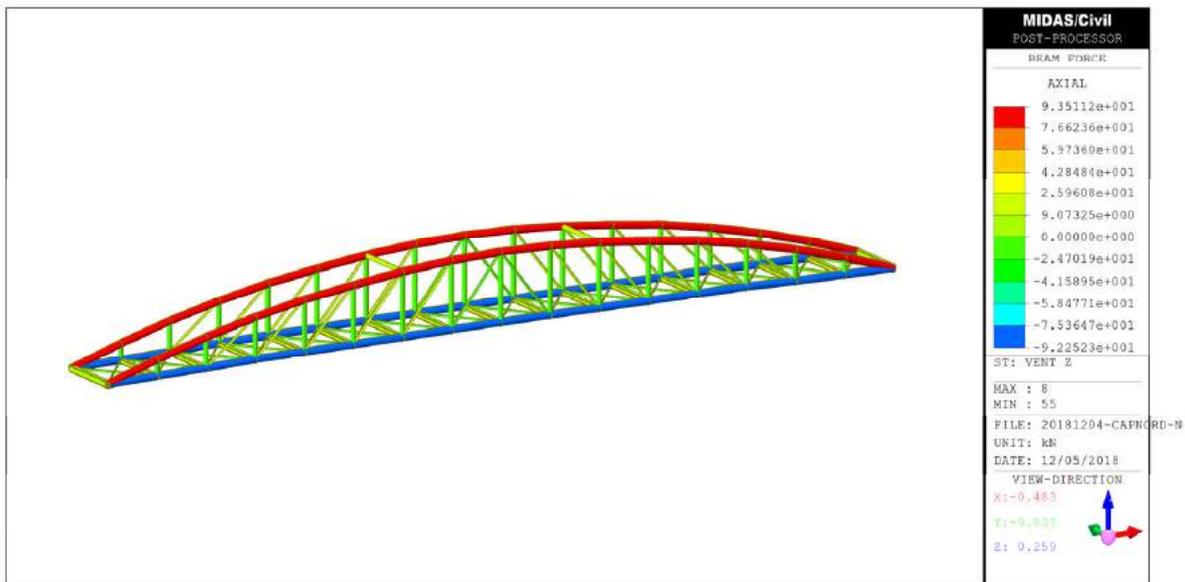


Figure 1.11 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Uplift wind

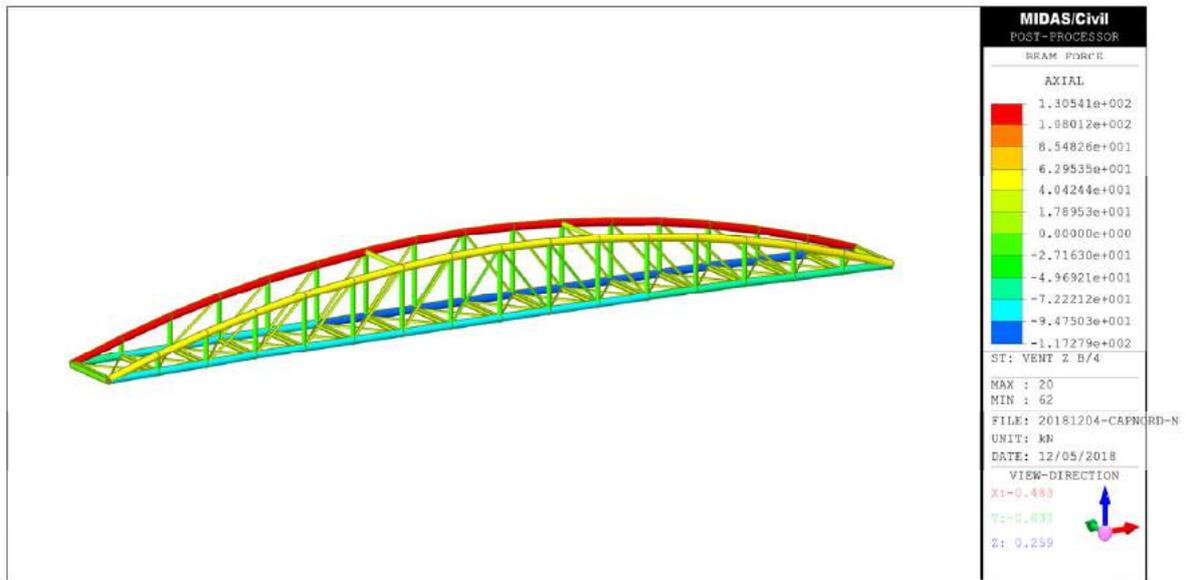


Figure 1.12 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Uplift wind excentred

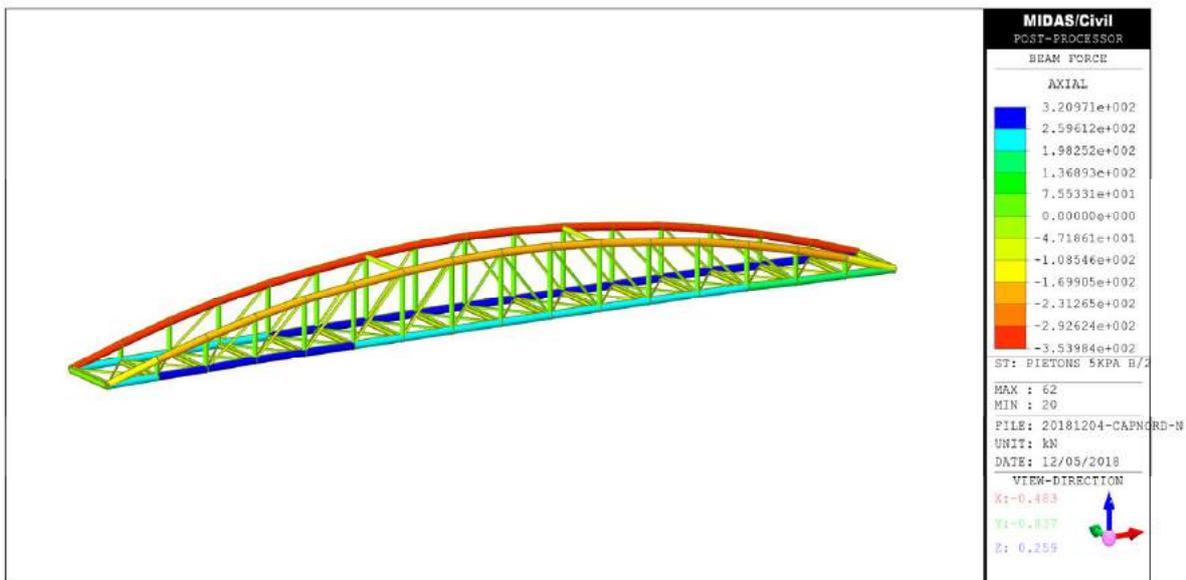


Figure 1.13 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Traffic on half width

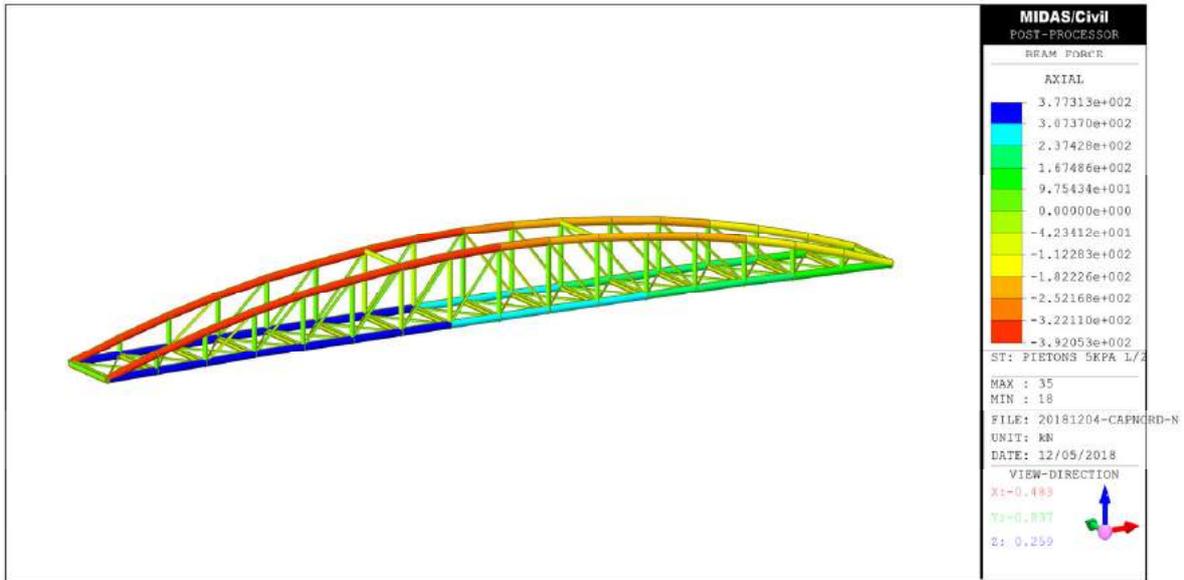


Figure 1.14 Footbridge Cap Nord – Axial (Fx) – Traffic on half length

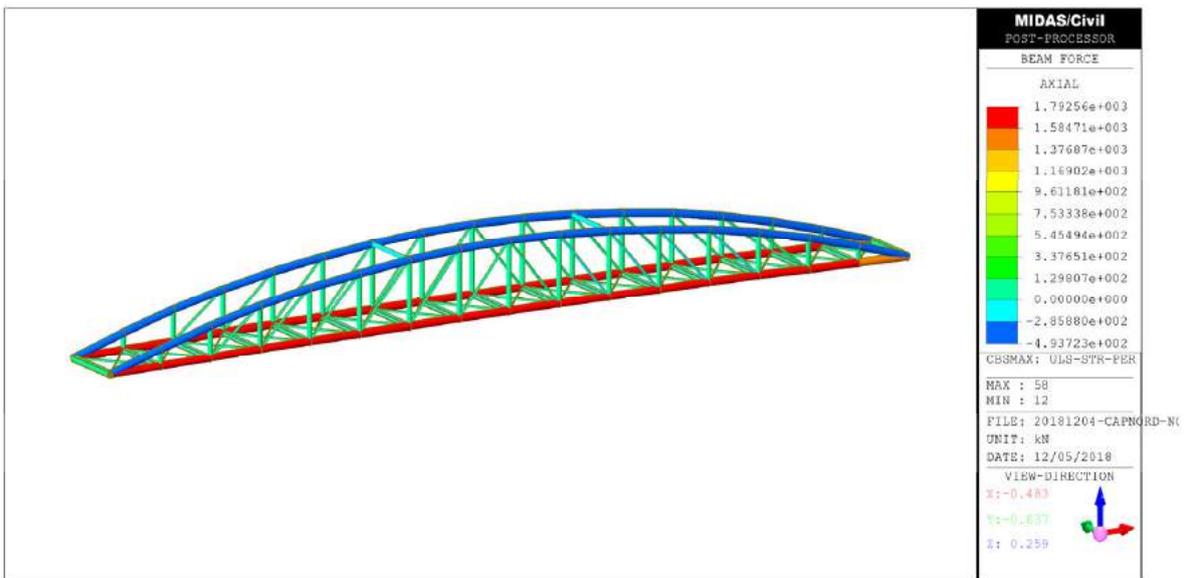


Figure 1.15 Footbridge Cap Nord – Envelop max axial (Fx) - ELU

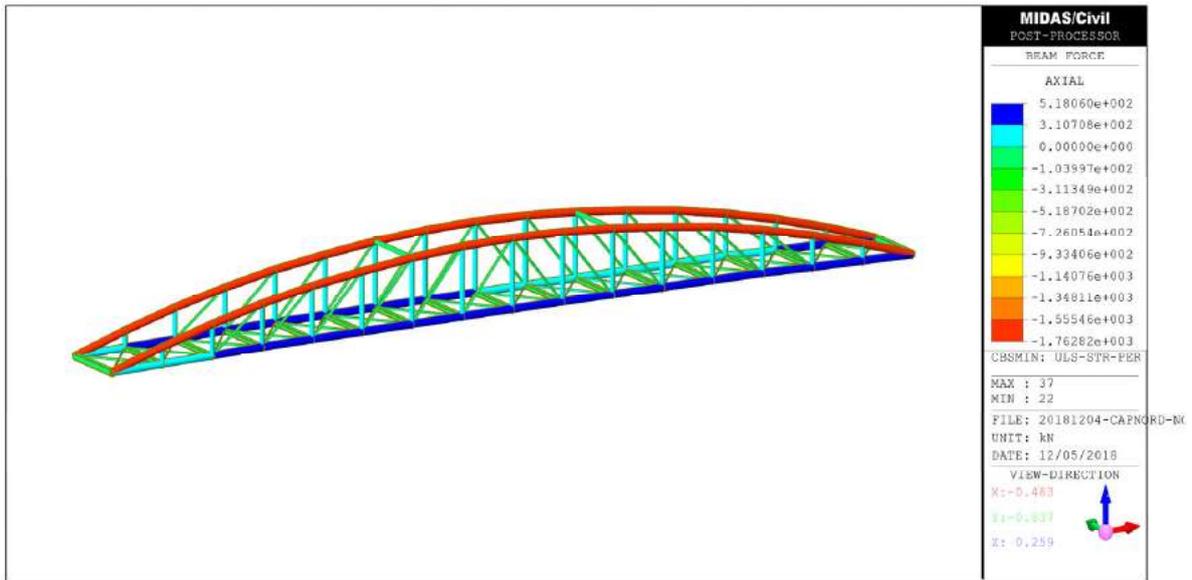


Figure 1.16 Footbridge Cap Nord – Envelop min Axial (Fx) ELU

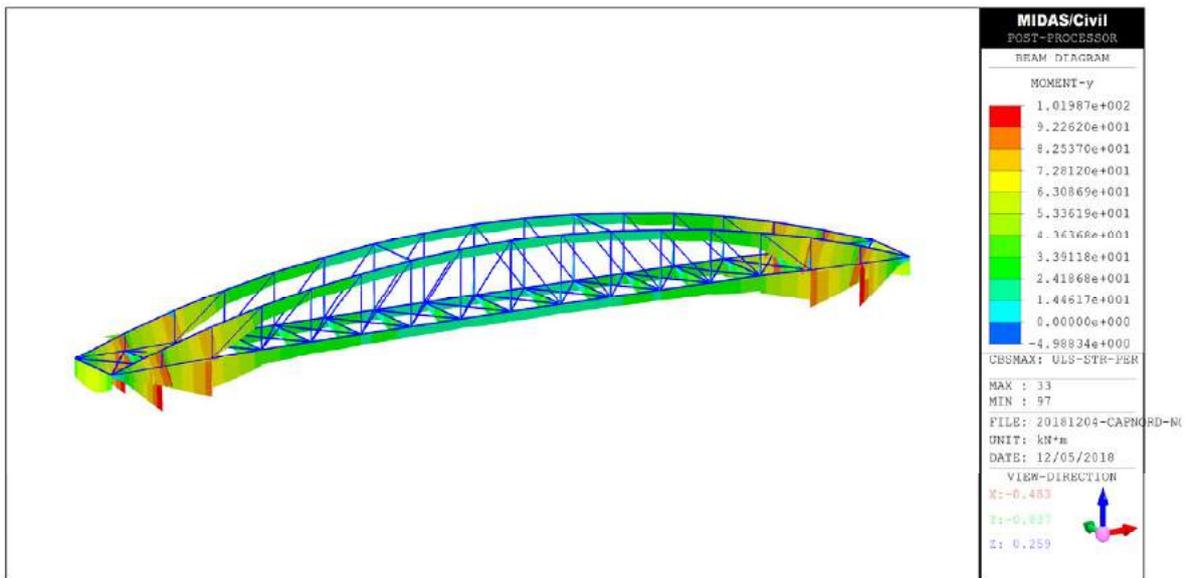


Figure 1.17 Footbridge Cap Nord – Envelop max Bending (Mx) - ELU

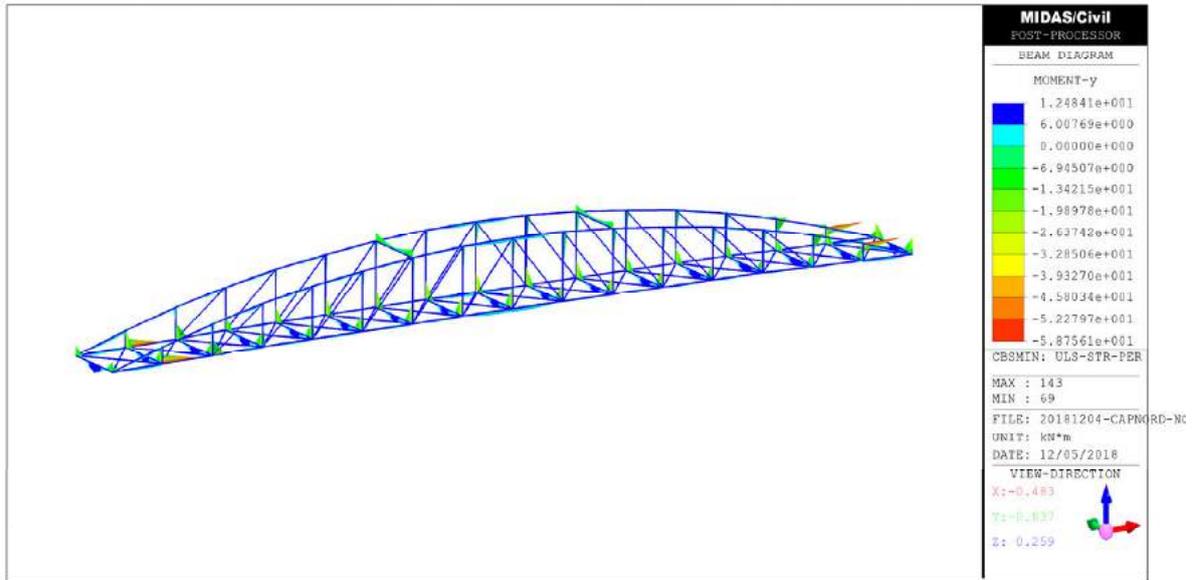


Figure 1.18 Footbridge Cap Nord – Envelop min bending (Mx) - ELU

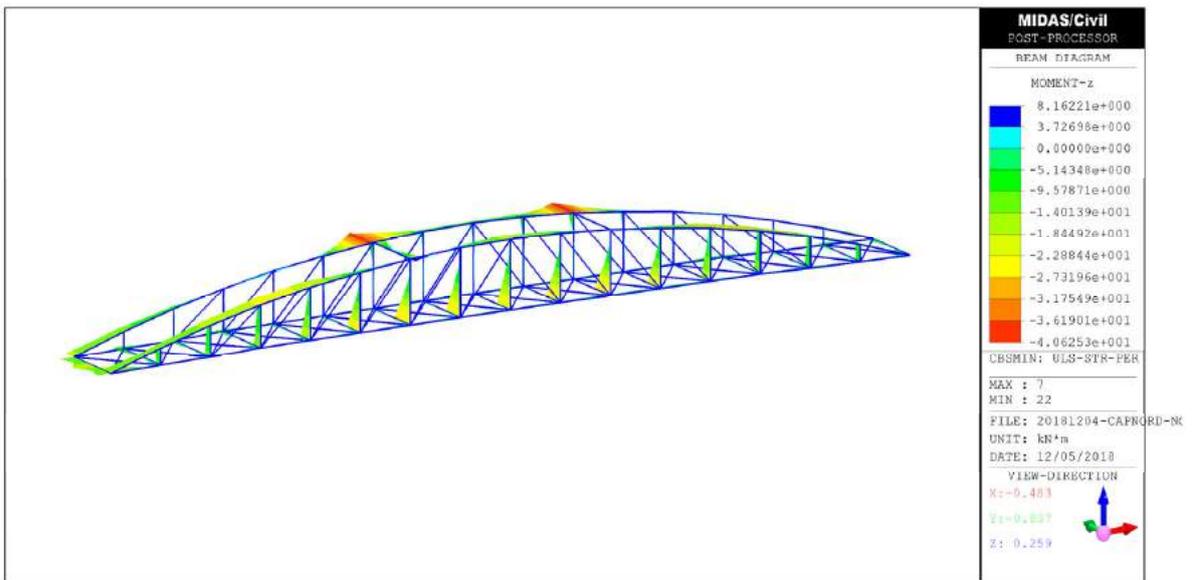


Figure 1.19 Footbridge Cap Nord – Envelop min bending (My) - ELU

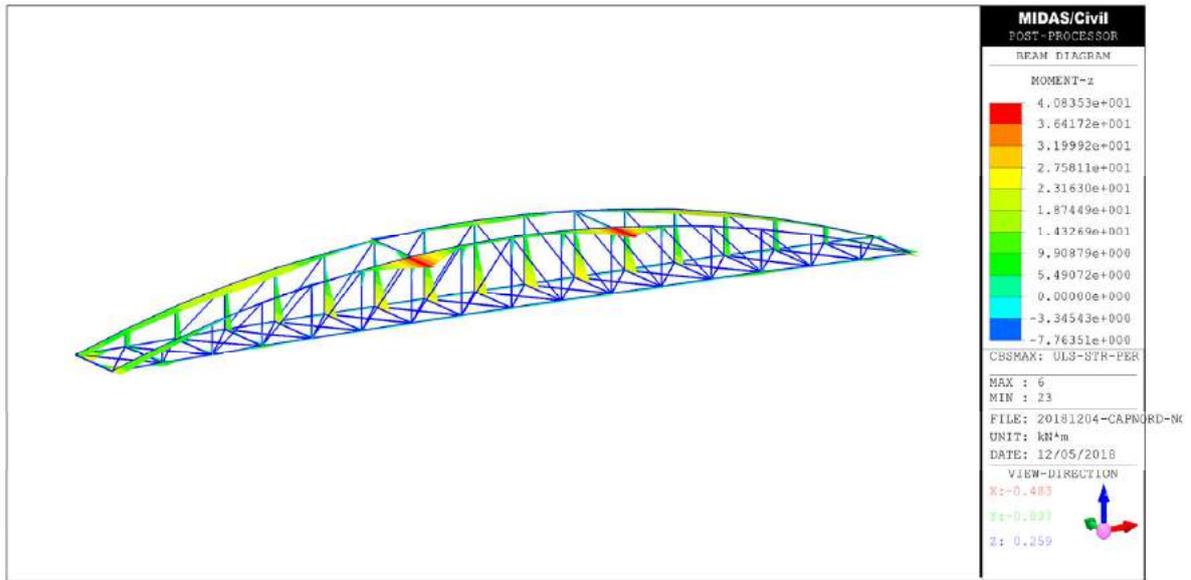


Figure 1.20 Footbridge Cap Nord – Envelop max bending (My) - ELU

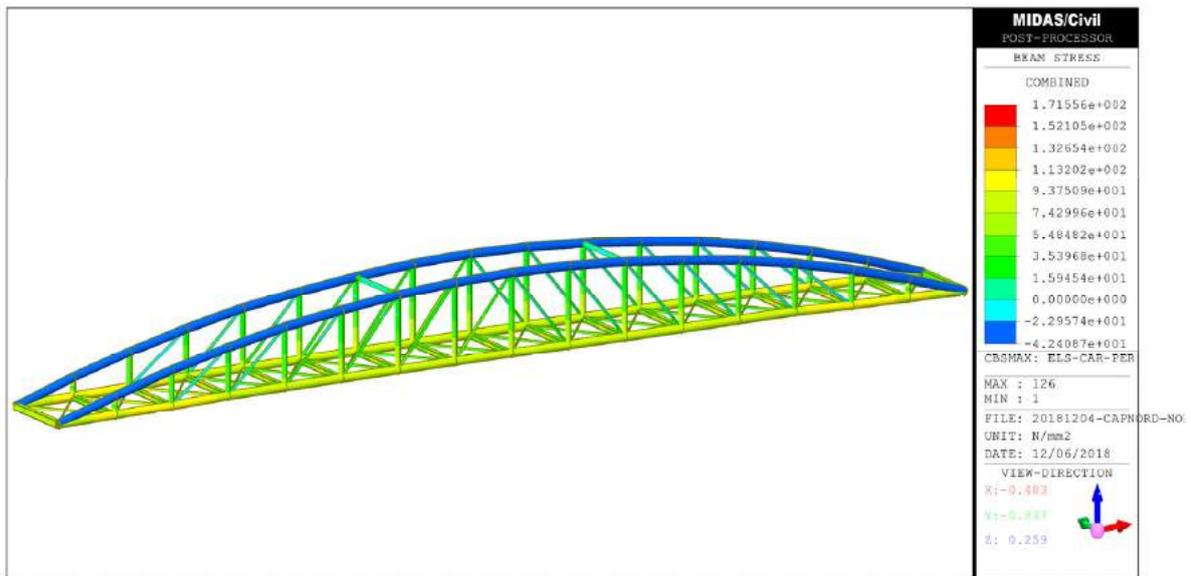


Figure 1.21 Footbridge Cap Nord – Envelop max stress - ELS CAR (unloaded case)

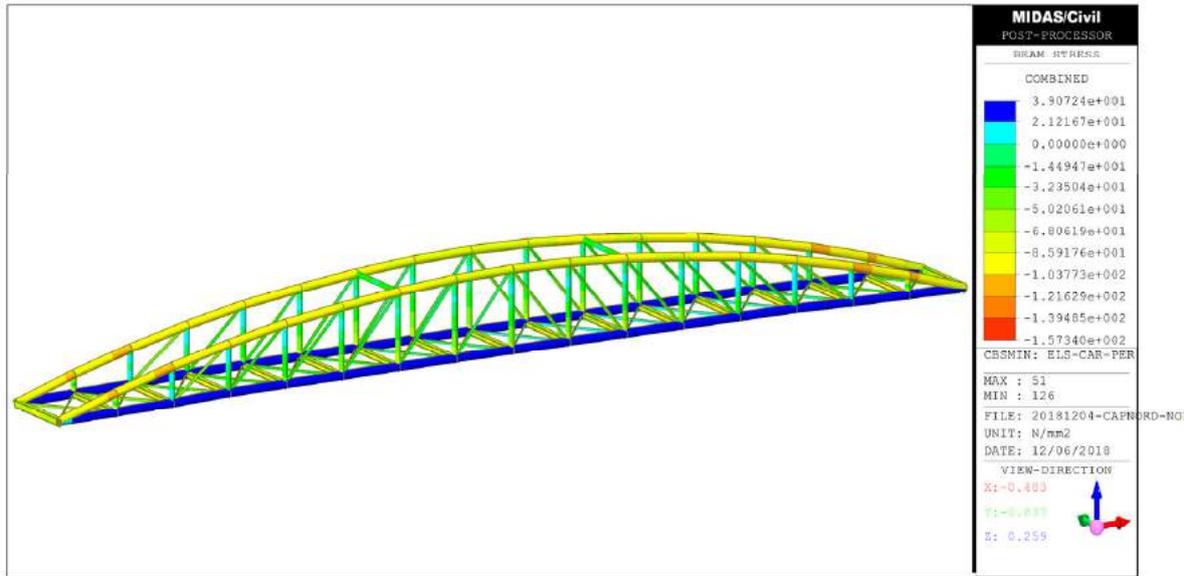


Figure 1.22 Footbridge Cap Nord – Envelop min stress - ELS CAR (unloaded case)

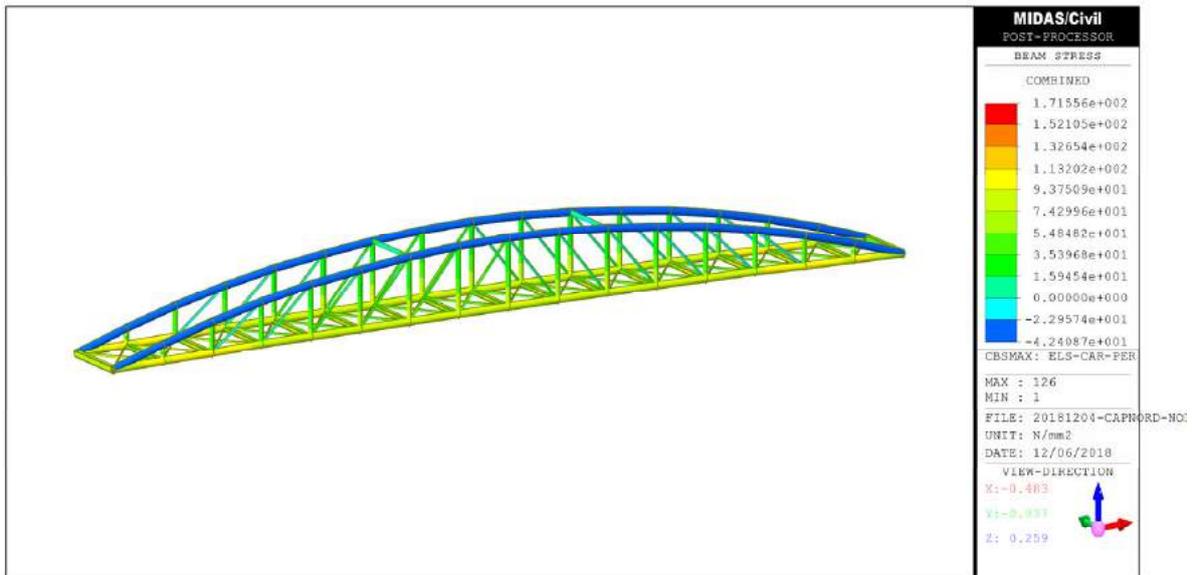


Figure 1.23 Footbridge Cap Nord – Envelop max stress - ELS CAR (loaded case)

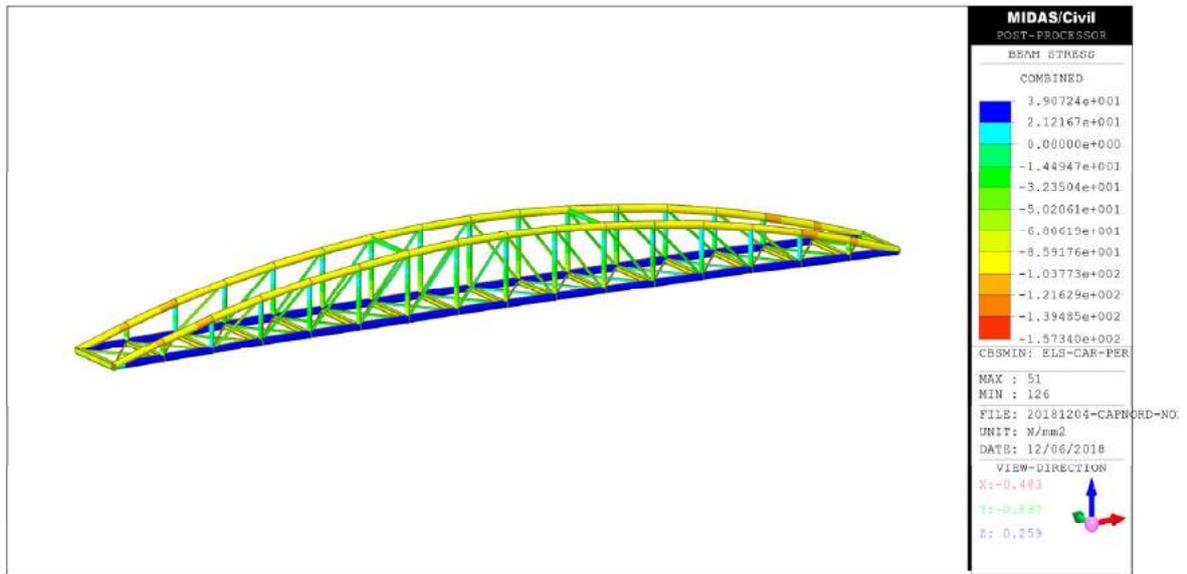


Figure 1.24 Footbridge Cap Nord – Envelop min stress - ELS CAR (loaded case)

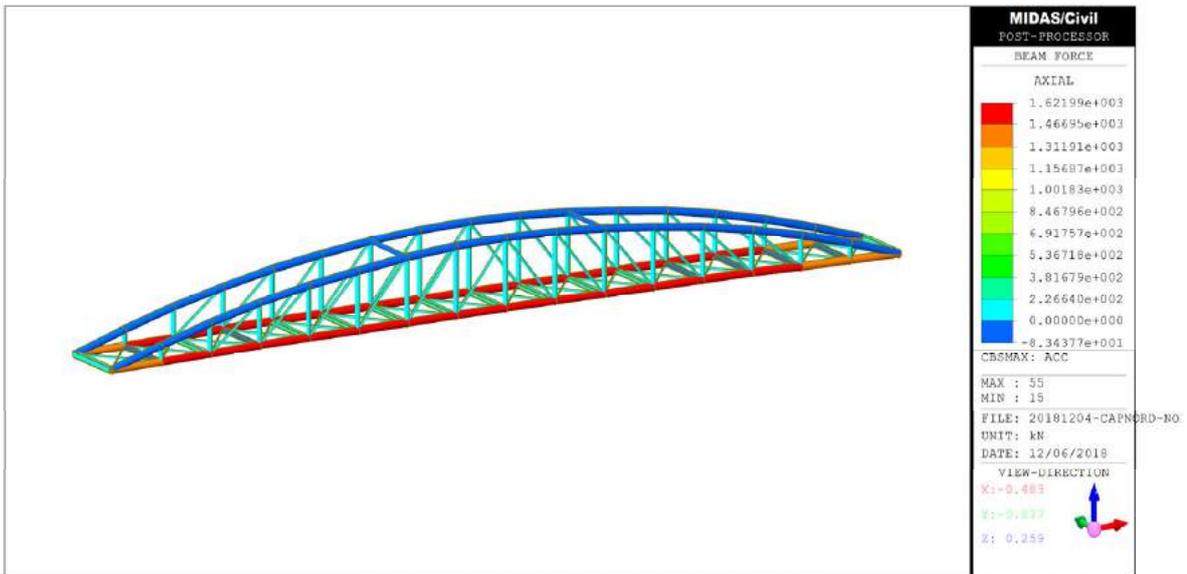


Figure 1.25 Footbridge Cap Nord – Envelop max axial (Fx) - ACC (loaded)

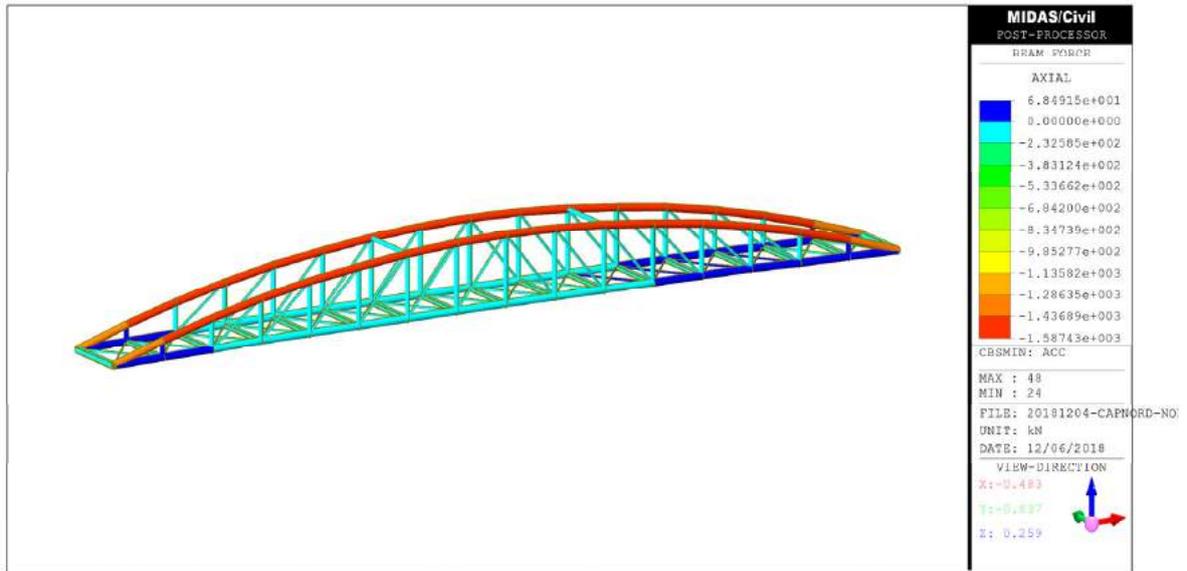


Figure 1.26 Footbridge Cap Nord – Envelop min axial (Fx) - ACC (loaded case)

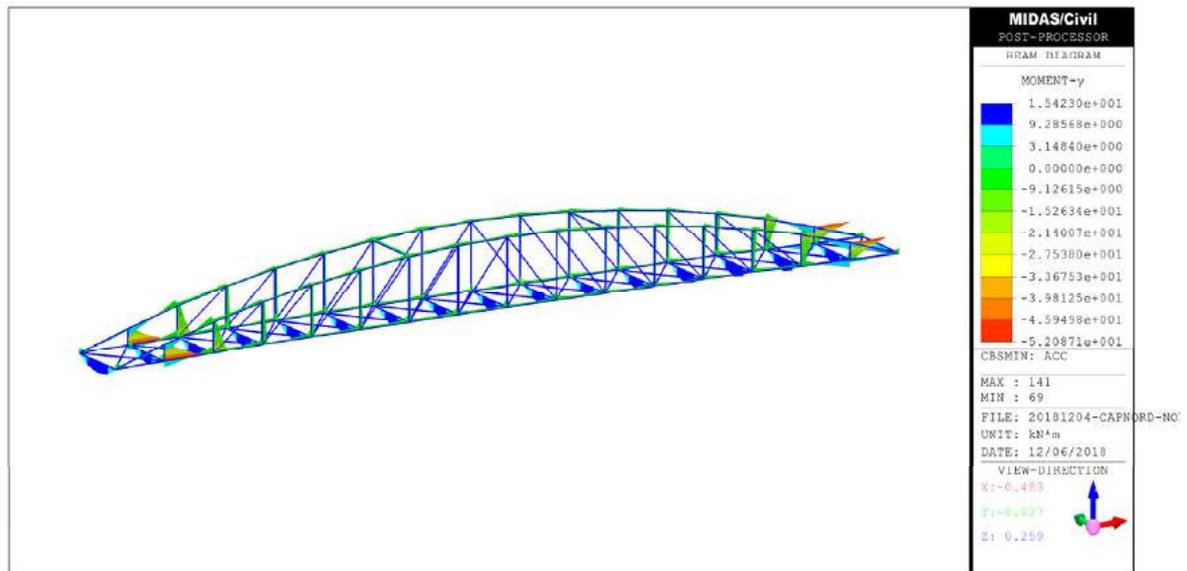


Figure 1.27 Footbridge Cap Nord – Envelop min bending x (Mx) - ACC (loaded case)

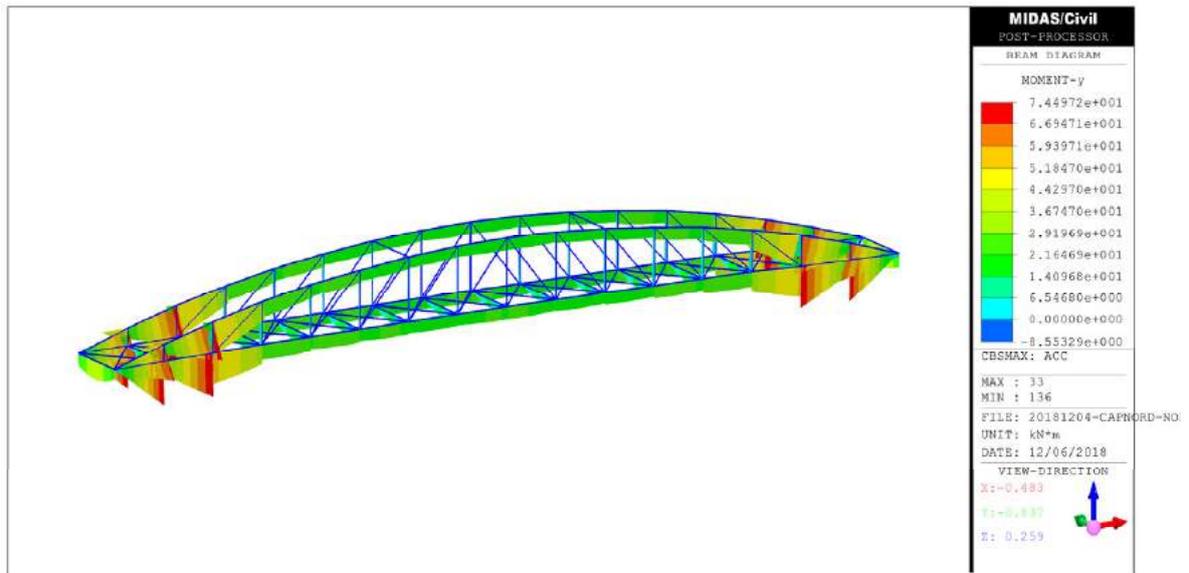


Figure 1.28 Footbridge Cap Nord – Envelop max bending (Mx) - ACC (loaded case)

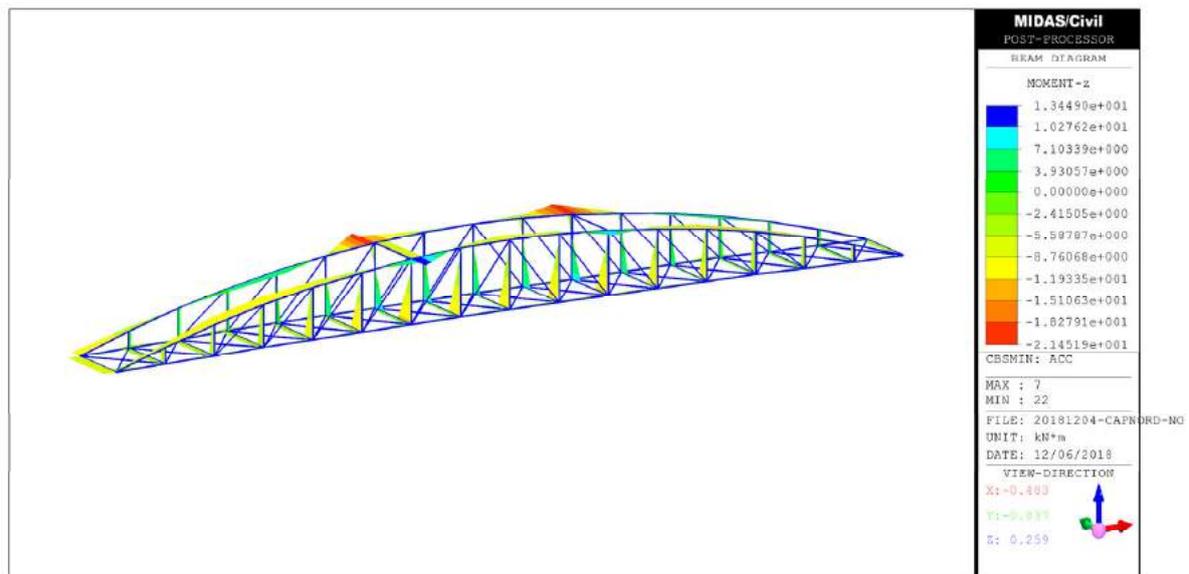


Figure 1.29 Footbridge Cap Nord – Envelope min bending (My) - ACC (loaded case)

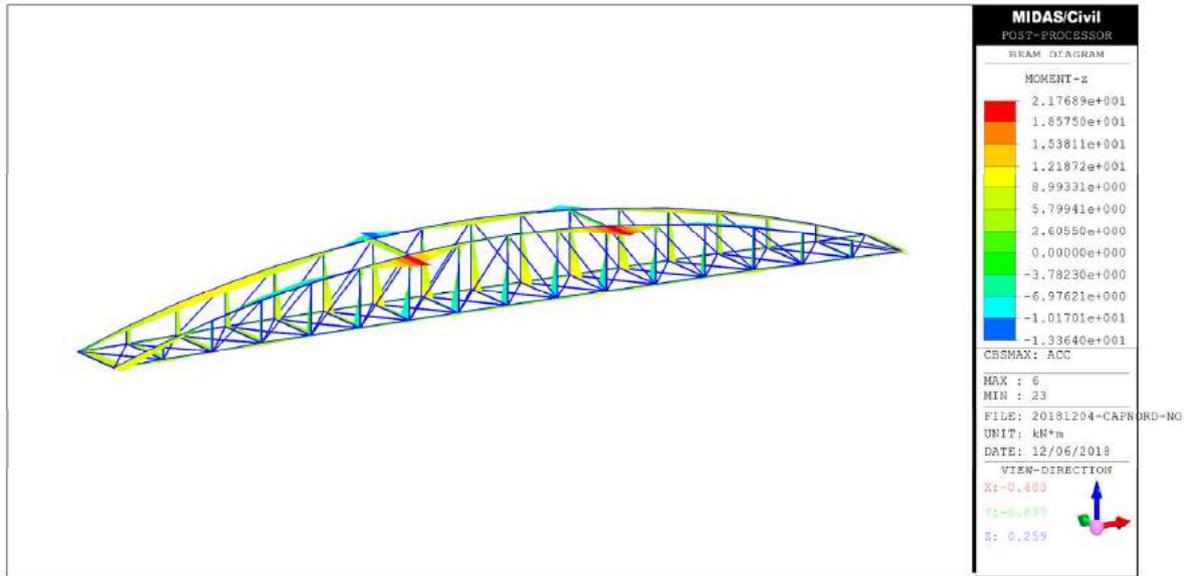


Figure 1.30 Footbridge Cap Nord – Enveloppe max bending (My) - ACC (loaded case)

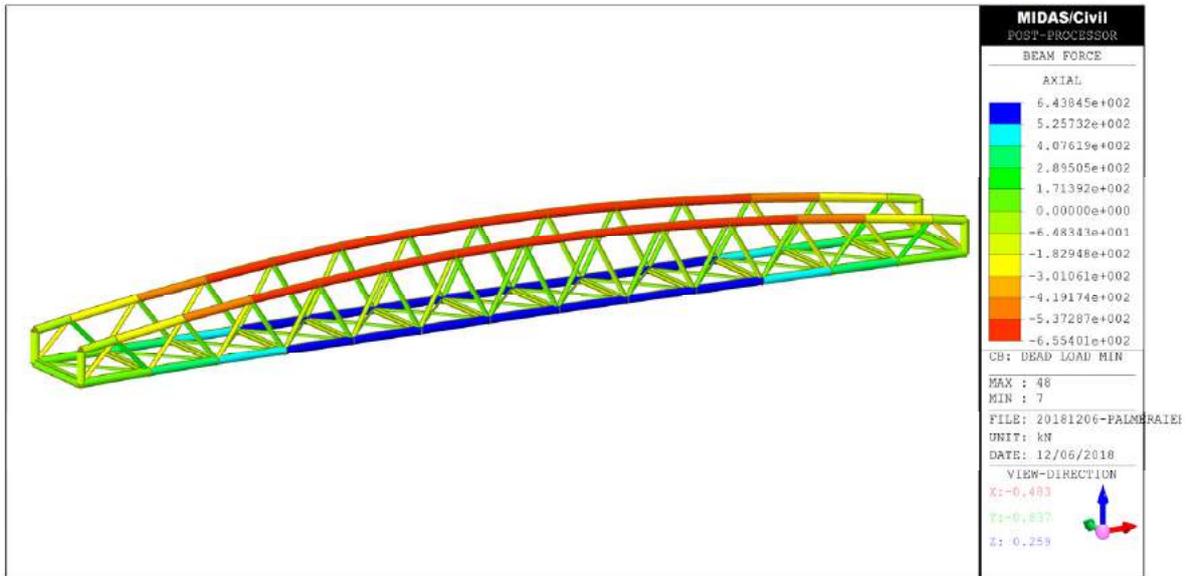


Figure 1.31 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) - G_{inf}

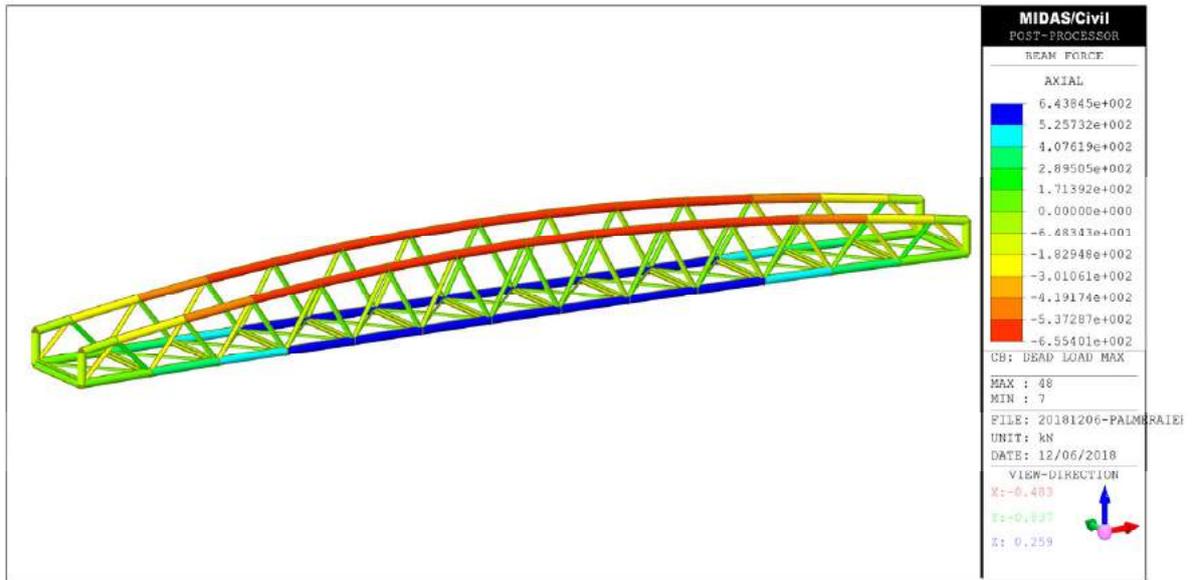


Figure 1.32 Footbridge Riviera-Palmeria – Axial (Fx) - G_{sup}

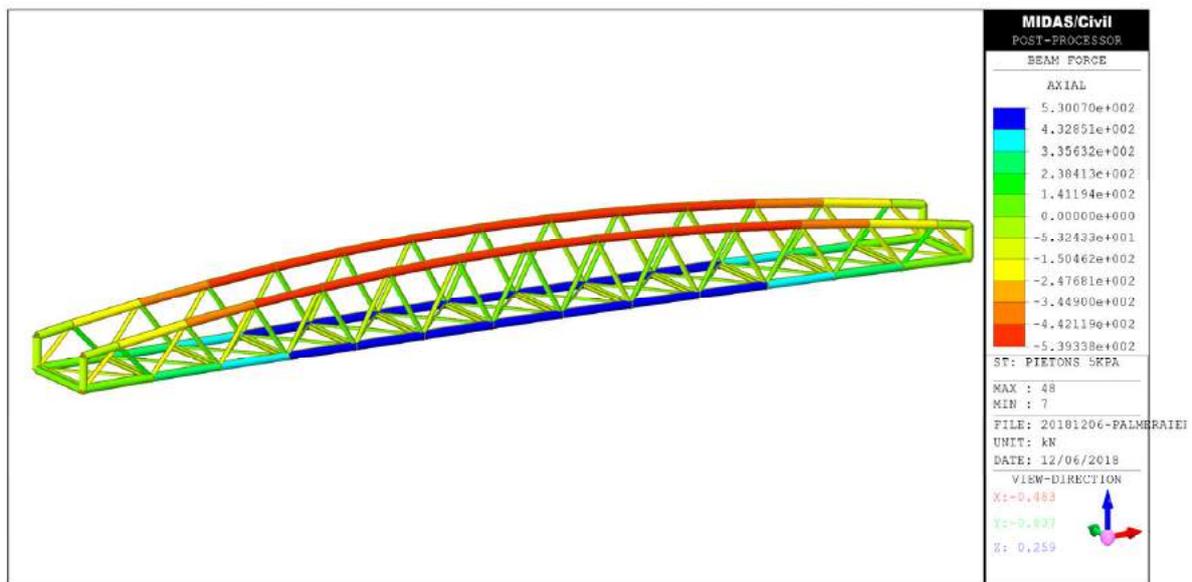


Figure 1.33 Footbridge Riviera-Palmeria – Axial (Fx) - Traffic

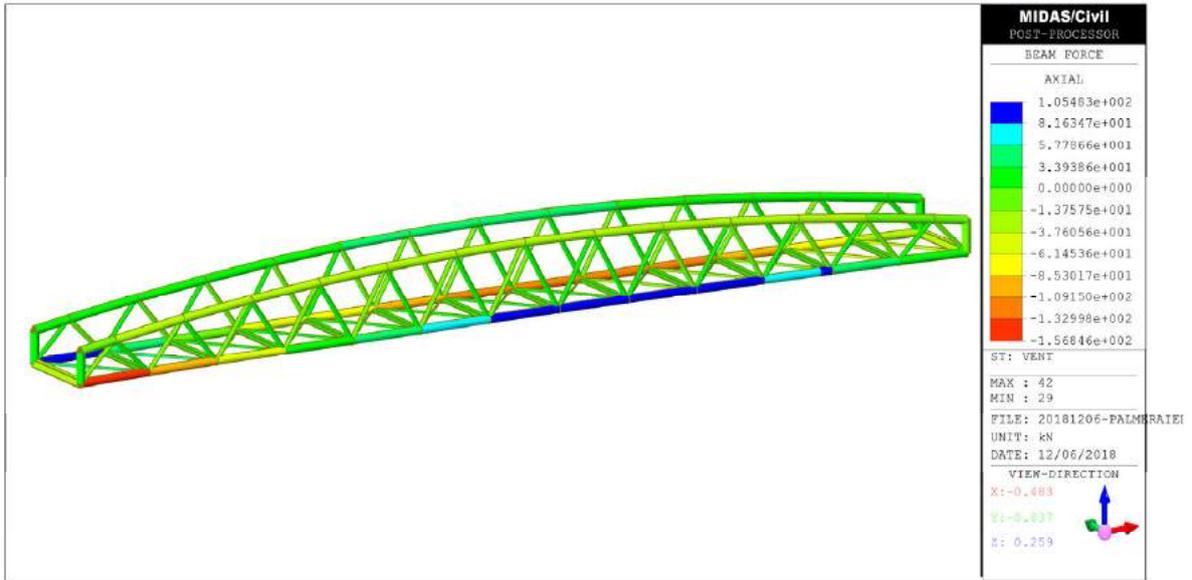


Figure 1.34 Footbridge Riviera-Palmeraie – Axial (Fx) - Wind

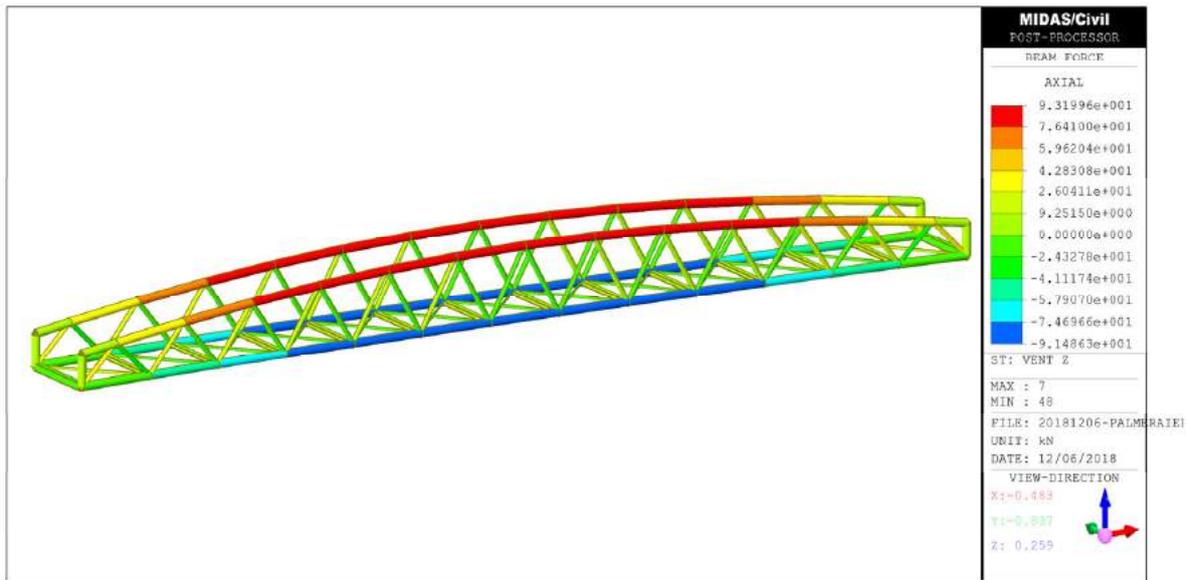


Figure 1.35 Footbridge Riviera-Palmeraie – Axial (Fx) – Uplift wind

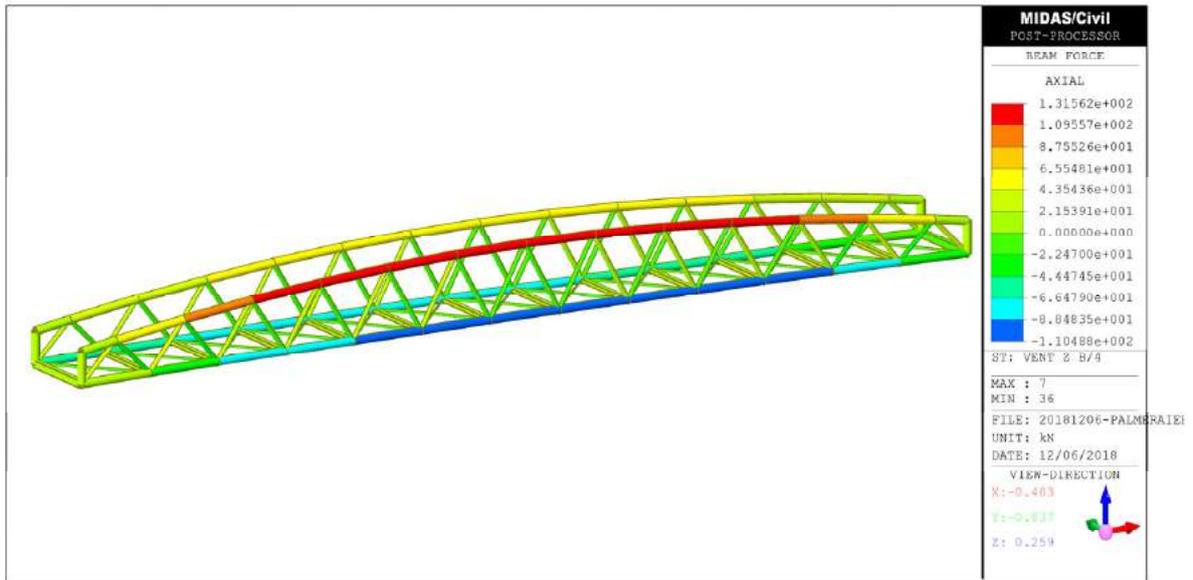


Figure 1.36 Footbridge Riviera-Palmeriaie Axial (Fx) – Uplift wind excentred

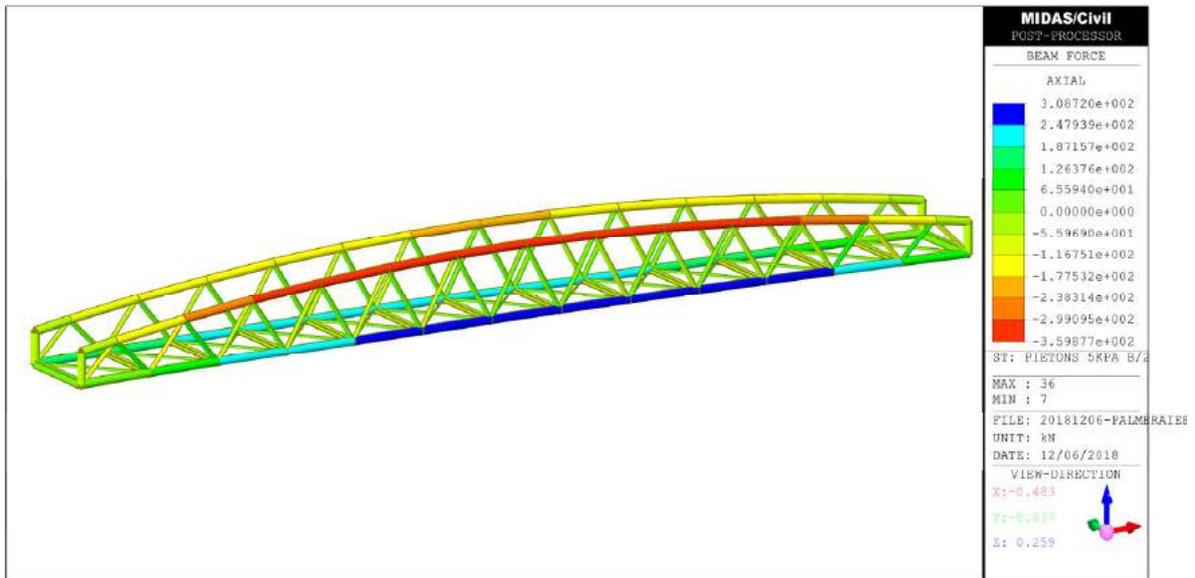


Figure 1.37 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Axial (Fx) – Traffic half width

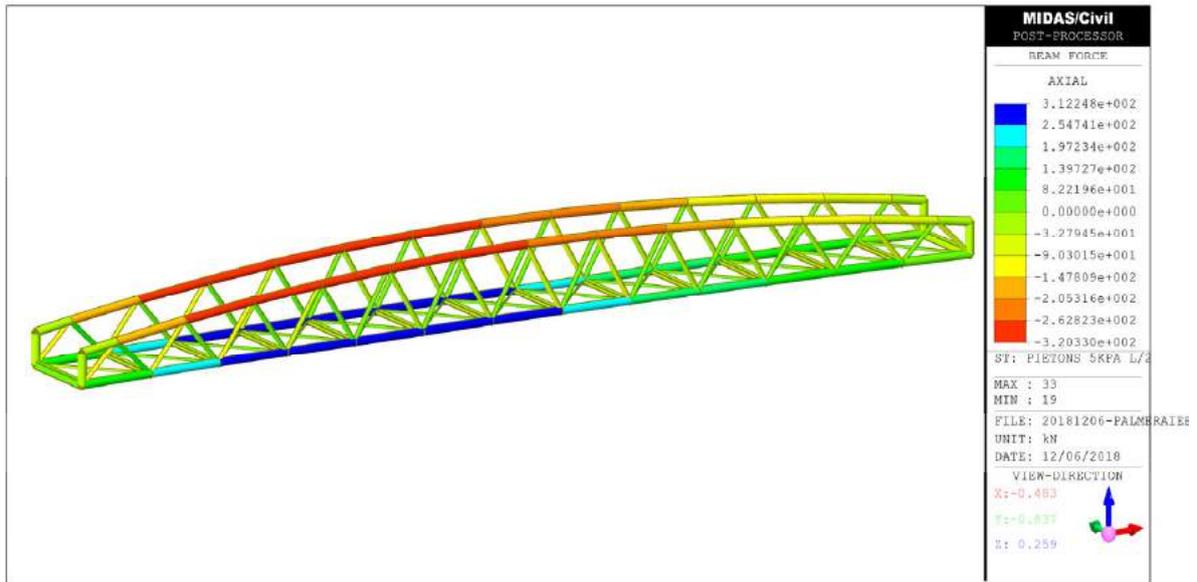


Figure 1.38 Footbridge Riviera-Palmeraiie – Axial (Fx) – Traffic half width

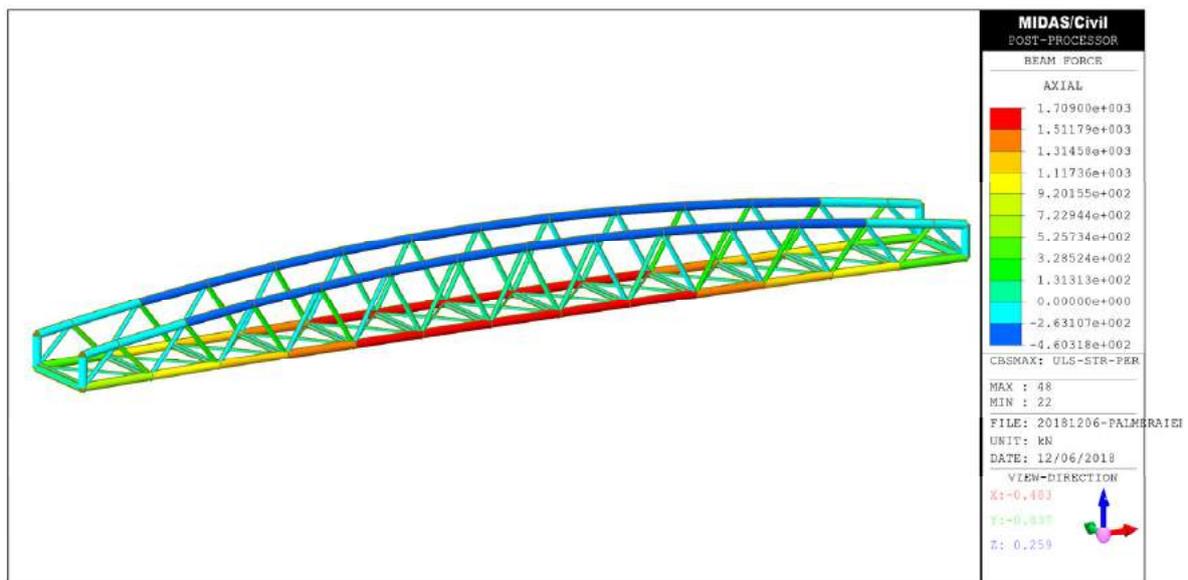


Figure 1.39 Footbridge Riviera-Palmeraiie – Enveloppe max Axial (Fx) - ELU

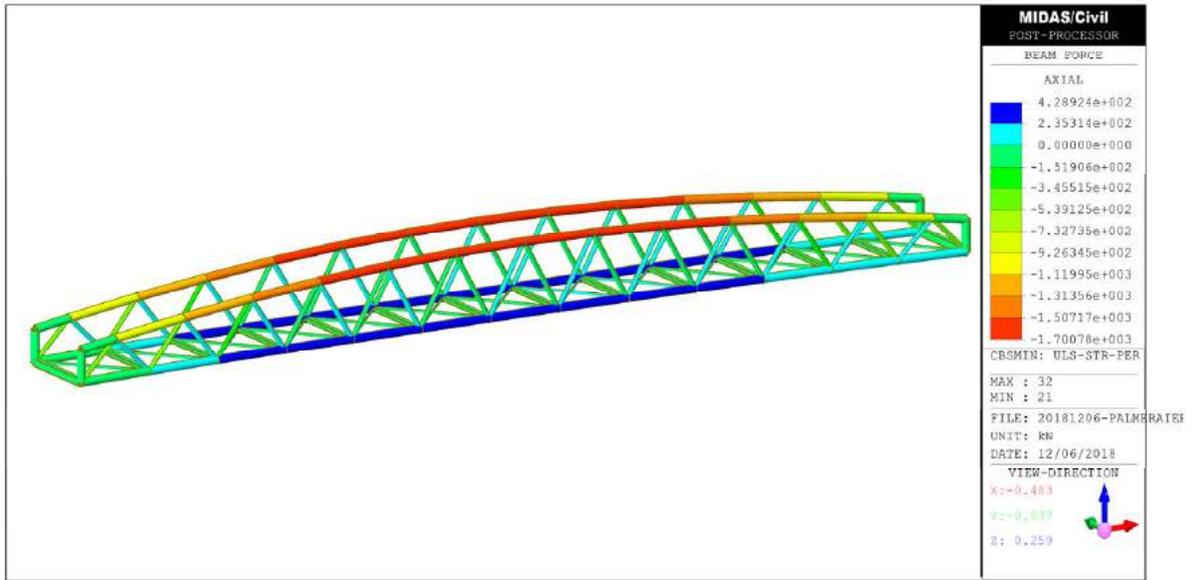


Figure 1.40 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Enveloppe min axial (Fx) - ELU

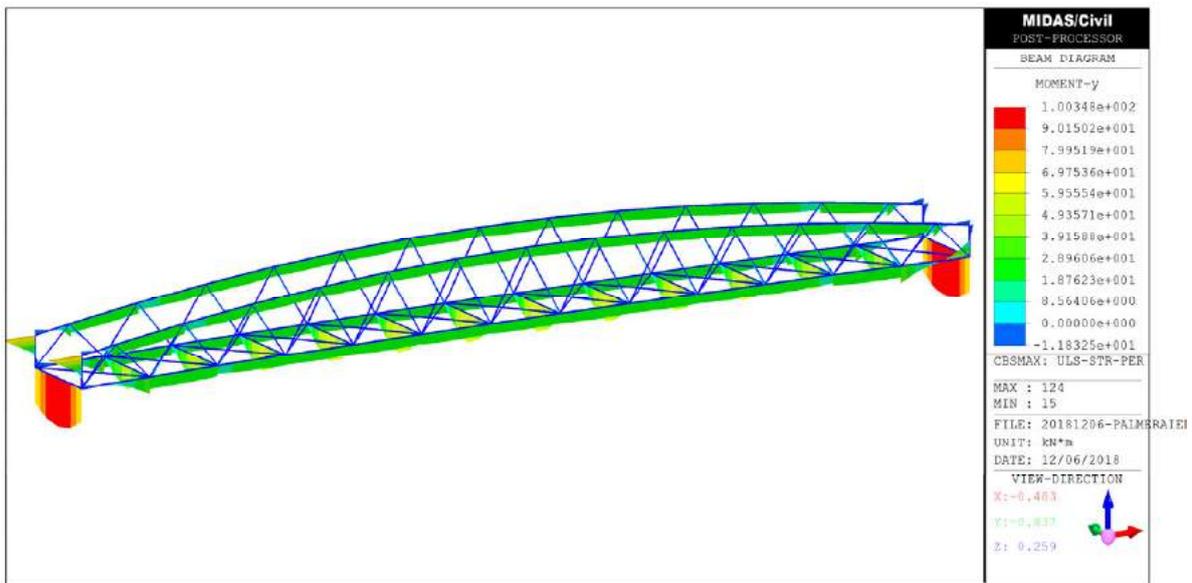


Figure 1.41 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Enveloppe max bending (Mx) - ELU

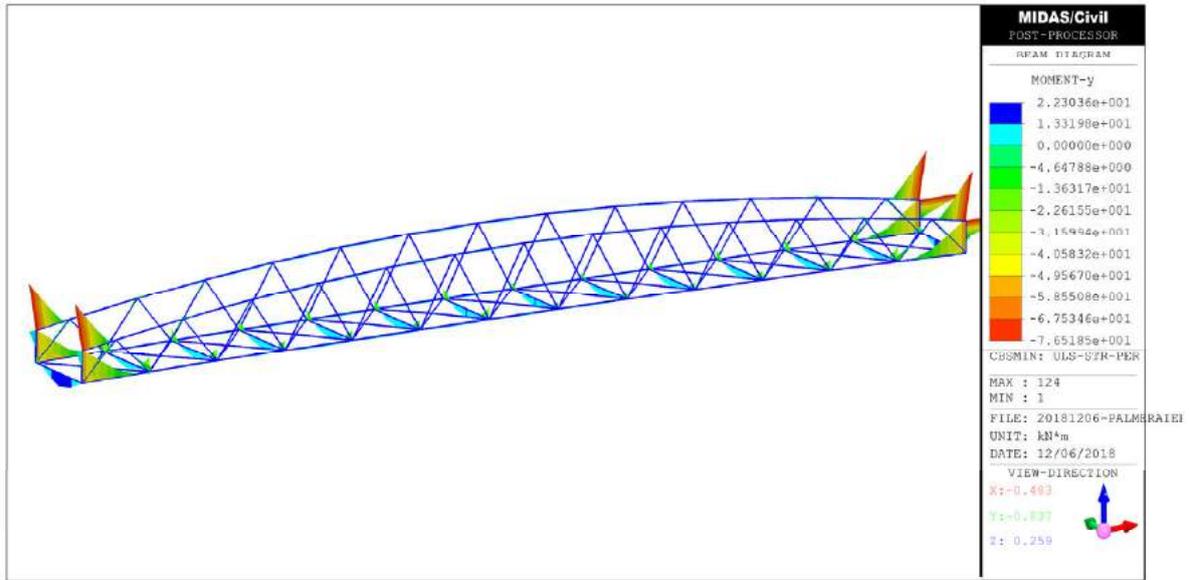


Figure 1.42 Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending (Mx) - ELU

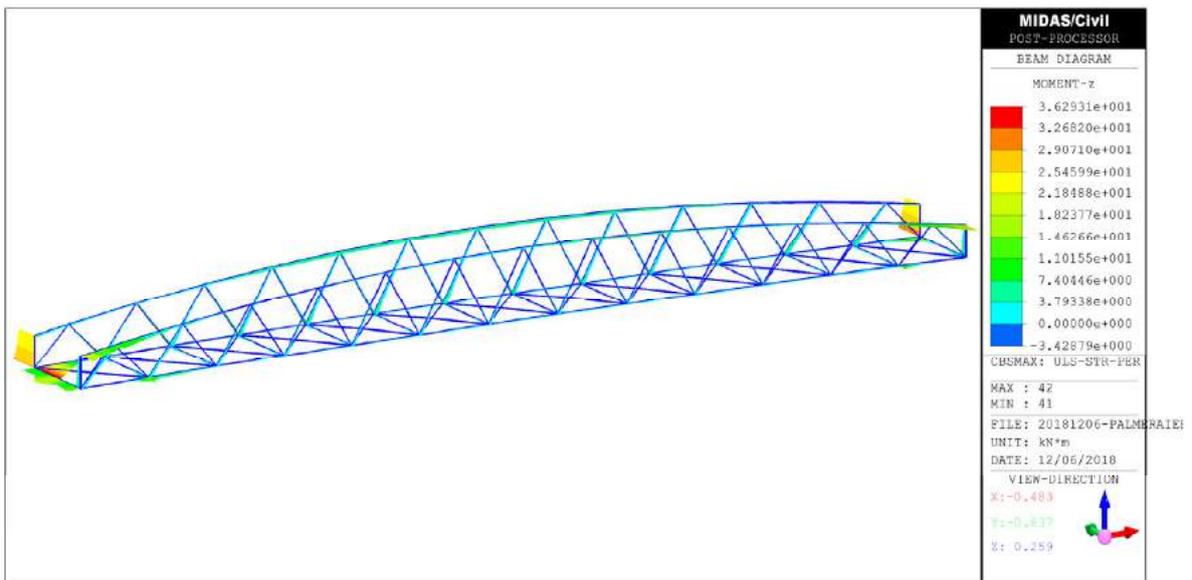


Figure 1.43 Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max bending (My) -ELU

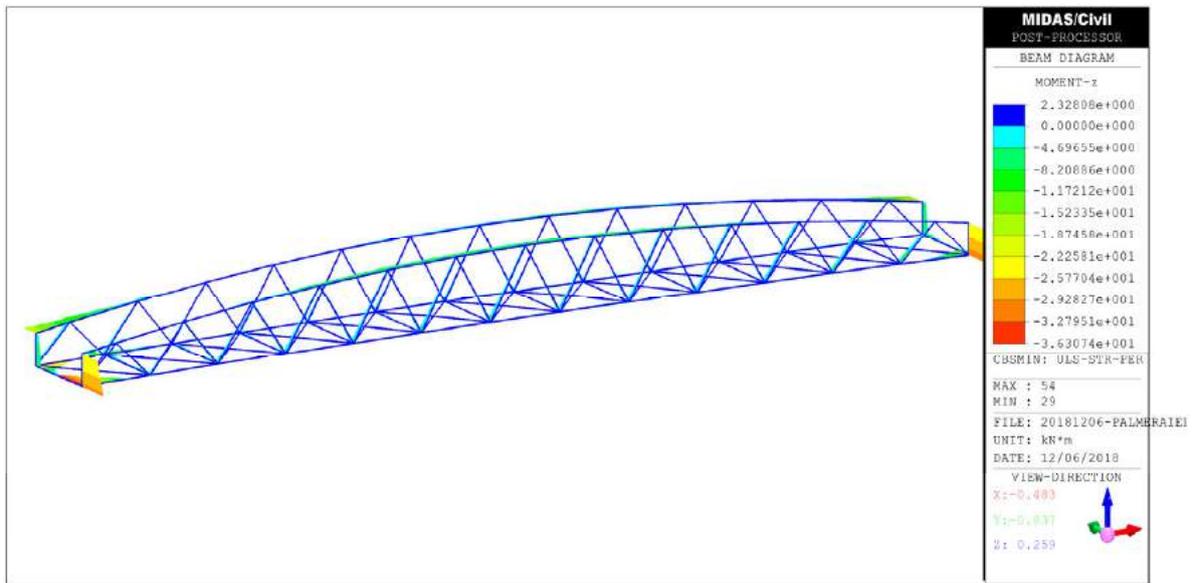


Figure 1.44 Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending (My) - ELU

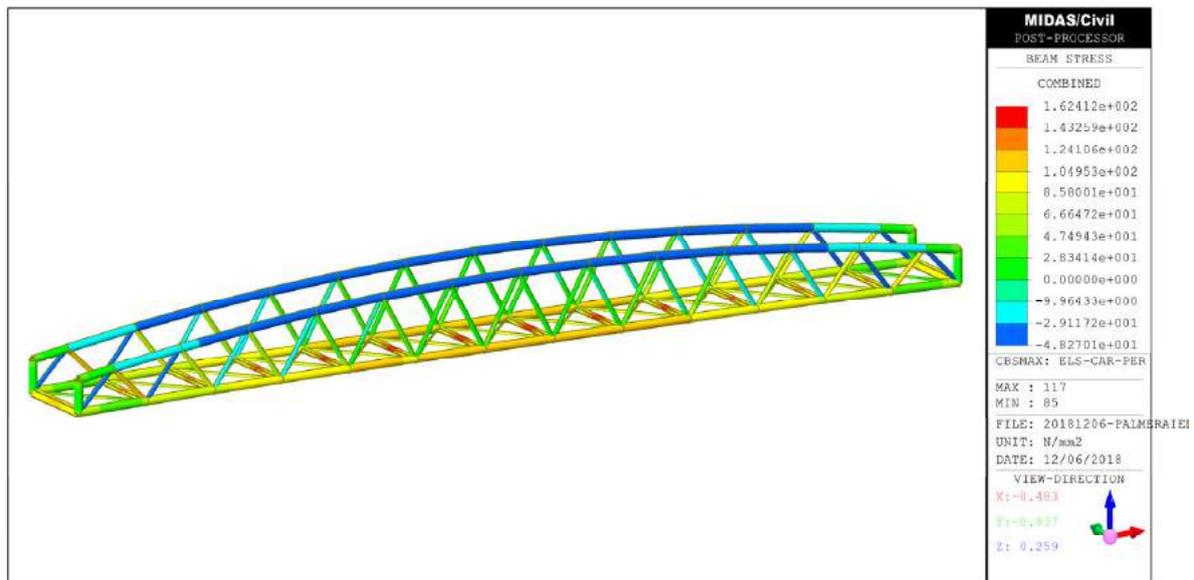


Figure 1.45 Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max stress - ELS CAR (unloaded case)

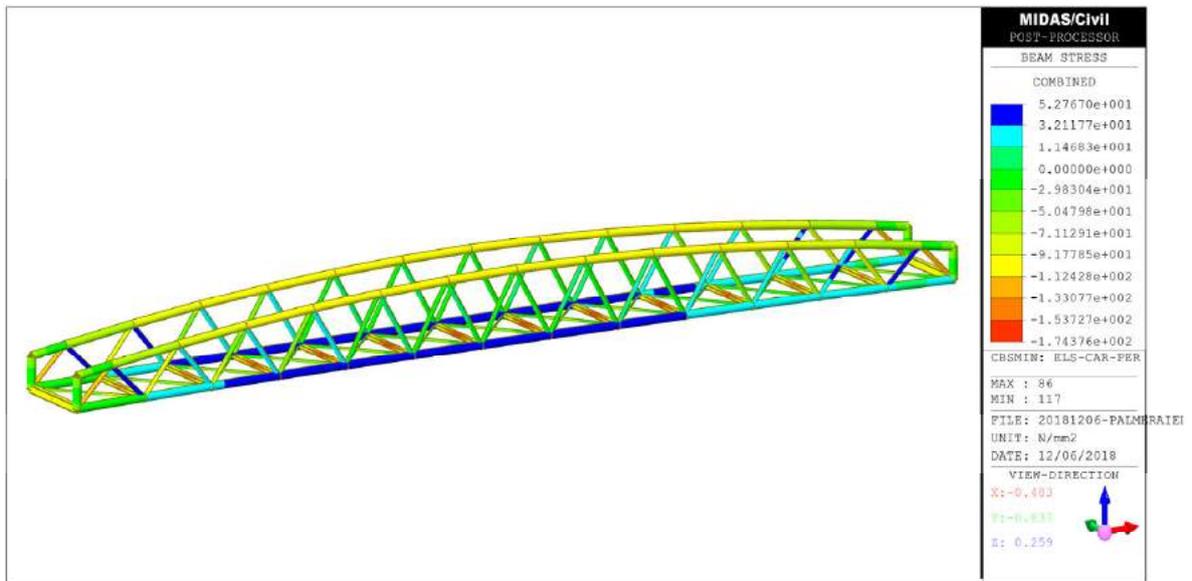


Figure 1.46 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Enveloppe min stress - ELS CAR (unloaded case)

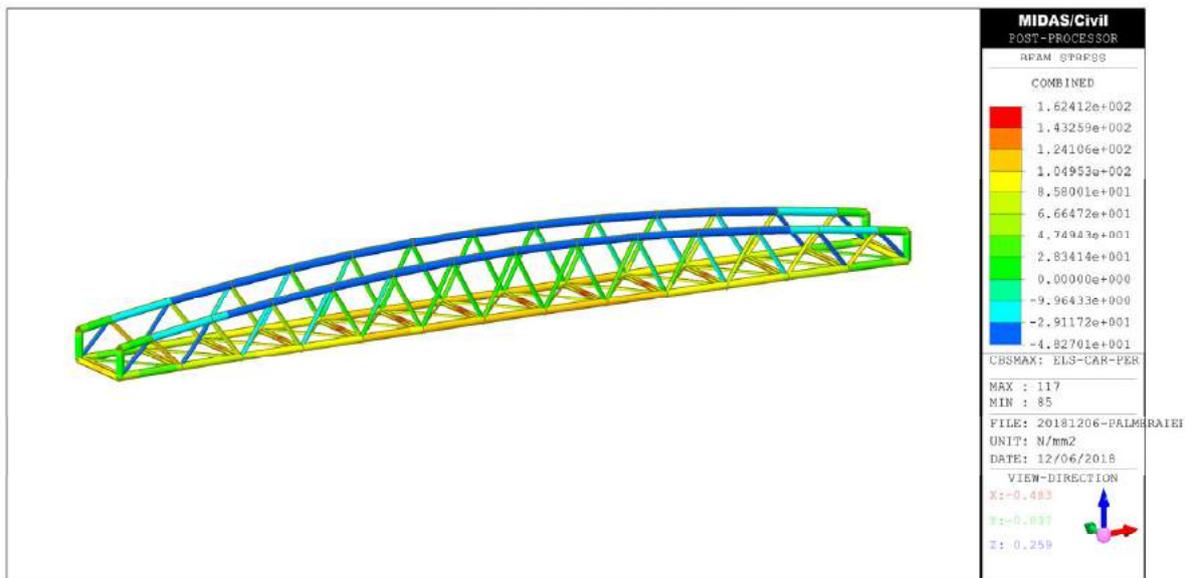


Figure 1.47 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Enveloppe max stress - ELS CAR (loaded case)

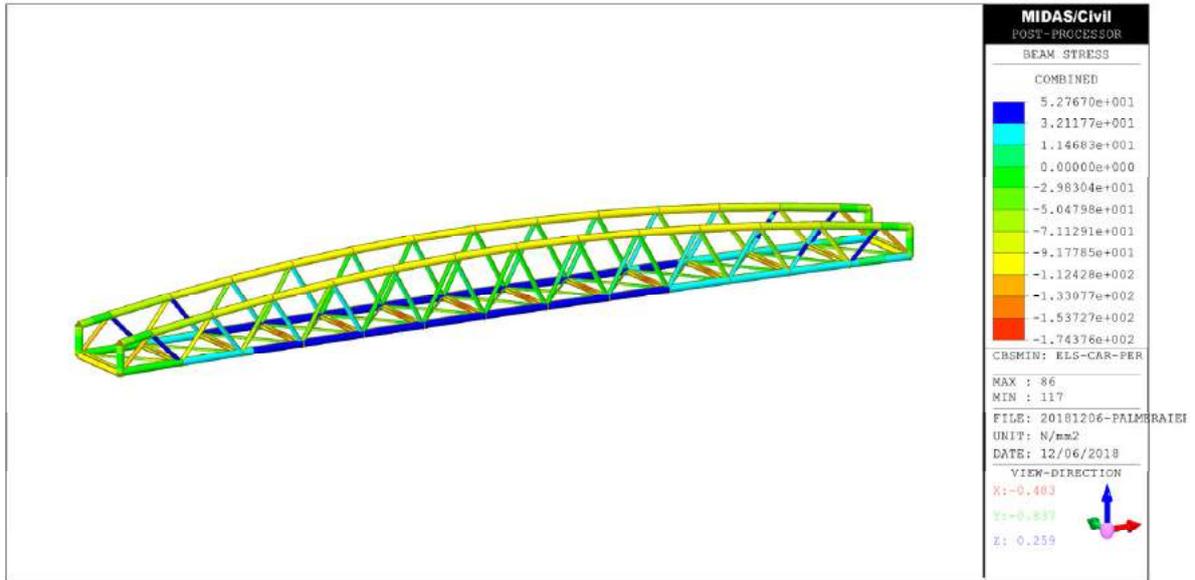


Figure 1.48 Footbridge Riviera-Palmeraiie – Enveloppe min stress - ELS CAR (loaded case)

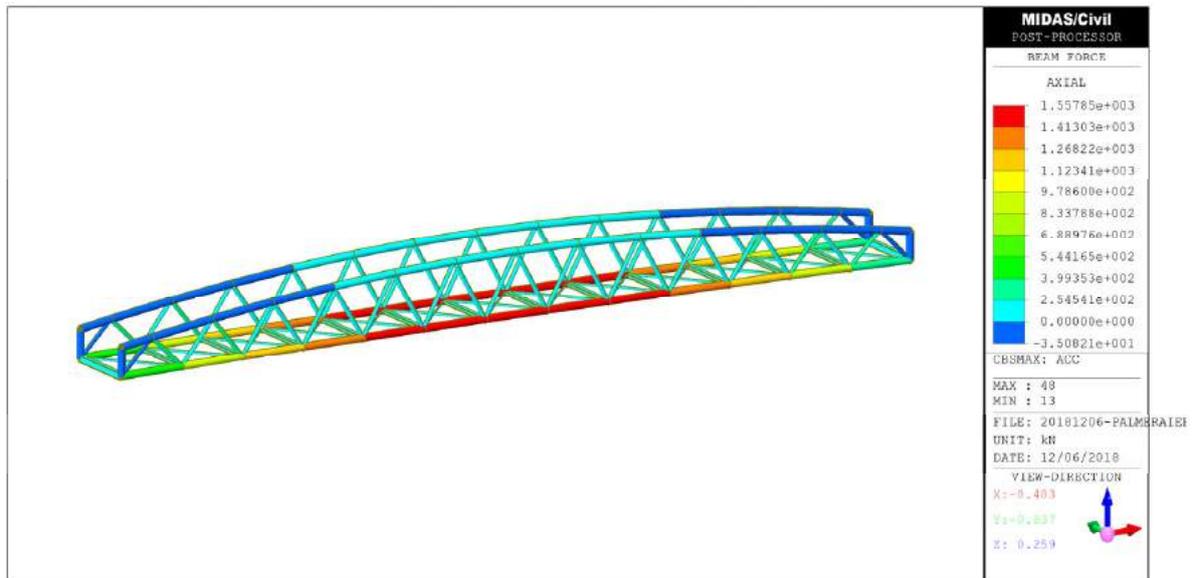


Figure 1.49 Footbridge Riviera-Palmeraiie – Enveloppe max axial (Fx) - ACC

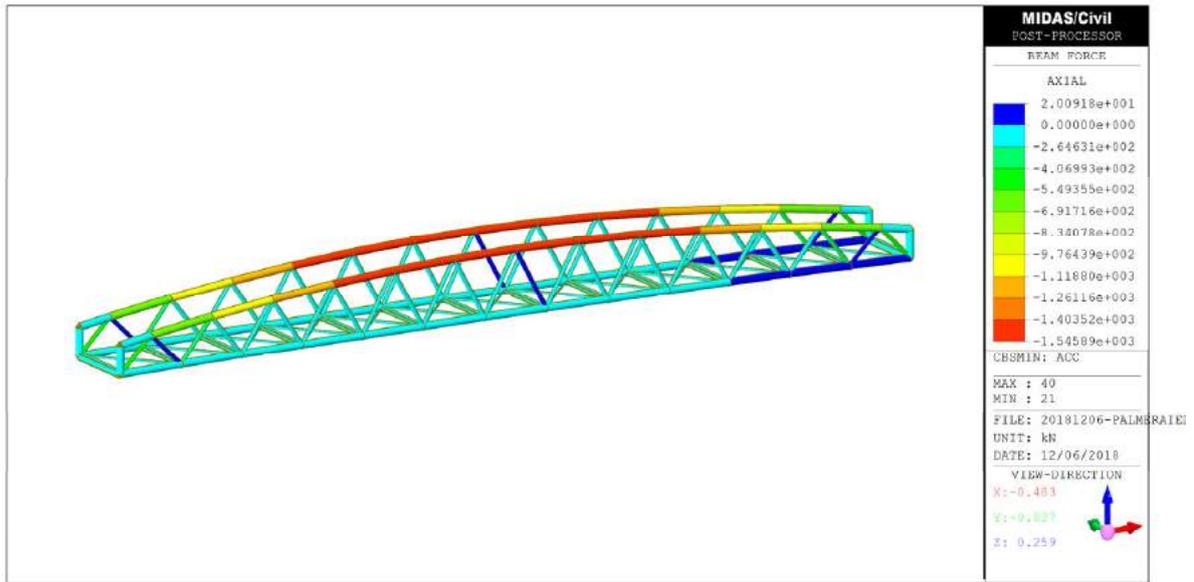


Figure 1.50 Footbridge Riviera-Palmeria – Enveloppe min axial (Fx) - ACC

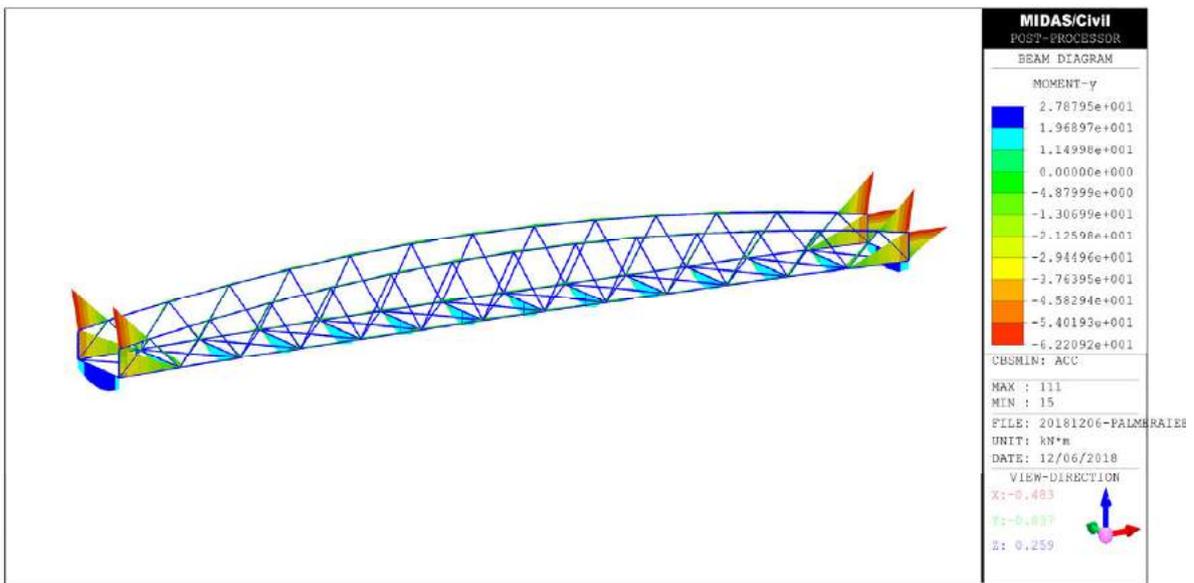


Figure 1.51 Footbridge Riviera-Palmeria – Enveloppe min bending (Mx) - ACC

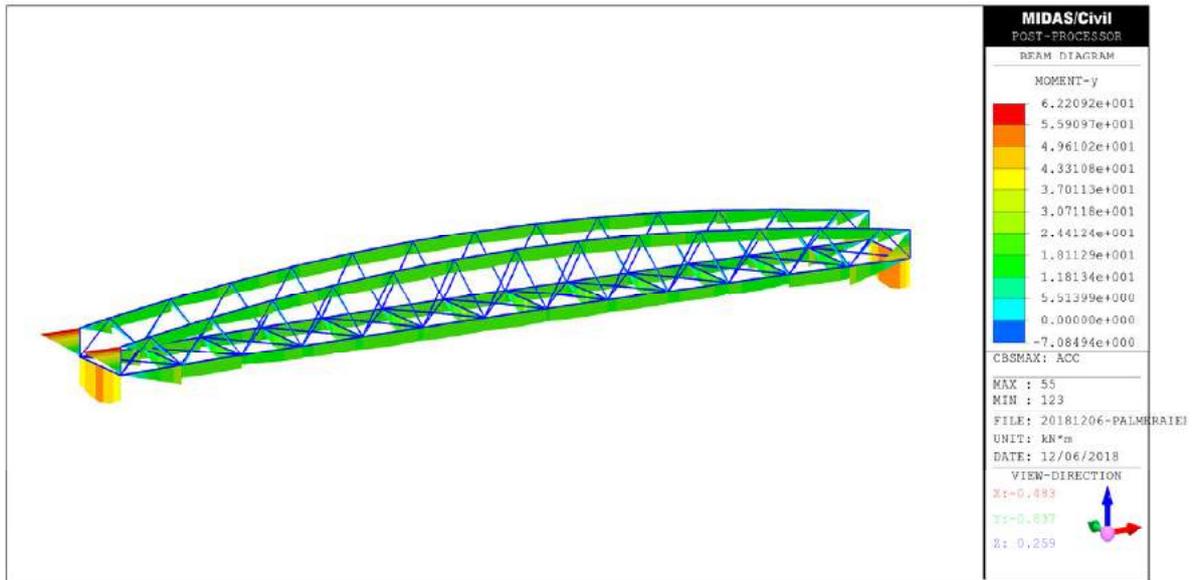


Figure 1.52 Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe max bending (Mx) - ACC

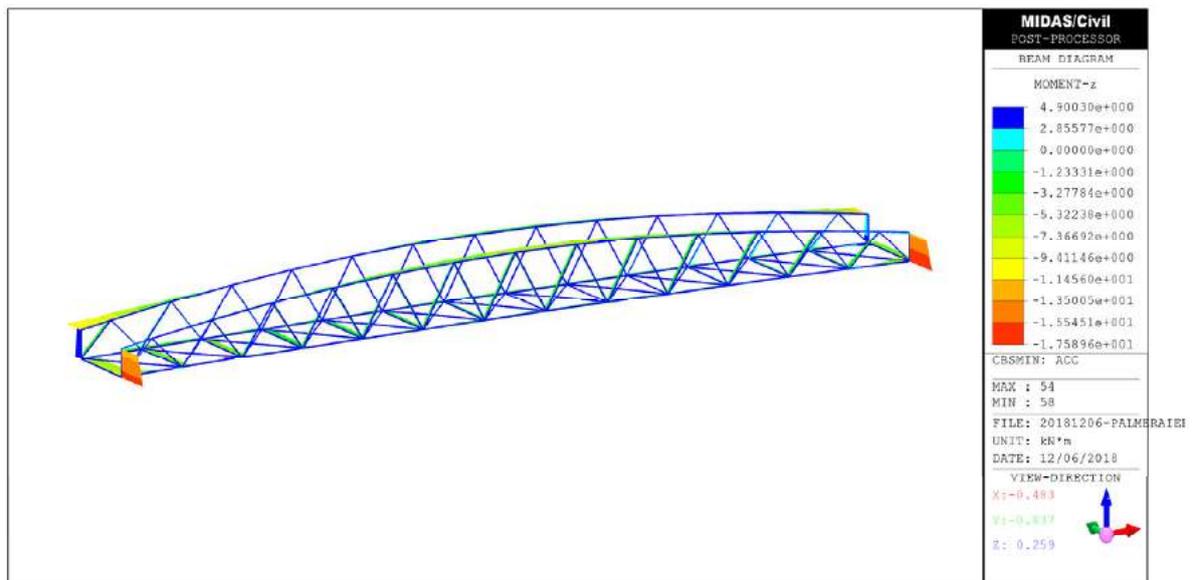


Figure 1.53 Footbridge Riviera-Palmeraie – Enveloppe min bending y (My) - ACC

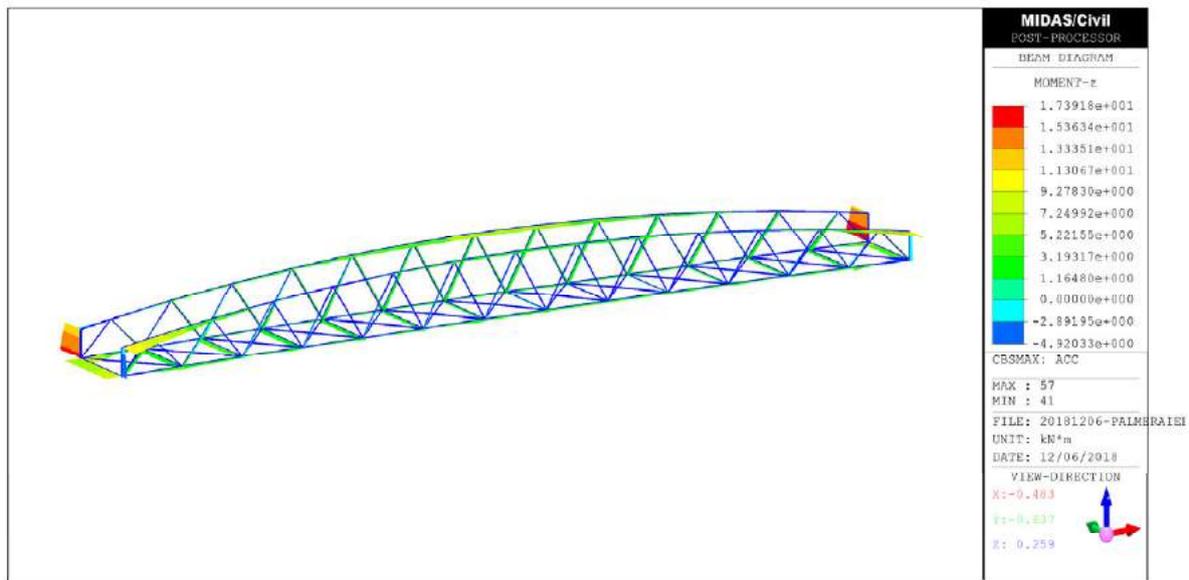


Figure 1.54 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Enveloppe max bending (My) - ACC

The structures being isostatic structures with a mobile pier (free movement along the longitudinal axis), the effects of the maximum temperature and of the minimum temperature are negligible with regard to the effects of the actions (internal forces).

Taking into account the fact that the structure will be placed in a block with the fasteners placed at the level of the lower chord (to avoid the reversal of the stresses with respect to the exploitation phase), the construction phase will not be dimensioning.

Envelopes by member type for characteristic ELS stresses and efforts at both durable ELU and accidental ELU are summarized in Table 1.14 and Table 1.16 for the Cap Nord footbridge and in Table 1.15 and in Table 1.17 for the Riviera-Palmeriaie footbridge. These efforts include the effects of dynamic pedestrian actions at SLS and accidental ULS.

The accelerations of the structure excited by a cyclic load in resonance with the eigenmode corresponding to the direction under study are compiled in Table 1.9 for the Cap Nord footbridge and in Table 1.10 for the Riviera-Palmeriaie footbridge.

Table 1.9 Footbridge Cap Nord – Accelerations (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

Table 1.10 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Accelerations (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

Finally, the buckling modes of the structure as well as a safety factor with respect to the compression load applied in the analysis (under self-weight in our case) were obtained through the generalized buckling analysis. The buckling modes are shown in Figure 1.55 for the Cap Nord footbridge and in Figure 1.56 for the Riviera-Palmeriaie footbridge. We can see that the upper chord, which is the element of the truss undergoing the most important compression, governs the buckling modes. The safety factors for the self-weight buckling analysis are reported in Table 1.11 for the Cap Nord footbridge and Table 1.12 for the Riviera-Palmeriaie footbridge for the two most critical buckling modes. The compressive forces in the self weight sections are then multiplied by the safety factor to determine the maximum buckling load of the top chord.

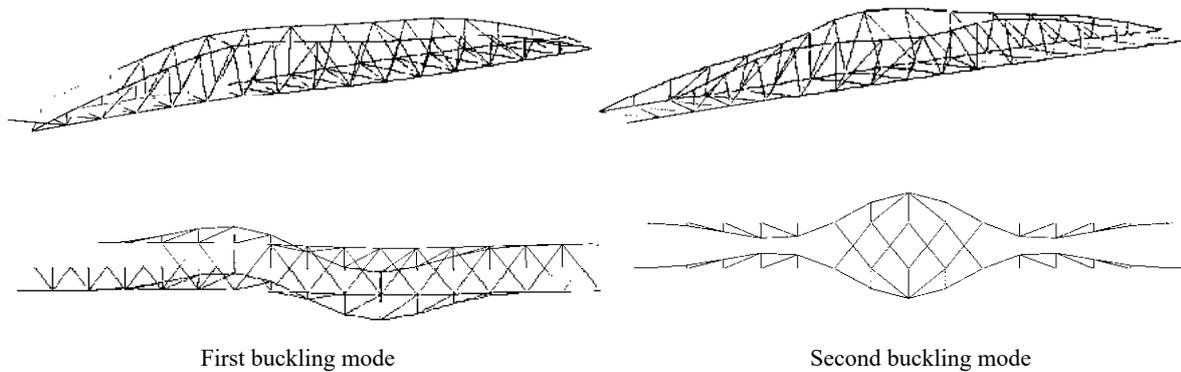


Figure 1.55 Footbridge Cap Nord – Buckling mode (GFLAMB)

Table 1.11 Footbridge Cap Nord – Buckling factor (BF)

Buckling mode	Description	BF	Axial force (under dead load)
First buckling mode	Symmetrical buckling at two curves of the upper chords with the maximum displacements at the level of the upper braces	45.68	263kN
Second buckling mode	Three-curves anti-symmetric buckling of the upper chords with the inflection points at the upper braces	48.53	264kN

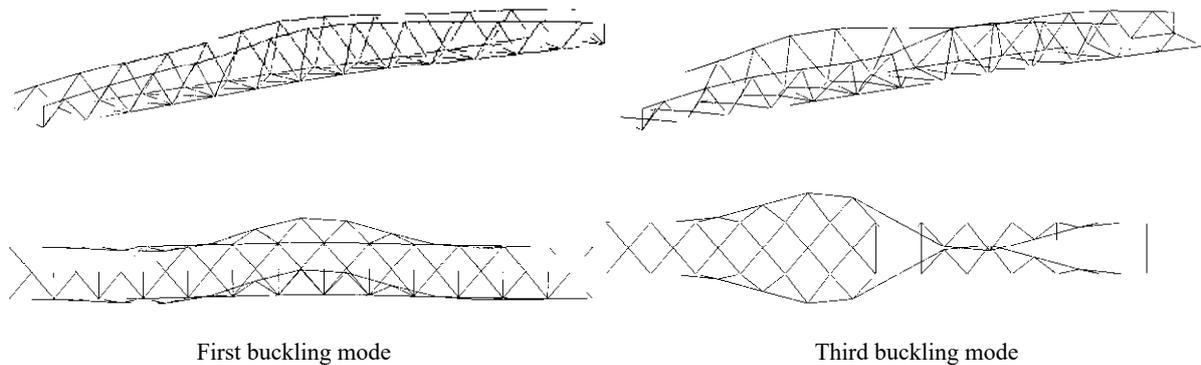


Figure 1.56 Footbridge Cap Nord – Buckling mode (GFLAMB)

Table 1.12 Footbridge Riviera-Palmeriaie – Buckling factor

Buckling mode	Description	BF	Axial force (under dead load)
First buckling mode	Symmetrical single-curve buckling of upper chords with maximum displacements at mid-span	44.17	209.4kN
Second buckling mode	Anti-symmetric buckling at two curves of the upper chords with the inflection point located at mid-span	44.58	194kN

The results of the refined model analysis for the connection between the upper and lower chords of the Cap Nord footbridge are shown in Figure 1.57 to Figure 1.109 for the critical combination only. The max/min stresses in the plates forming this connection are summarized in Table 1.18 and Table 1.19.

The stresses obtained from the finite element model in the chord section are very close to the stresses calculated from the analysis of the overall model with stick element, which validate the force distribution in the refined model.

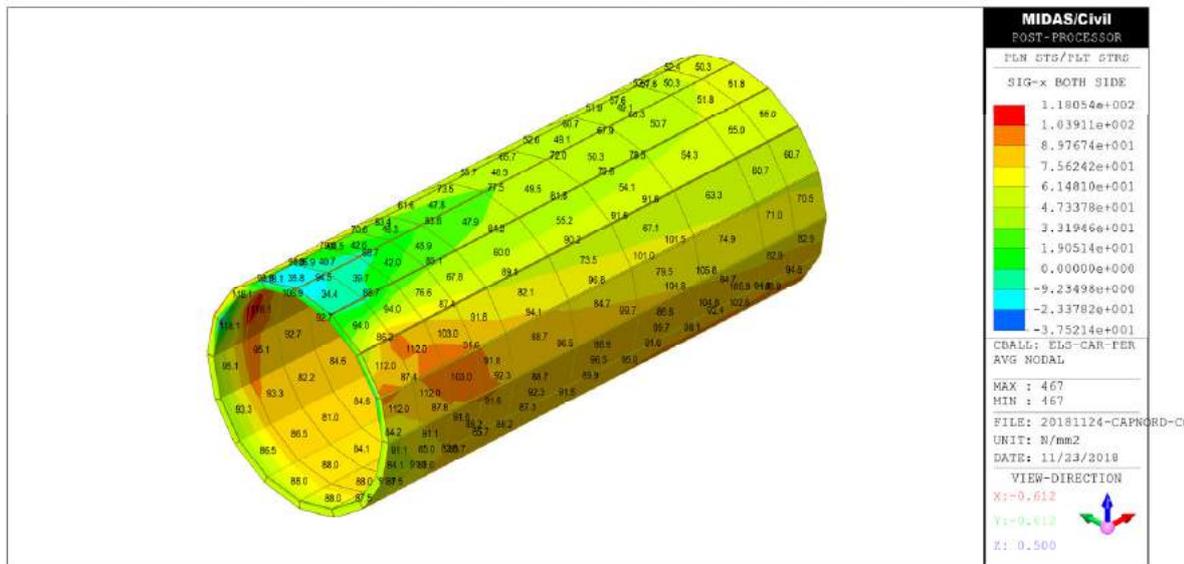


Figure 1.57 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x dans la membrure inférieure à l'ELS

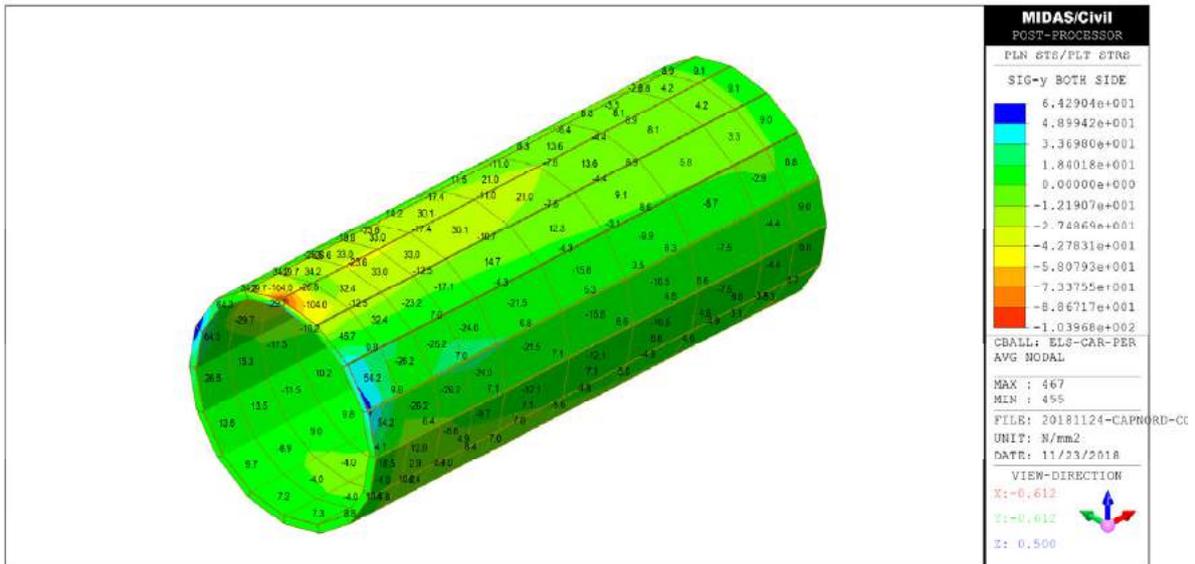


Figure 1.58 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bottom chord (SLS)

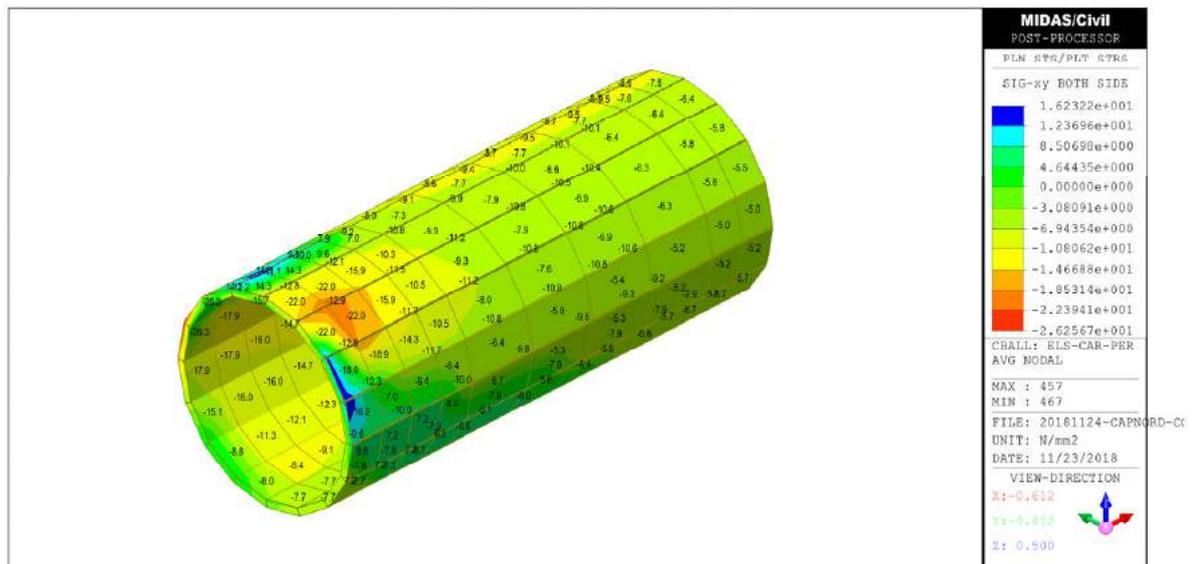


Figure 1.59 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in bottom chord (SLS)

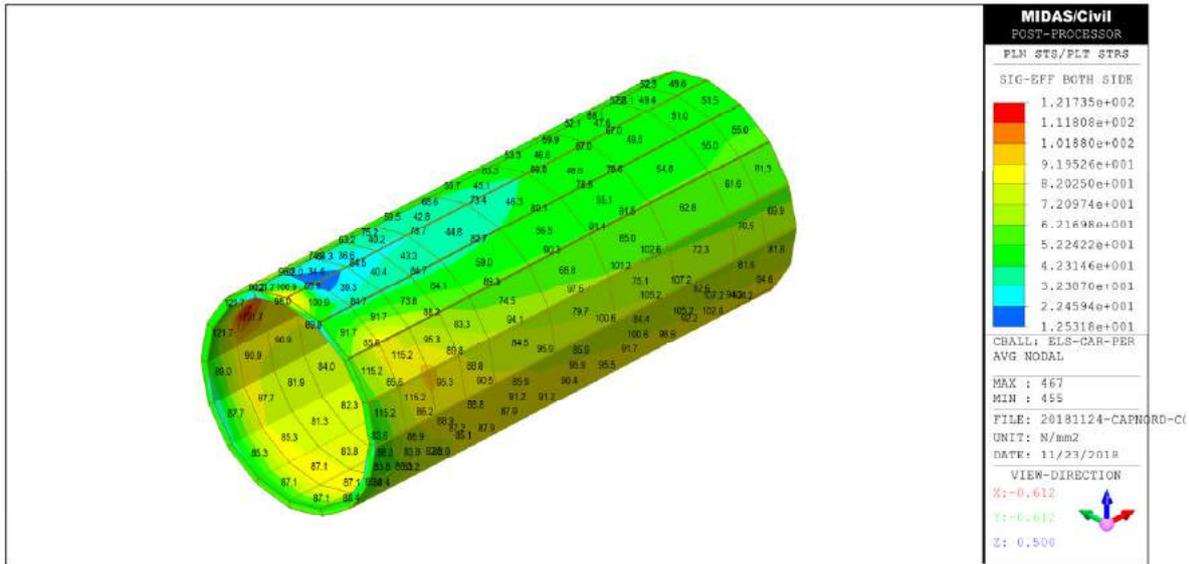


Figure 1.60 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{eff} in bottom chord (SLS)

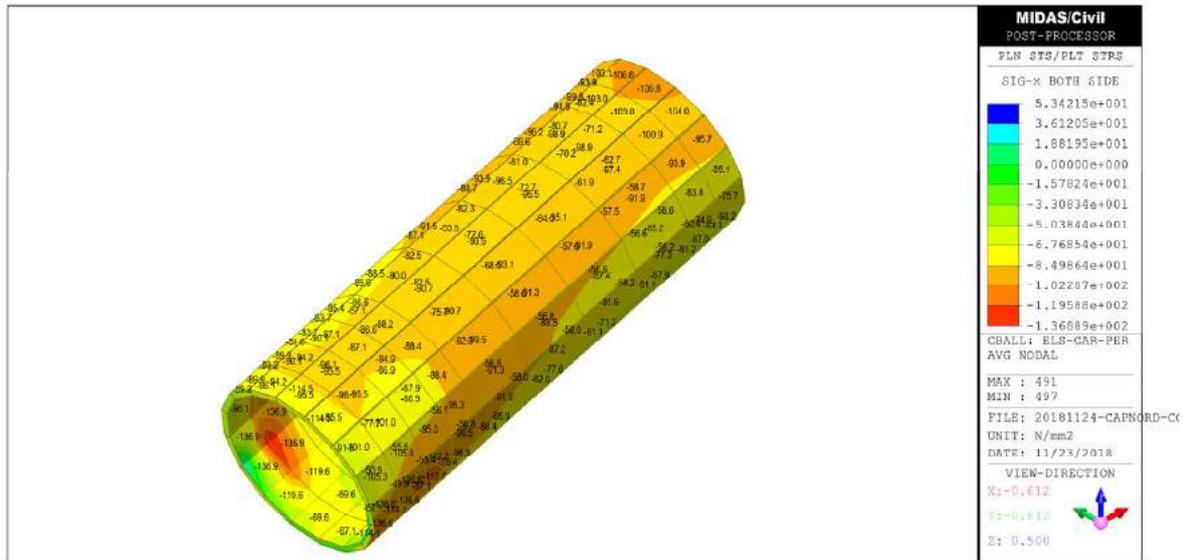


Figure 1.61 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in top chord (SLS)

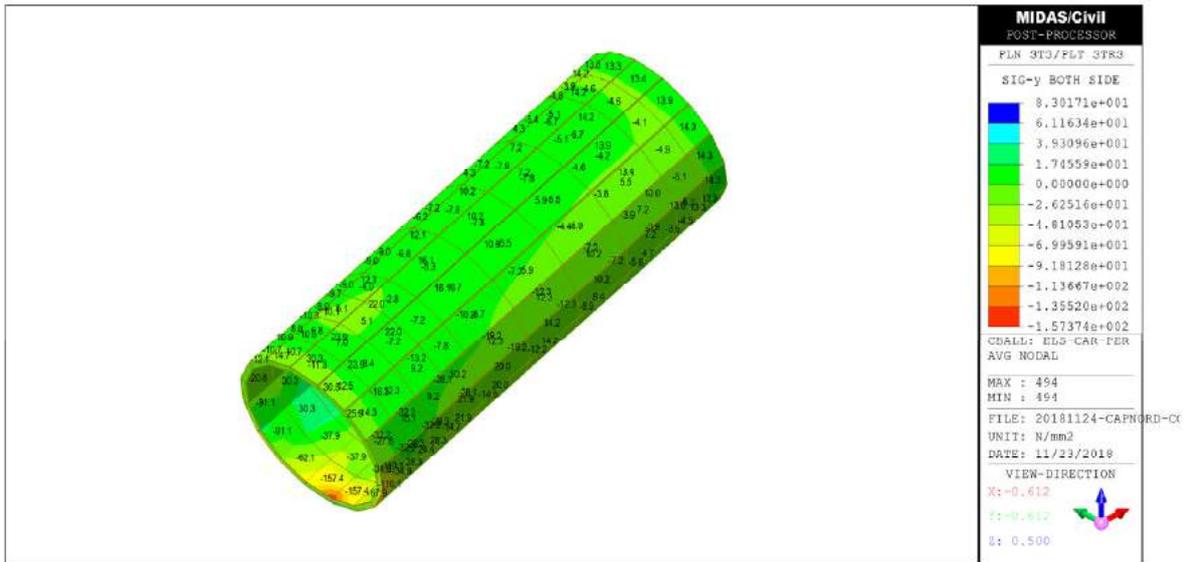


Figure 1.62 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in top chord (SLS)

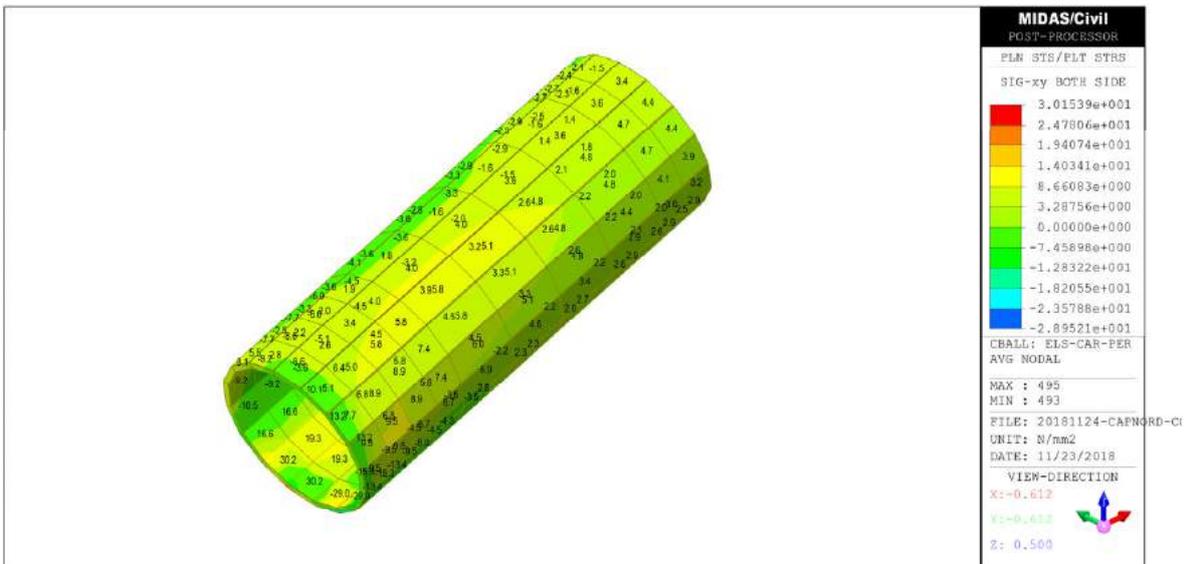


Figure 1.63 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in top chord (SLS)

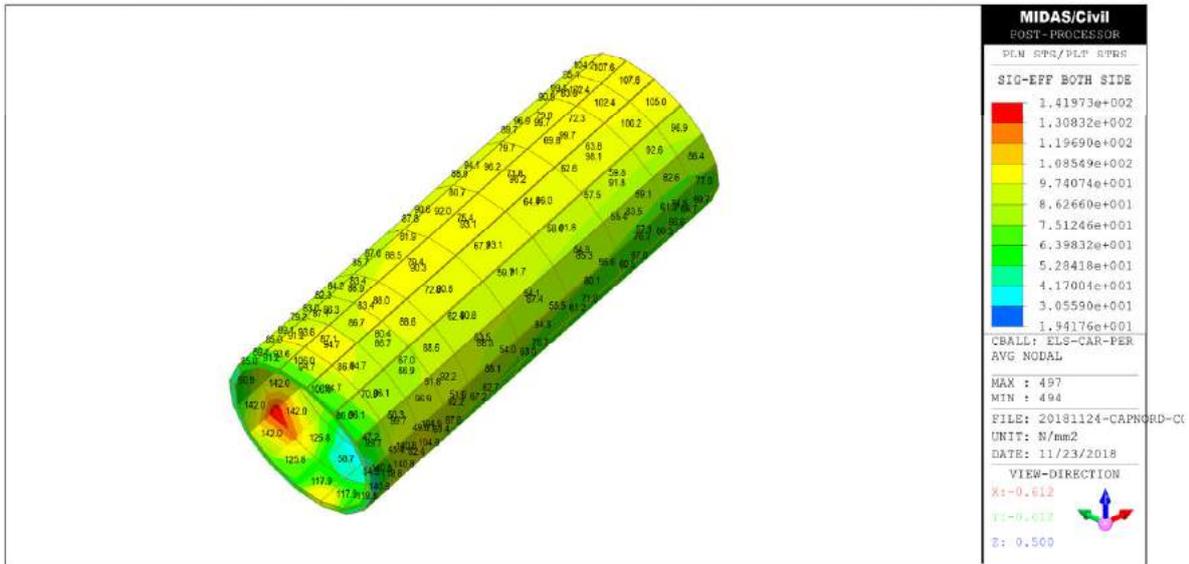


Figure 1.64 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in top chord (SLS)

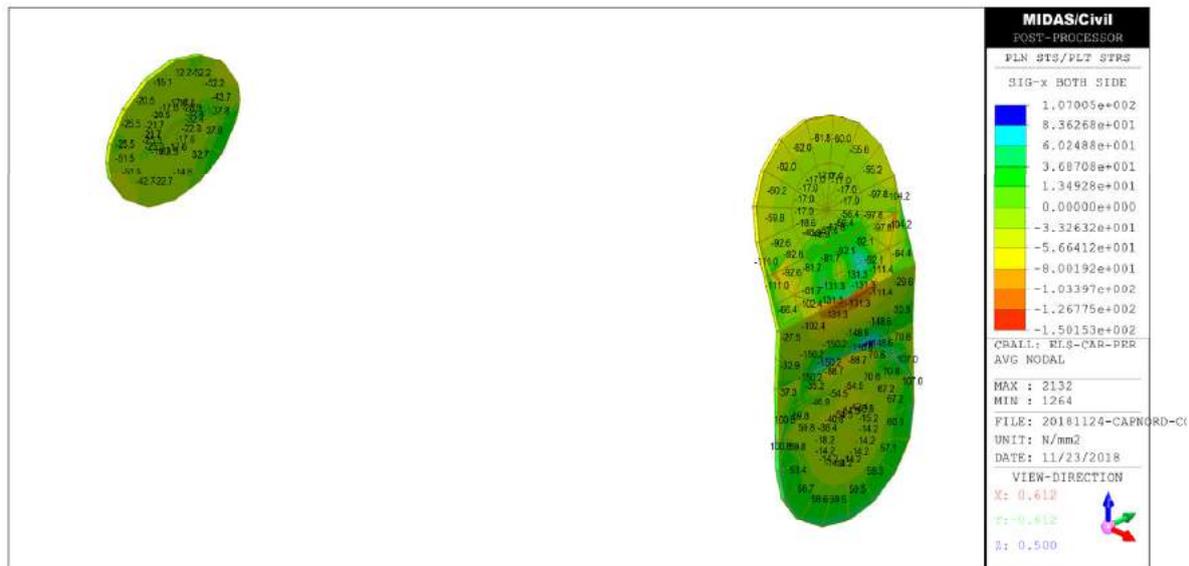


Figure 1.65 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in extremity plates (SLS)

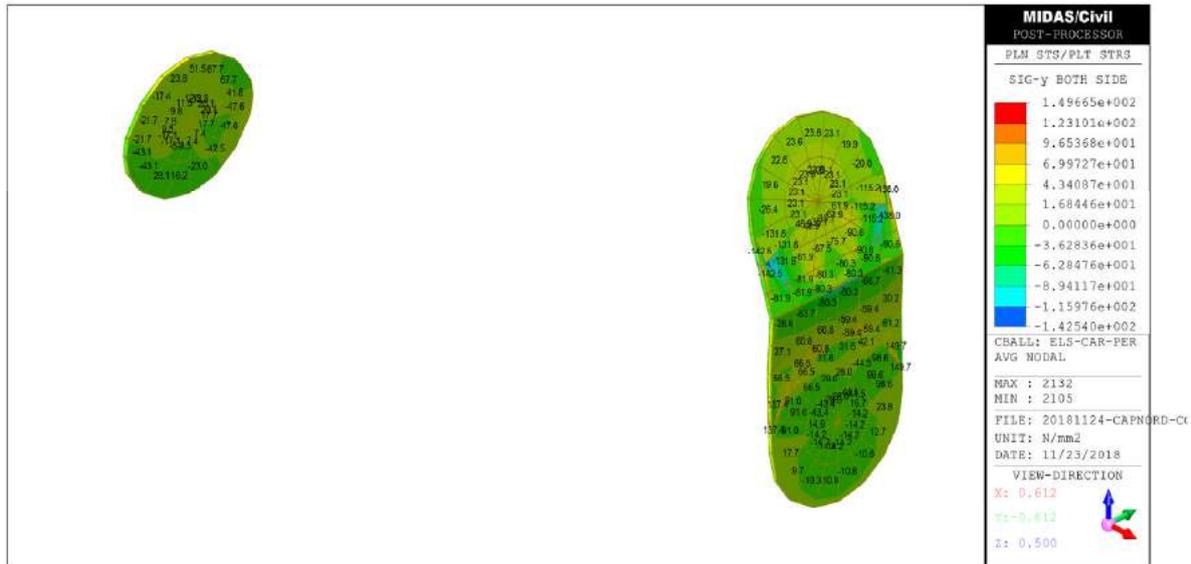


Figure 1.66 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in extremity plates (SLS)

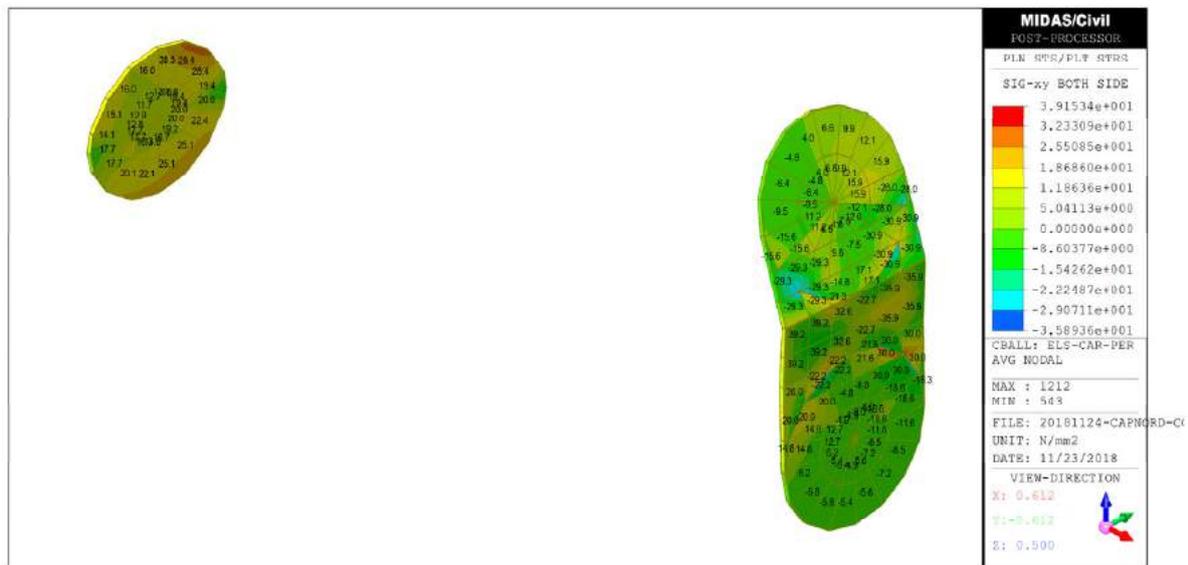


Figure 1.67 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in extremity plates (SLS)

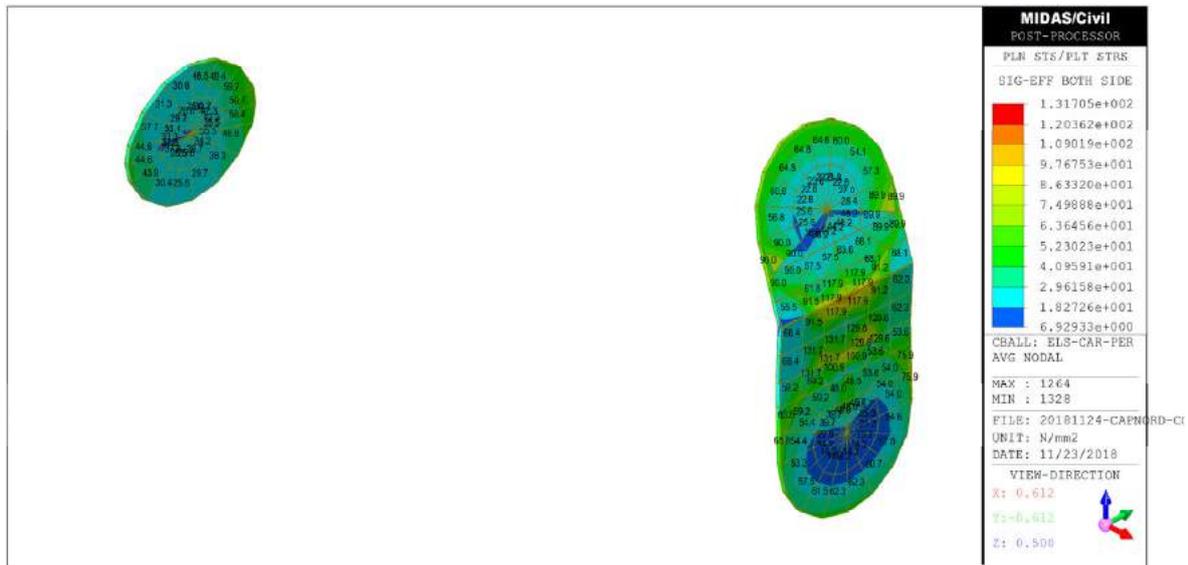


Figure 1.68 Footbridge Cap Nord – Stress σ on mises in extremity plates (SLS)

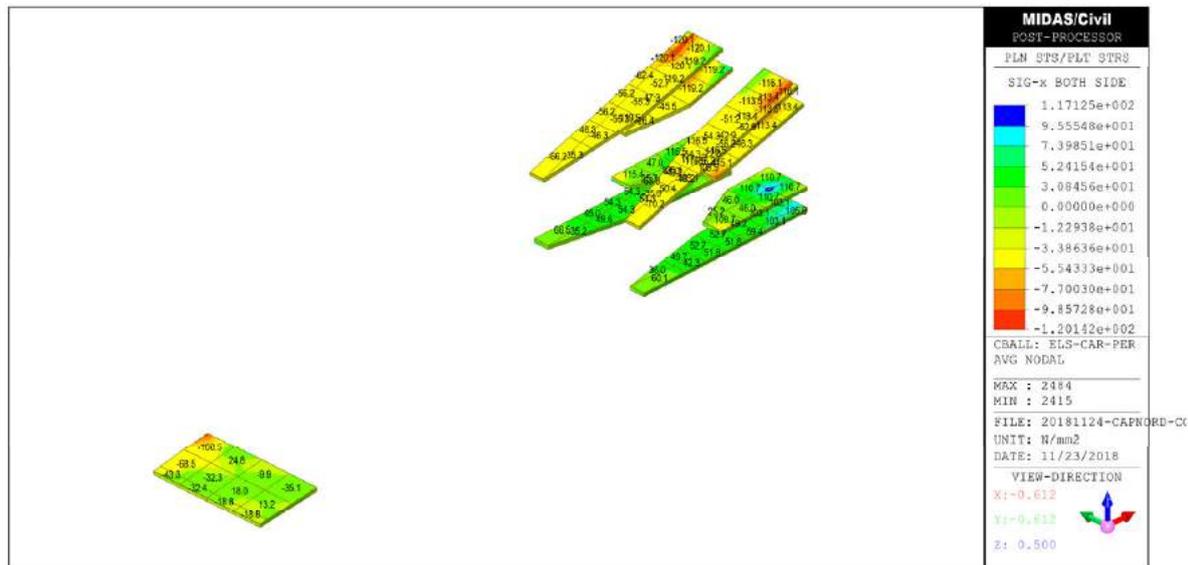


Figure 1.69 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in stiffeners plates (SLS)

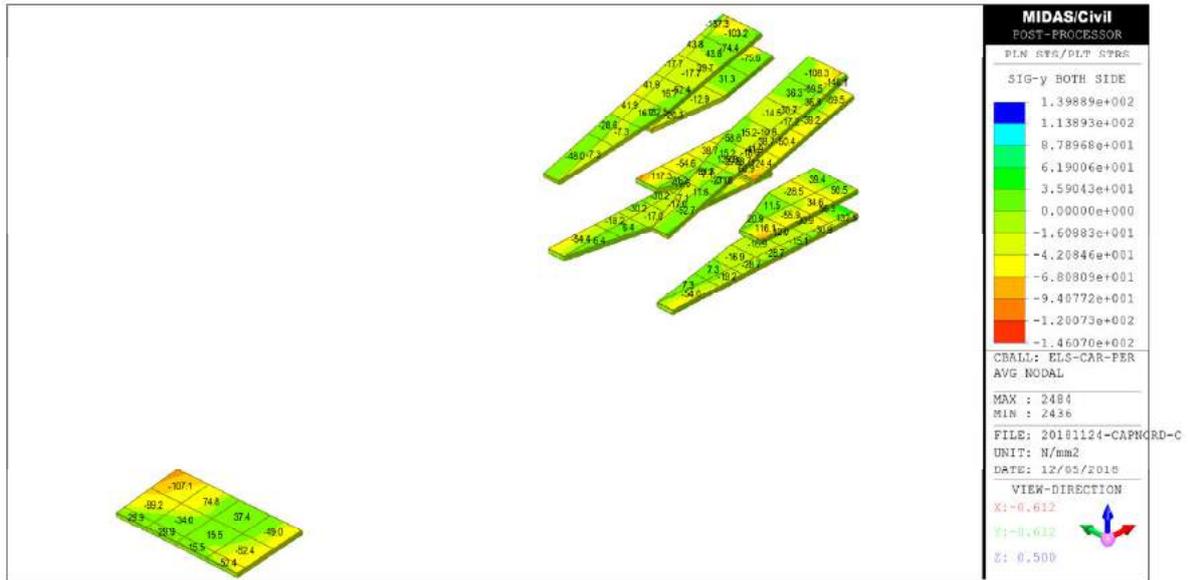


Figure 1.70 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in stiffeners plates (SLS)

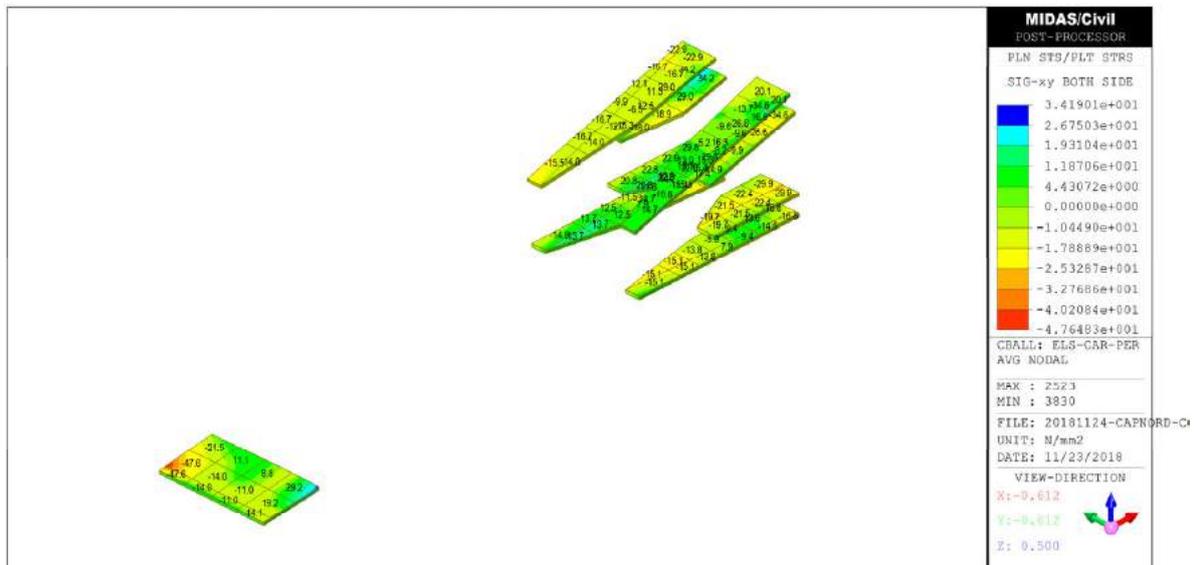


Figure 1.71 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in stiffeners plates (SLS)

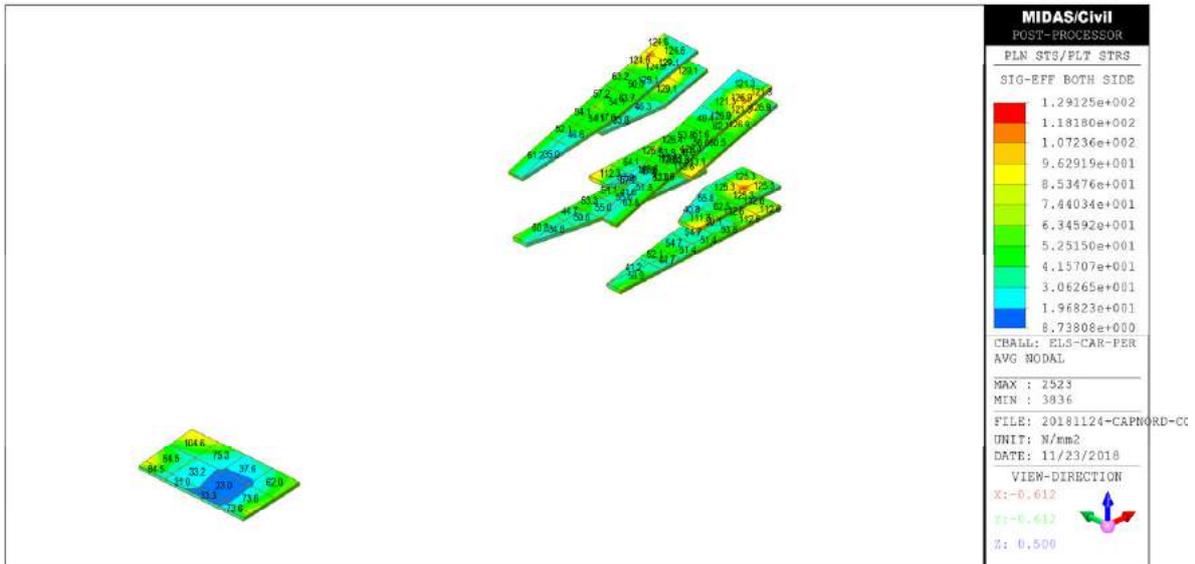


Figure 1.72 Footbridge Cap Nord – Stress omnimises in stiffeners plates (SLS)

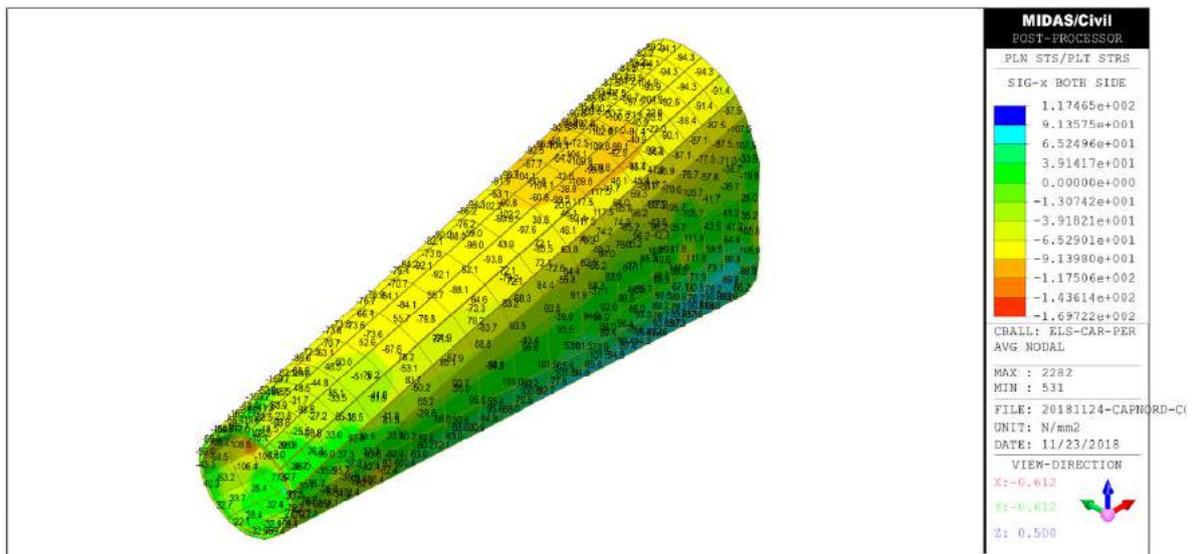


Figure 1.73 Footbridge Cap Nord – Stress ox in connection member (SLS)

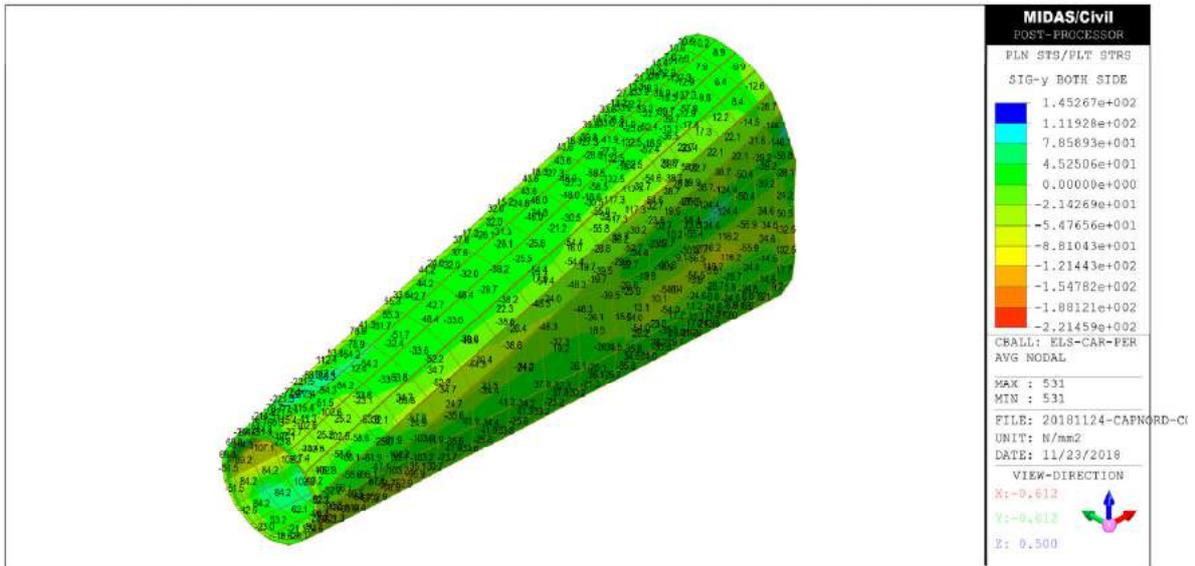


Figure 1.74 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in connection member (SLS)

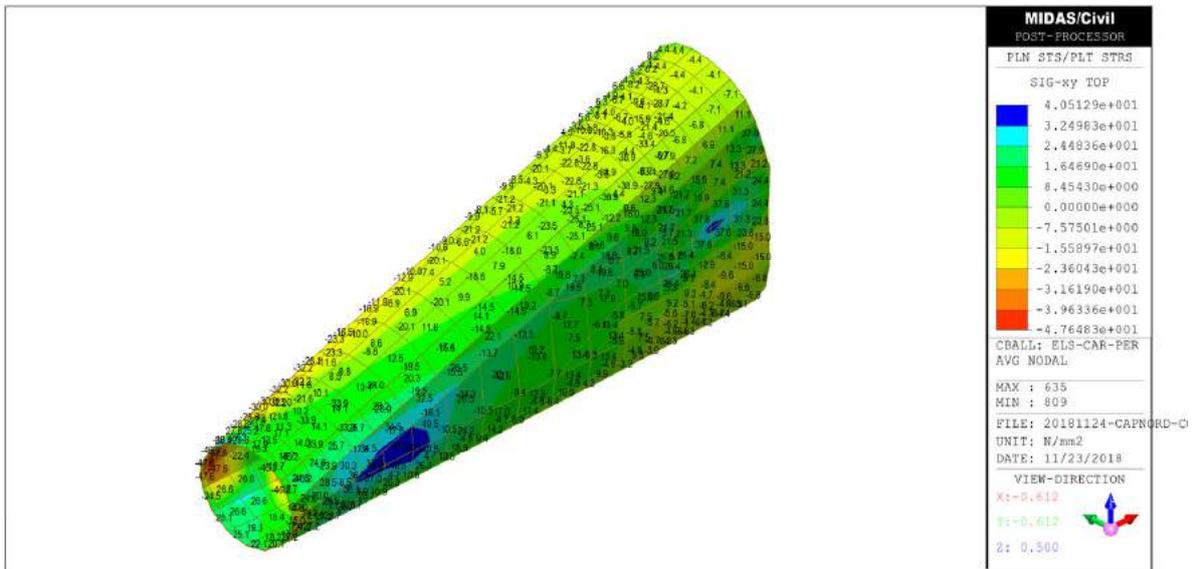


Figure 1.75 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in connection member (SLS)

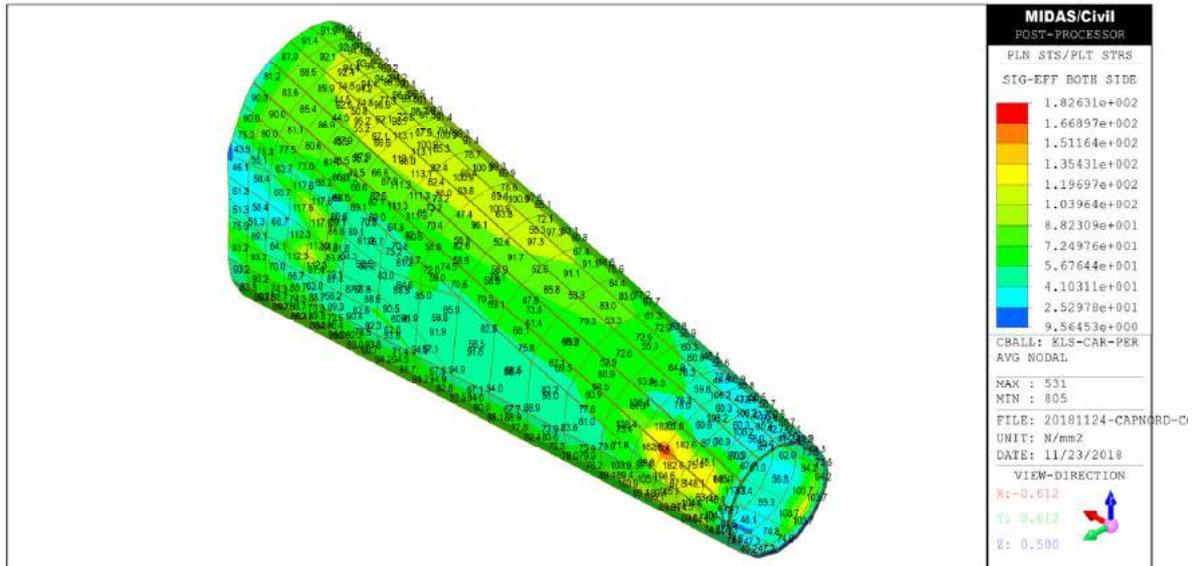


Figure 1.76 Footbridge Cap Nord – Stress σ on mises in connection member (SLS)

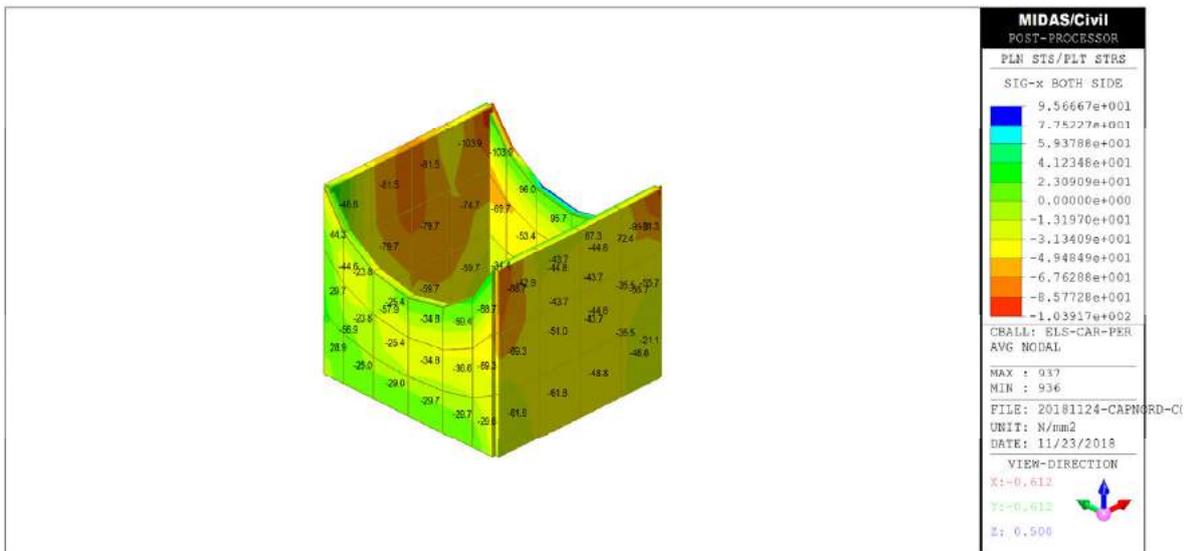


Figure 1.77 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in pedestal (SLS)

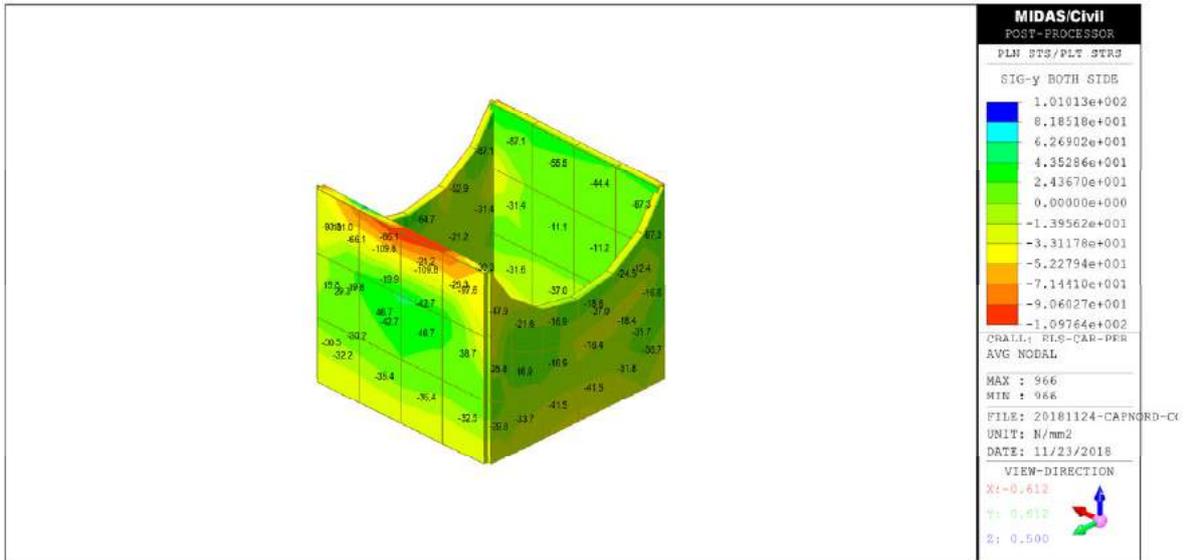


Figure 1.78 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in pedestal (SLS)

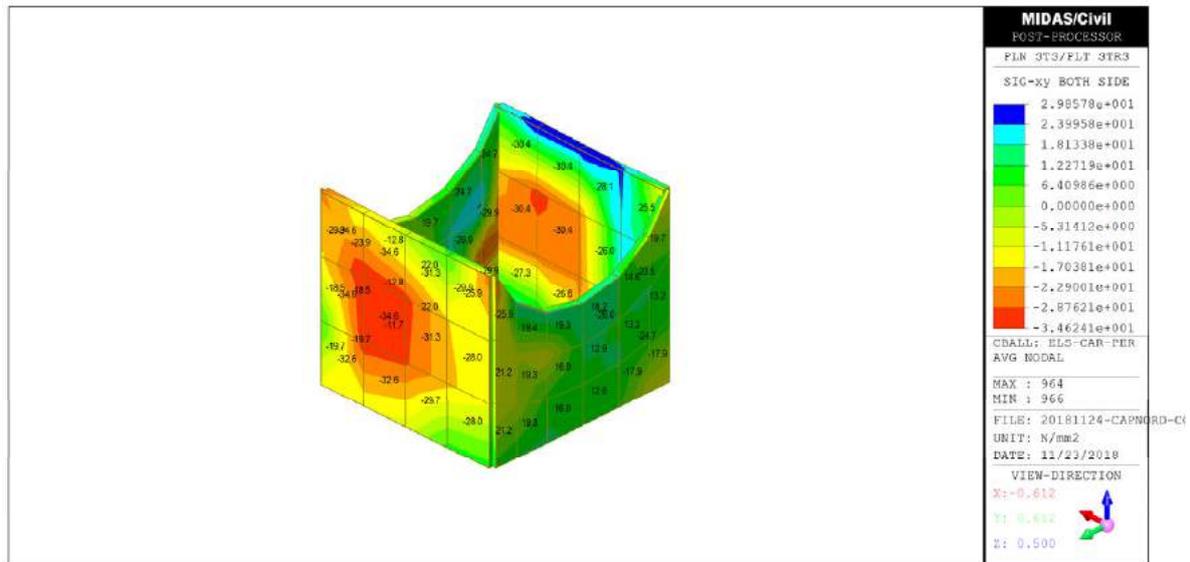


Figure 1.79 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in pedestal (SLS)

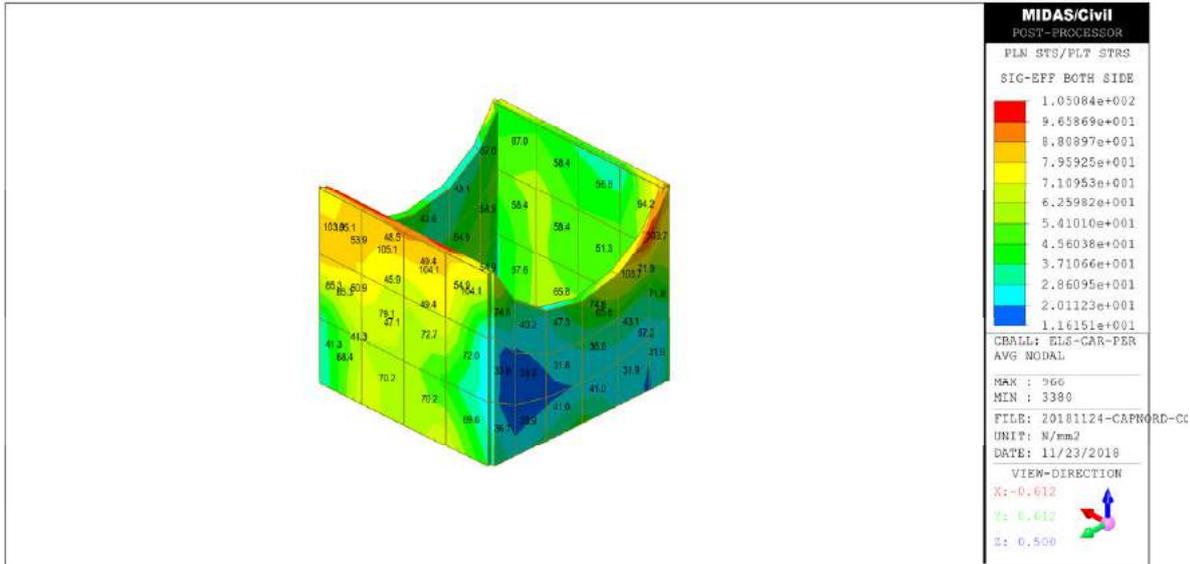


Figure 1.80 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in pedestal (SLS)

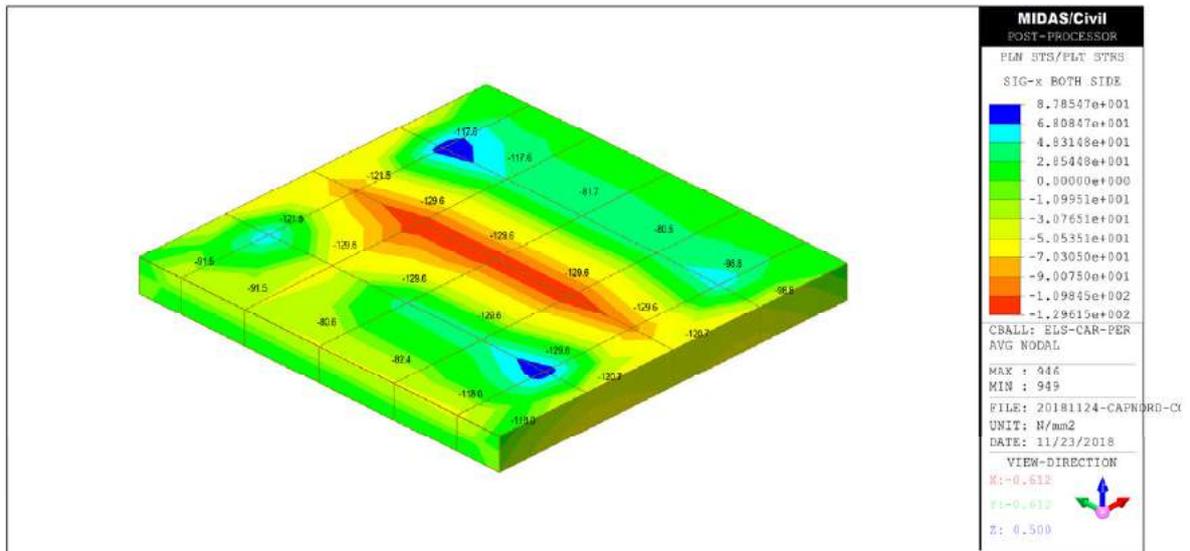


Figure 1.81 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in bearing plate (SLS)

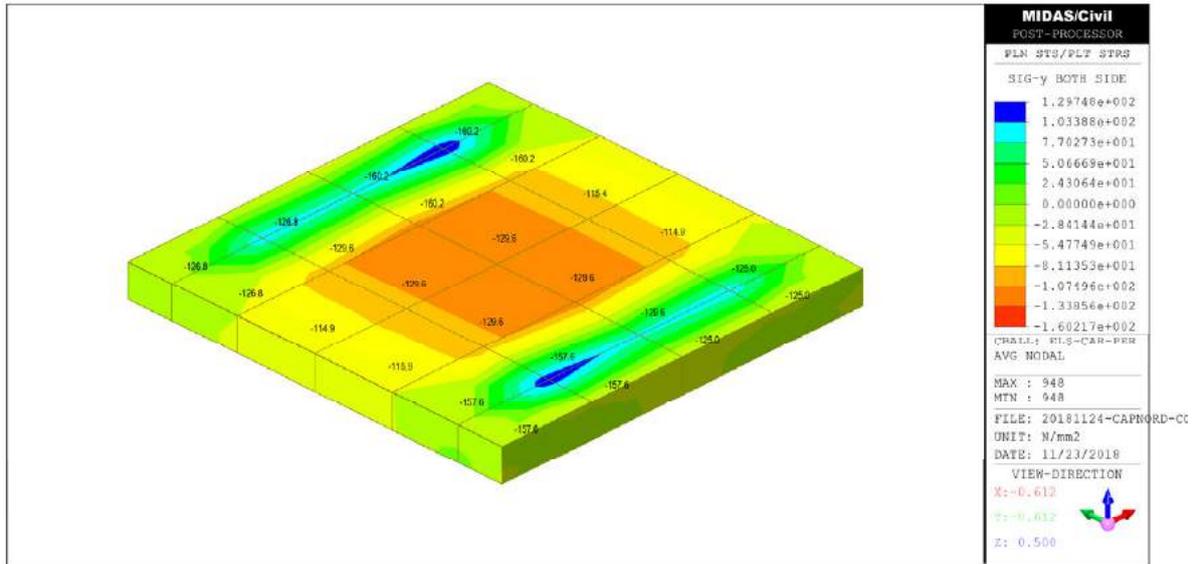


Figure 1.82 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bearing plate (SLS)

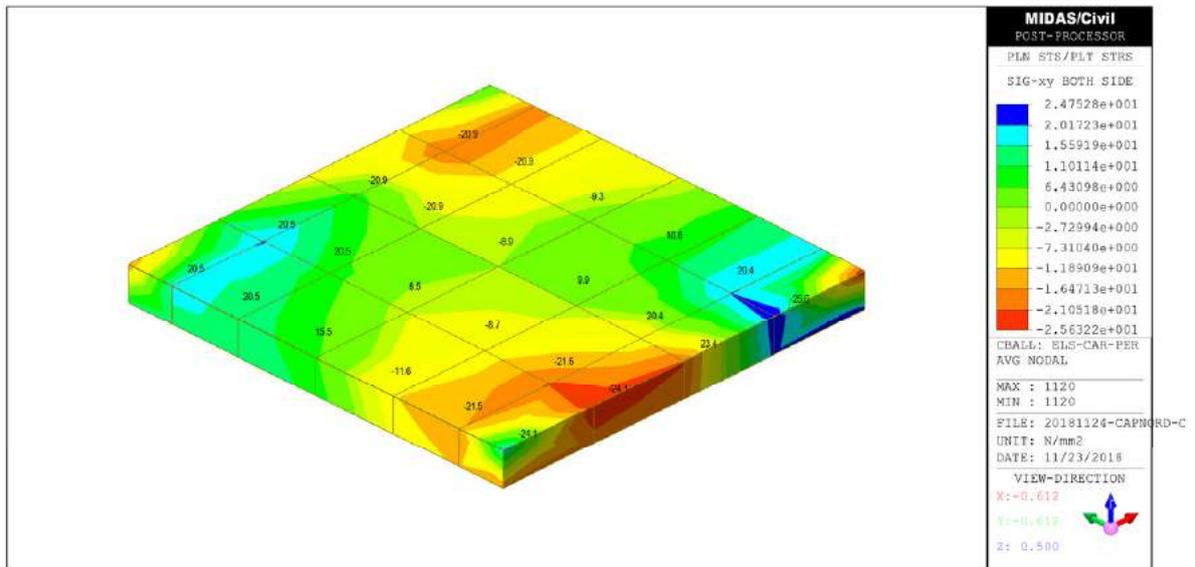


Figure 1.83 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{xy} in bearing plate (SLS)

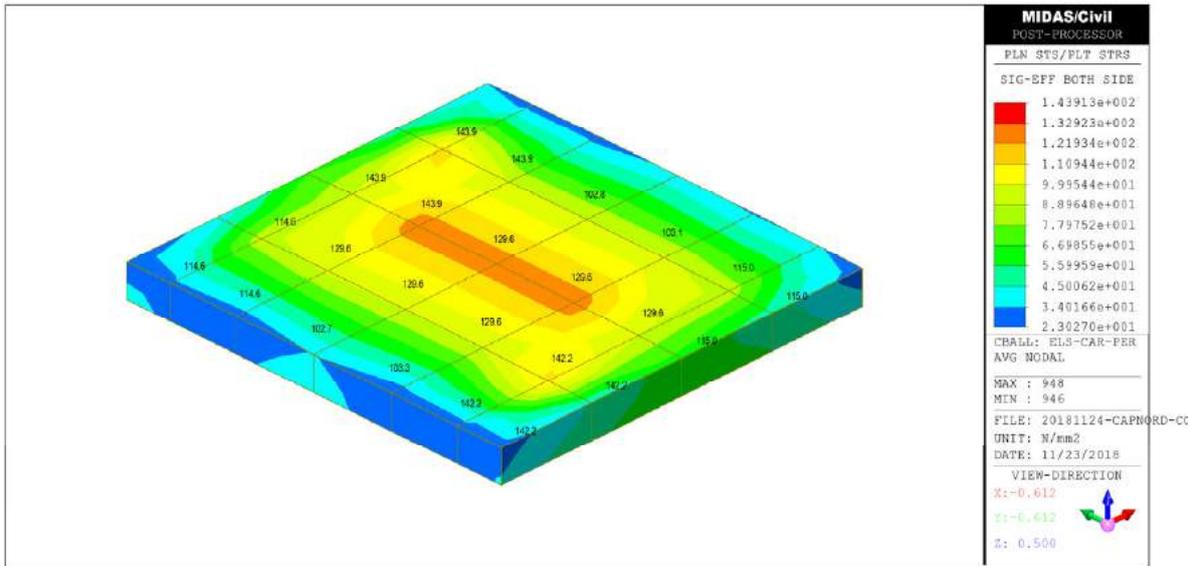


Figure 1.84 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{nom} in bearing plate (SLS)

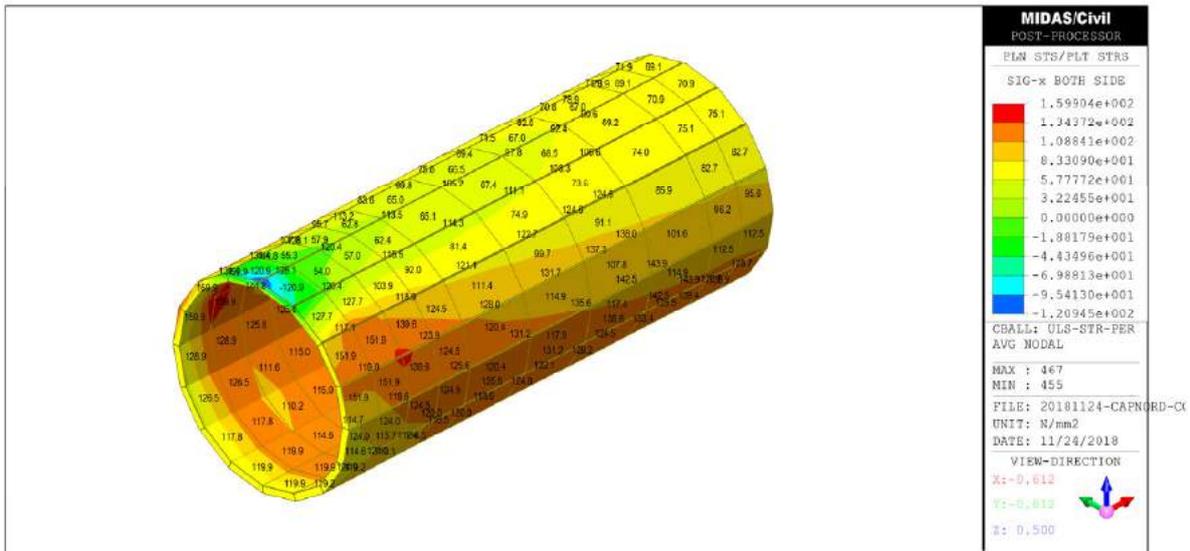


Figure 1.85 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in bottom chord (ULS)

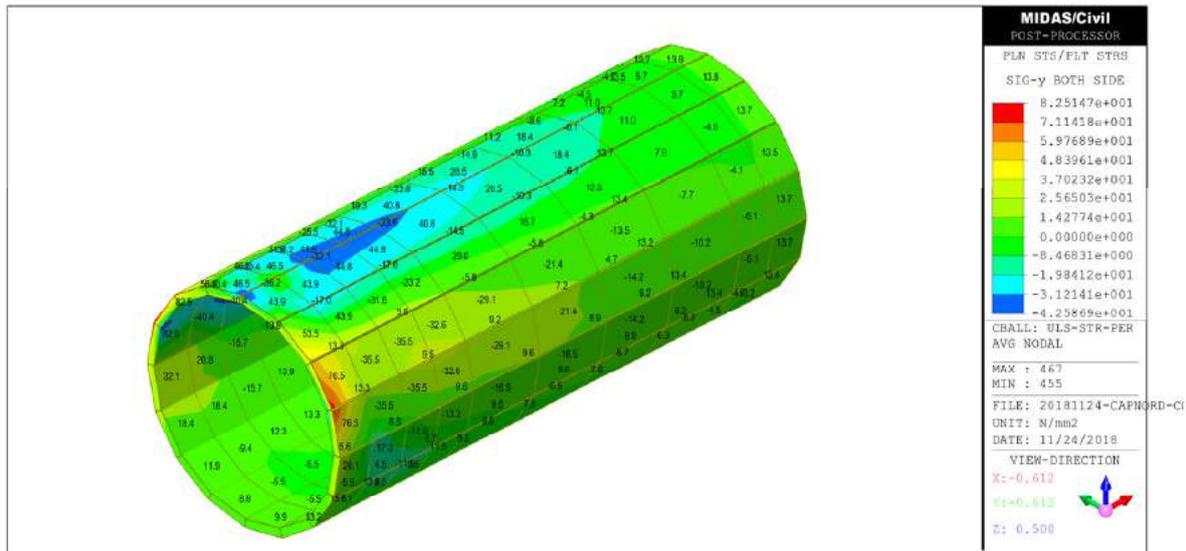


Figure 1.86 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bottom chord (ULS)

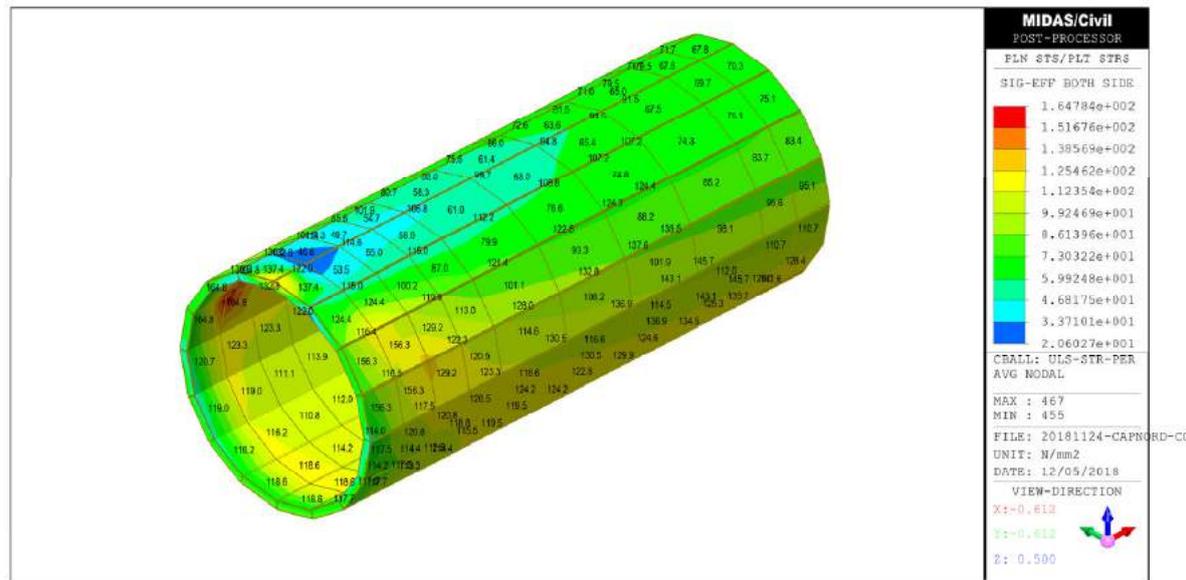


Figure 1.87 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{omn} in bottom chord (ULS)

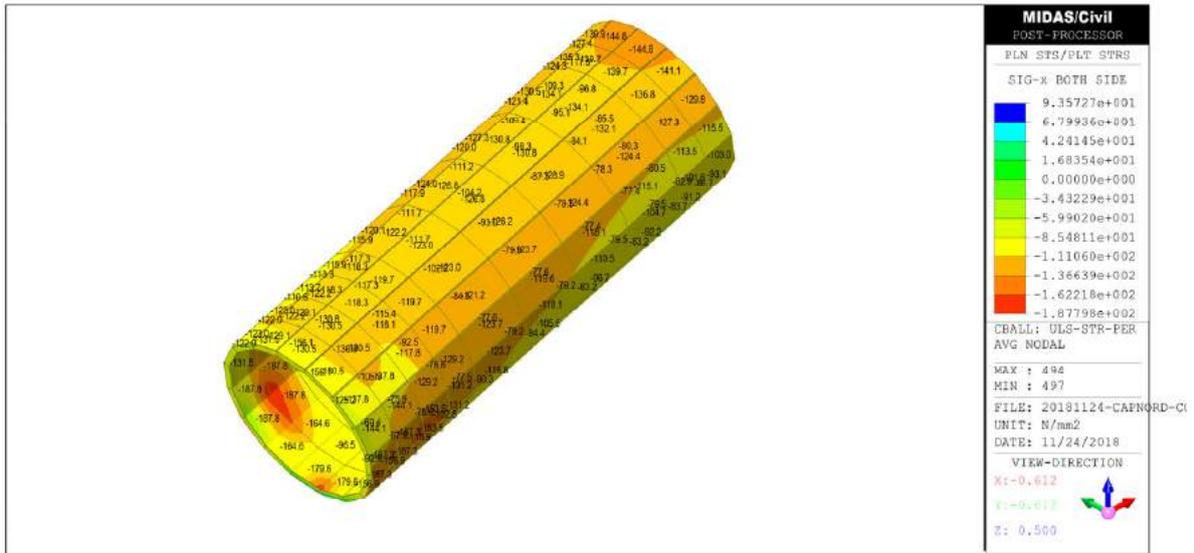


Figure 1.88 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in top chord (ULS)

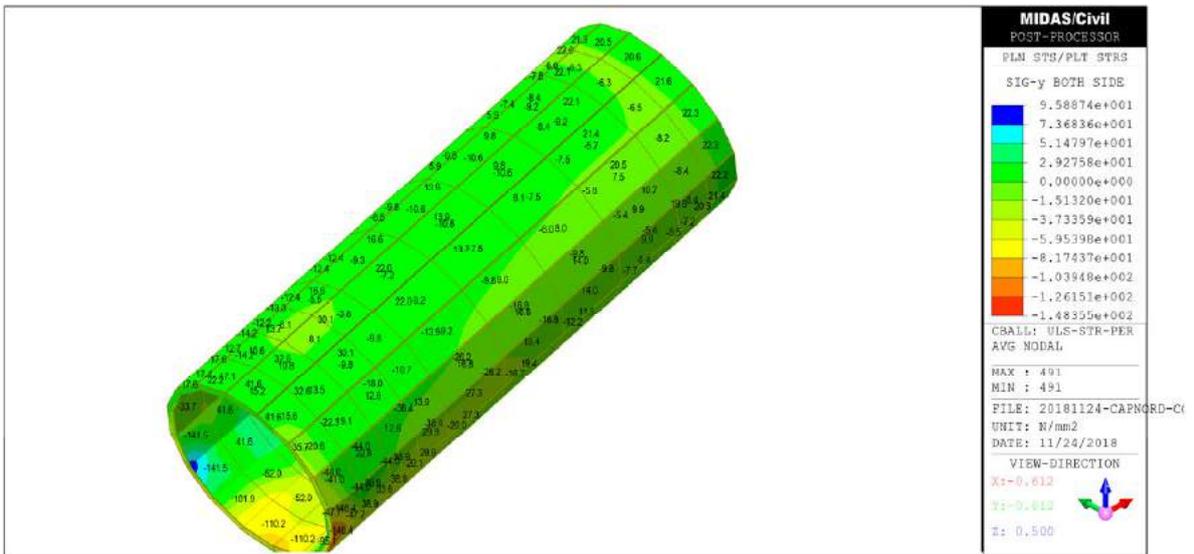


Figure 1.89 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in top chord (ULS)

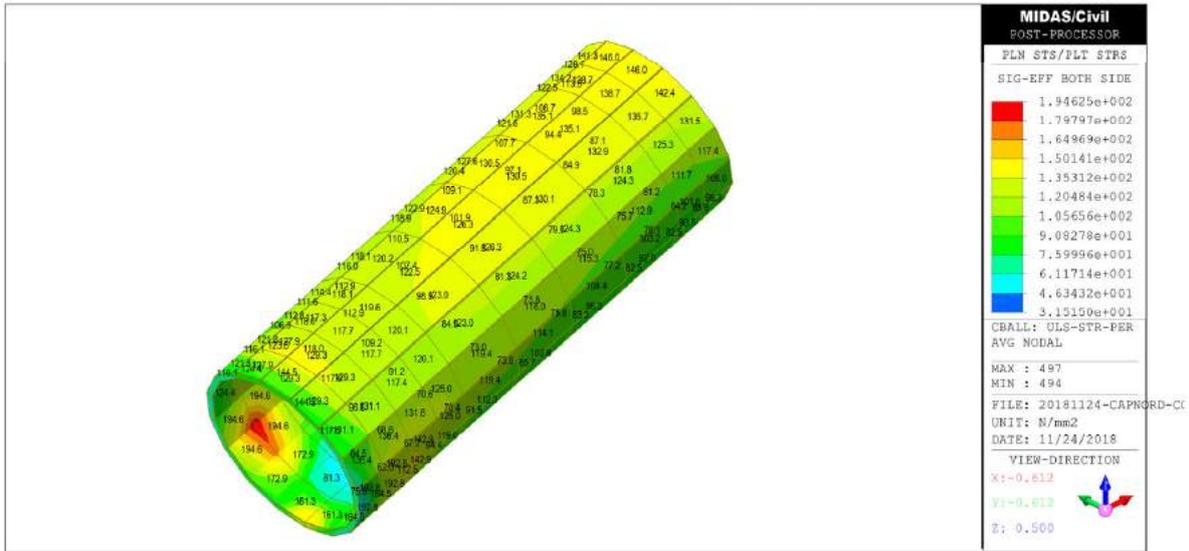


Figure 1.90 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in top chord (ULS)

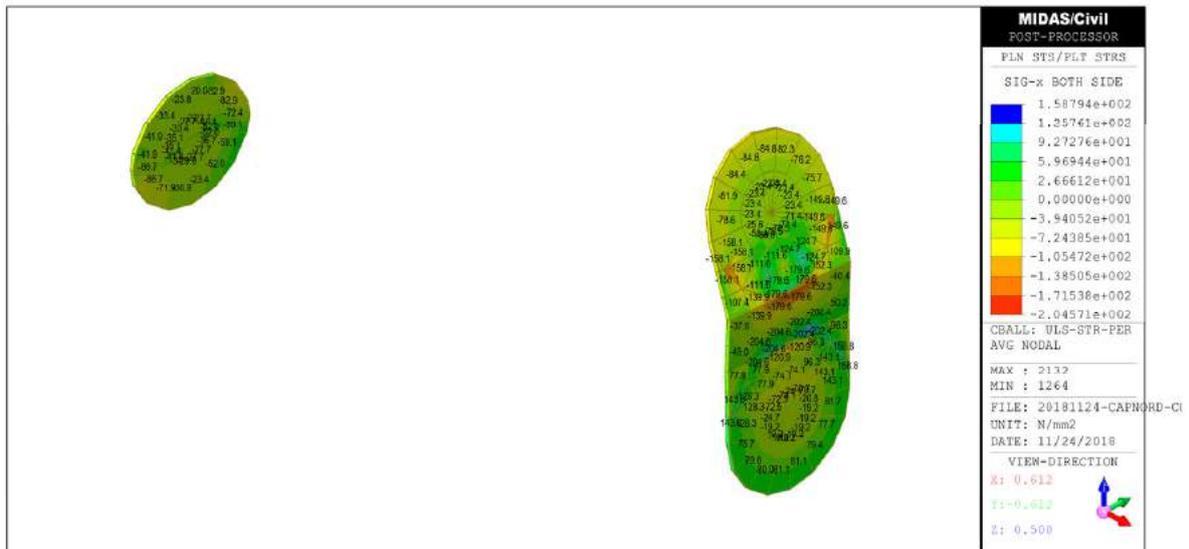


Figure 1.91 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in extremity plates (ULS)

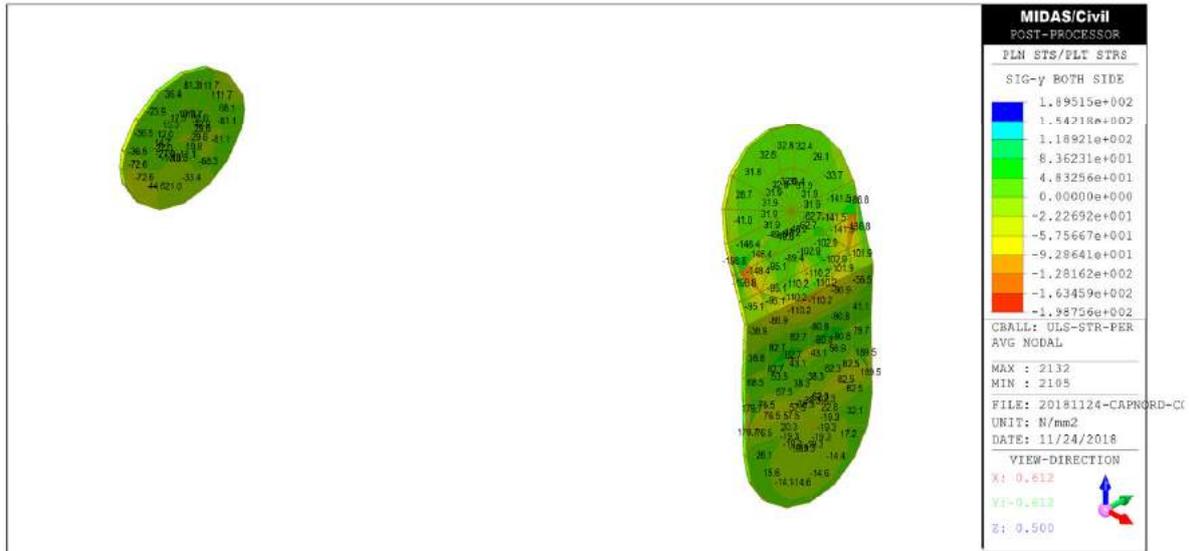


Figure 1.92 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in extremity plates (ULS)

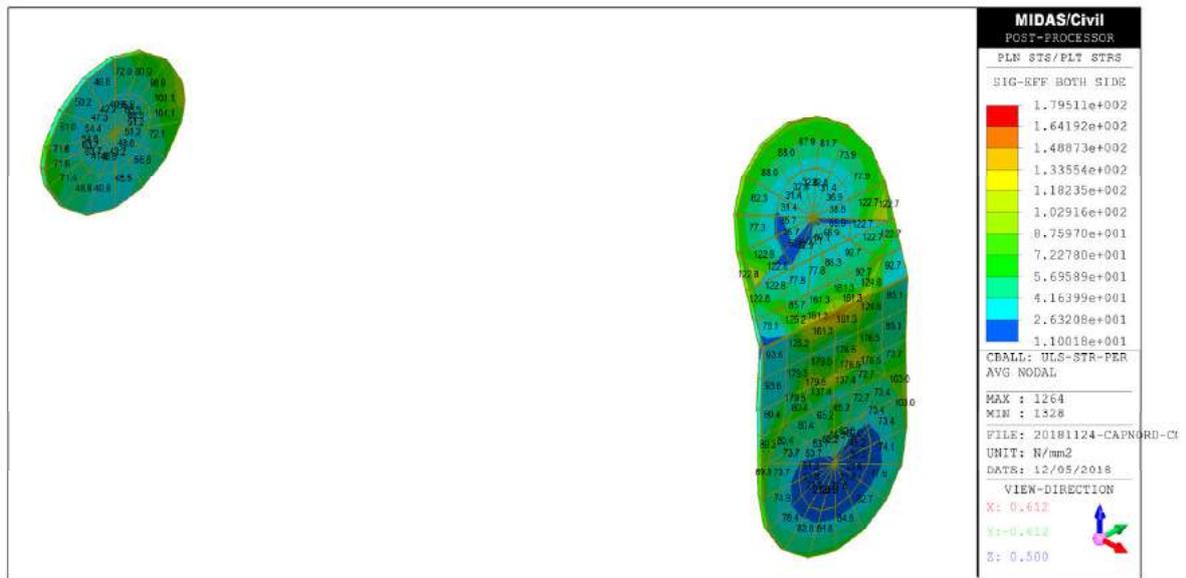


Figure 1.93 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in extremity plates (ULS)

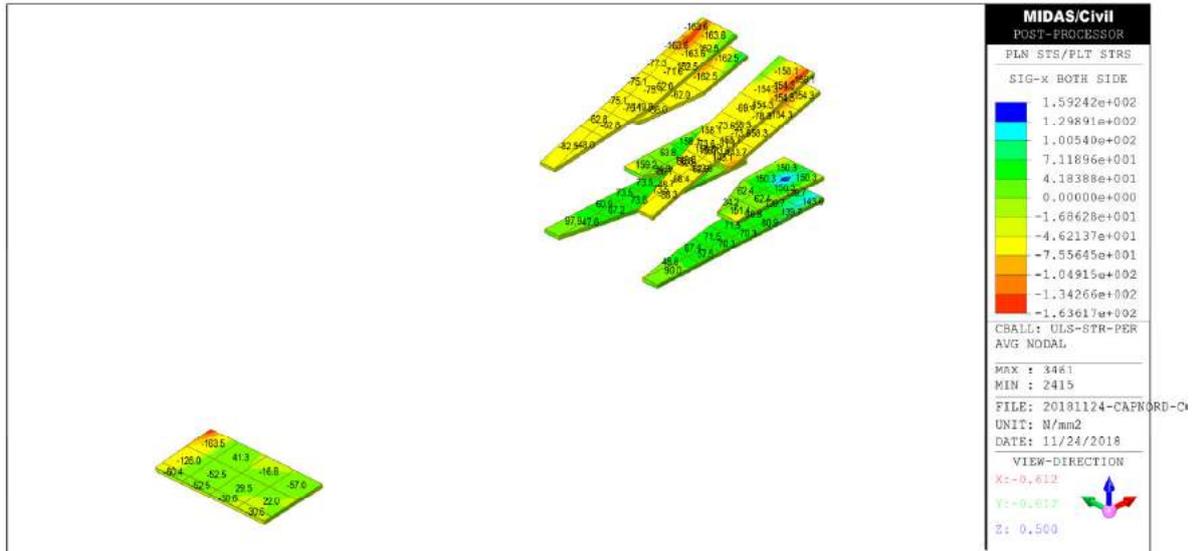


Figure 1.94 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in stiffeners (ULS)

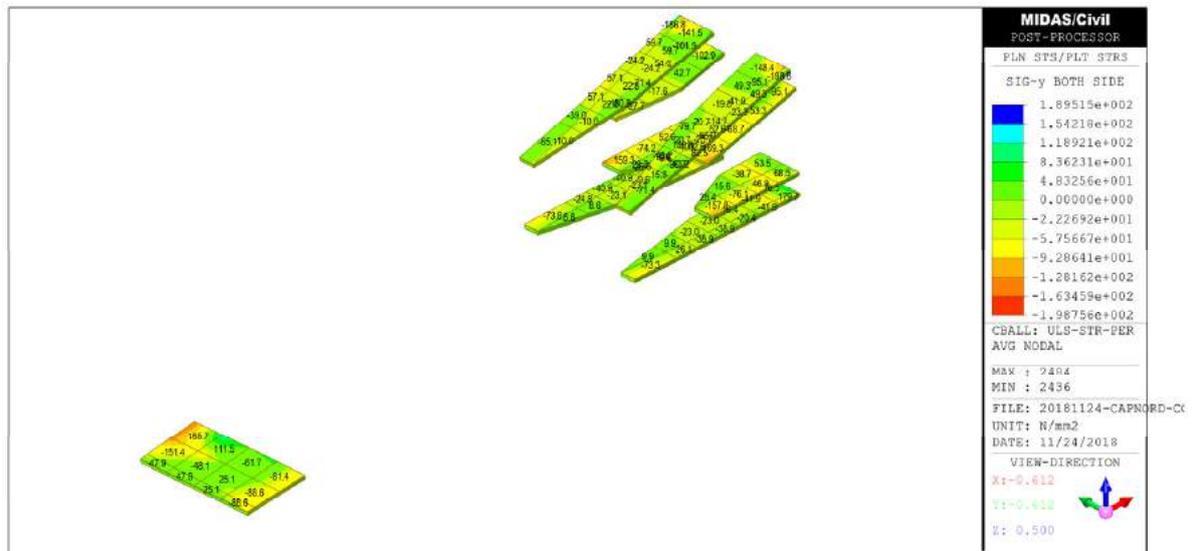


Figure 1.95 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in stiffeners (ULS)

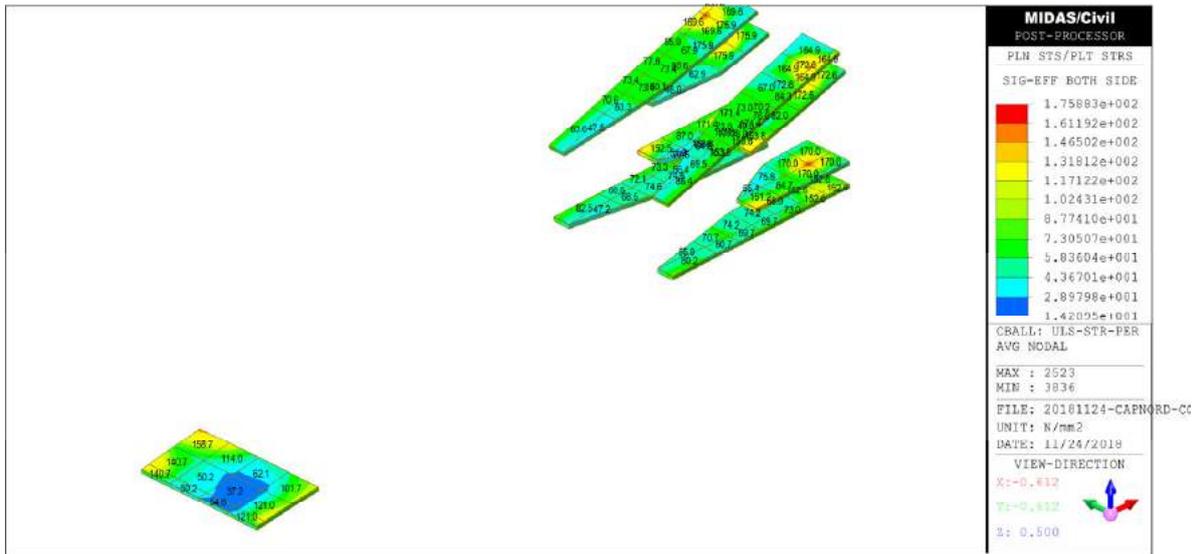


Figure 1.96 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{onmises} in stiffeners (ULS)

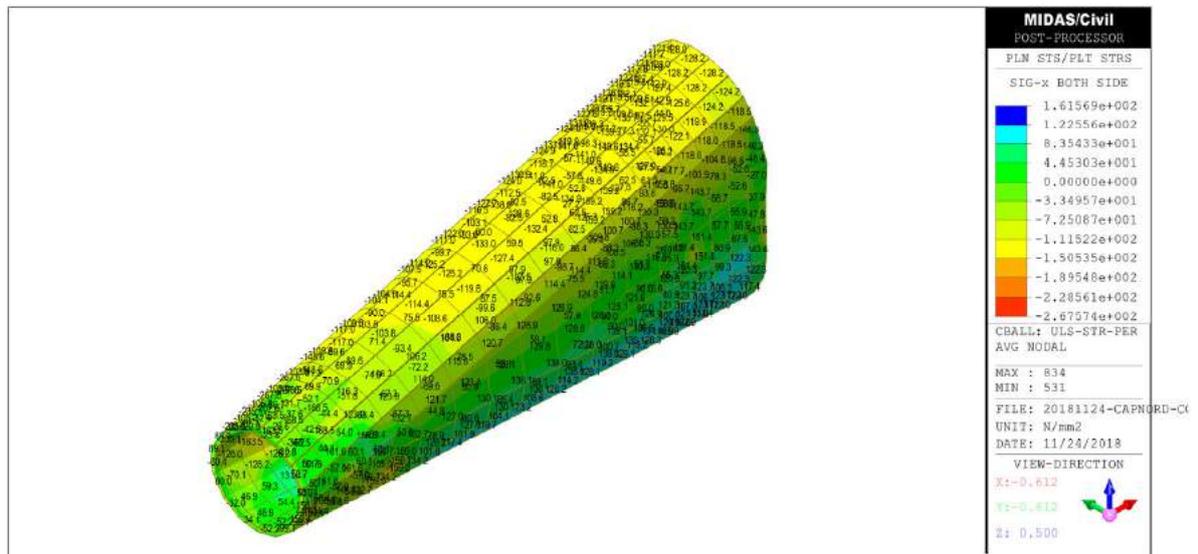


Figure 1.97 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in connection member (ULS)

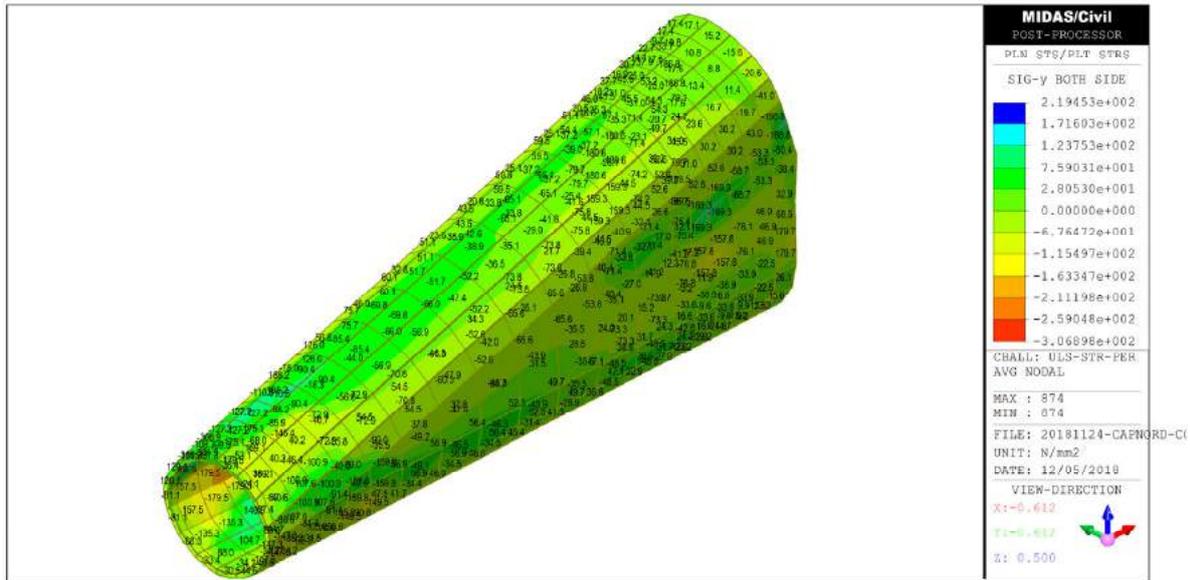


Figure 1.98 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in connection member (ULS)

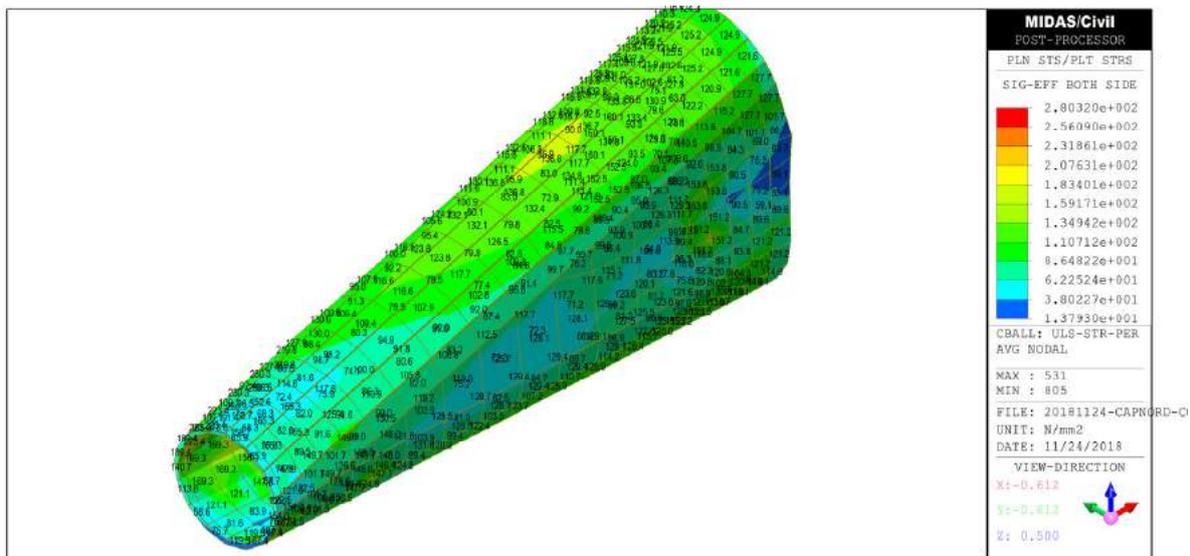


Figure 1.99 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in connection member (ULS)

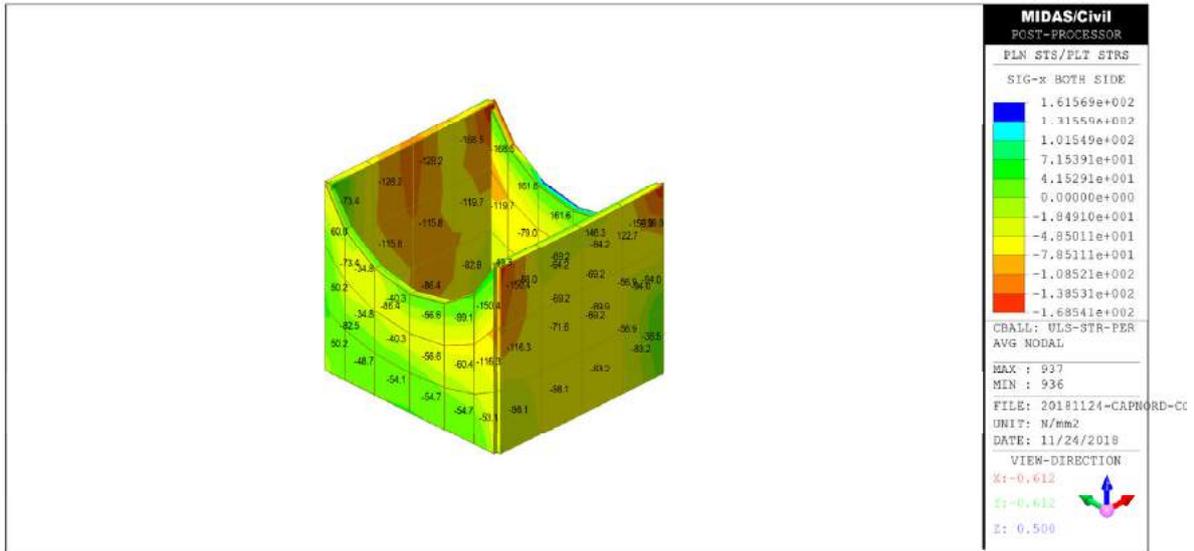


Figure 1.100 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in pedestal (ULS)

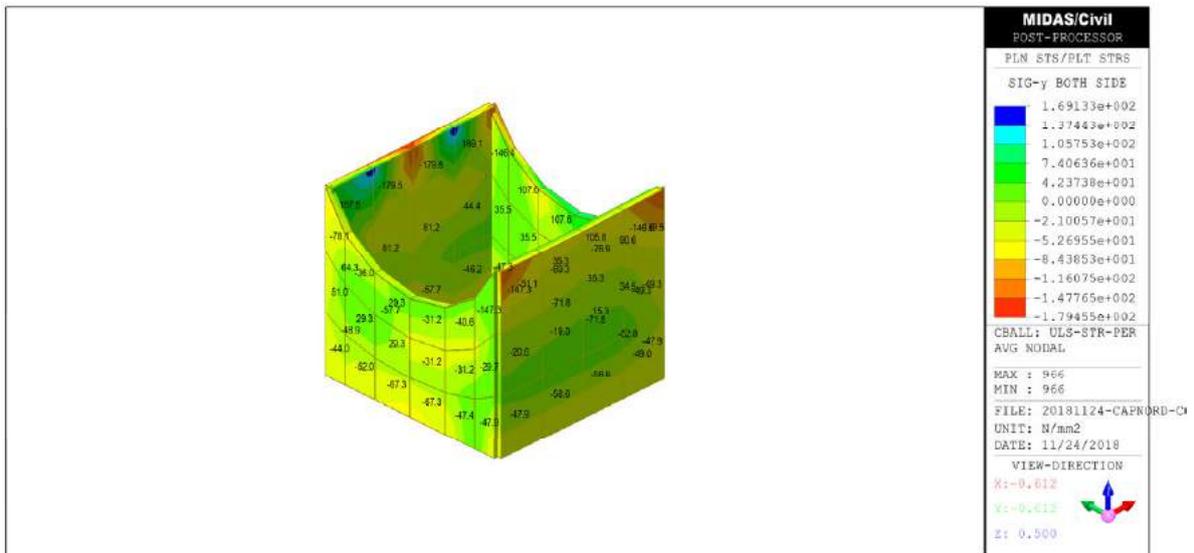


Figure 1.101 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in pedestal (ULS)

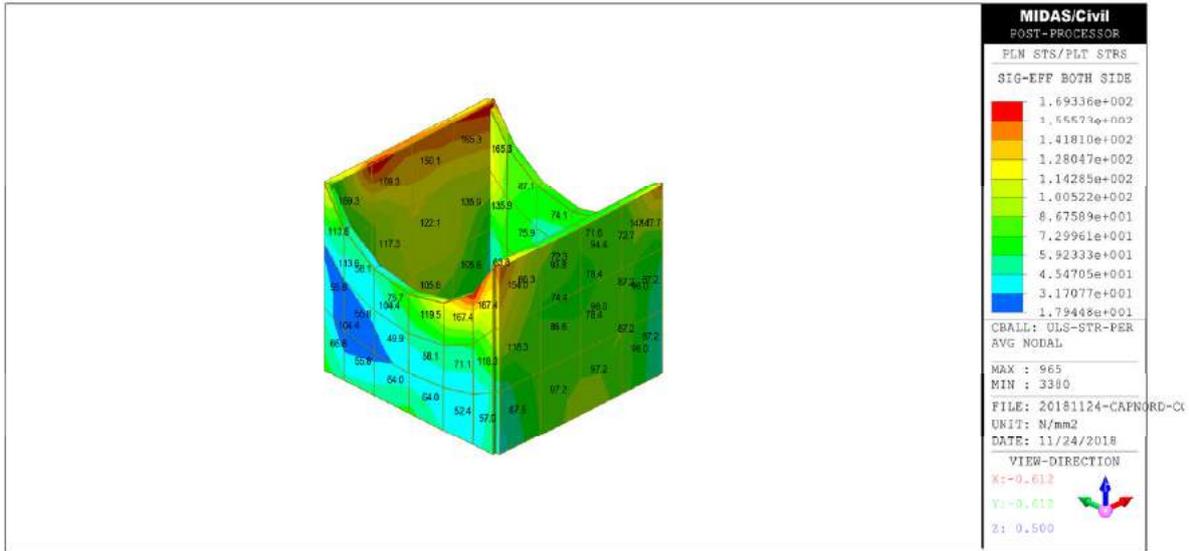


Figure 1.102 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in pedestal (ULS)

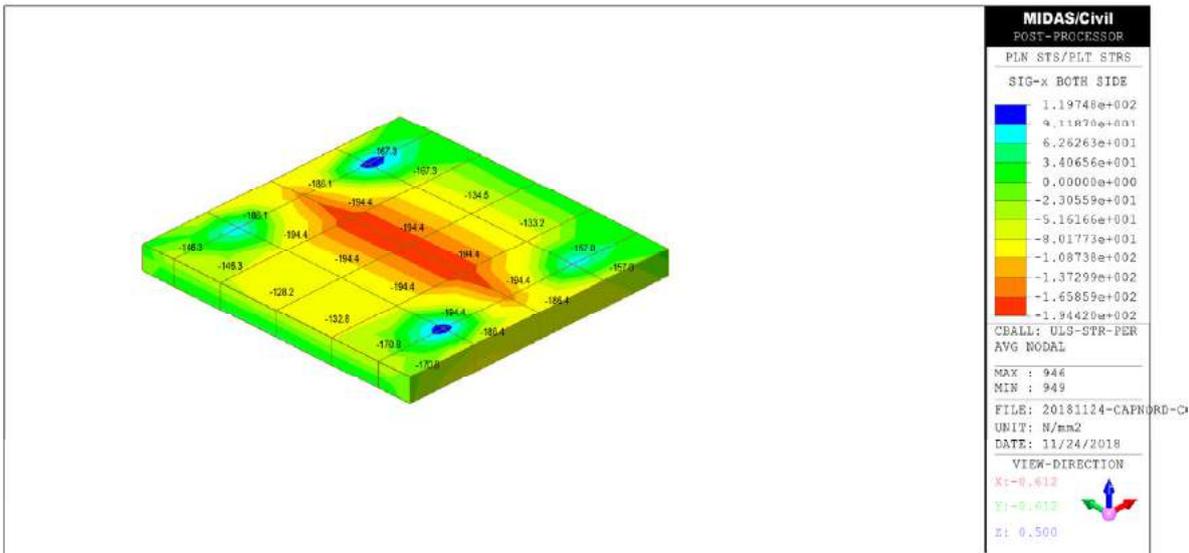


Figure 1.103 Footbridge Cap Nord – Stress σ_x in bearing plate (ULS)

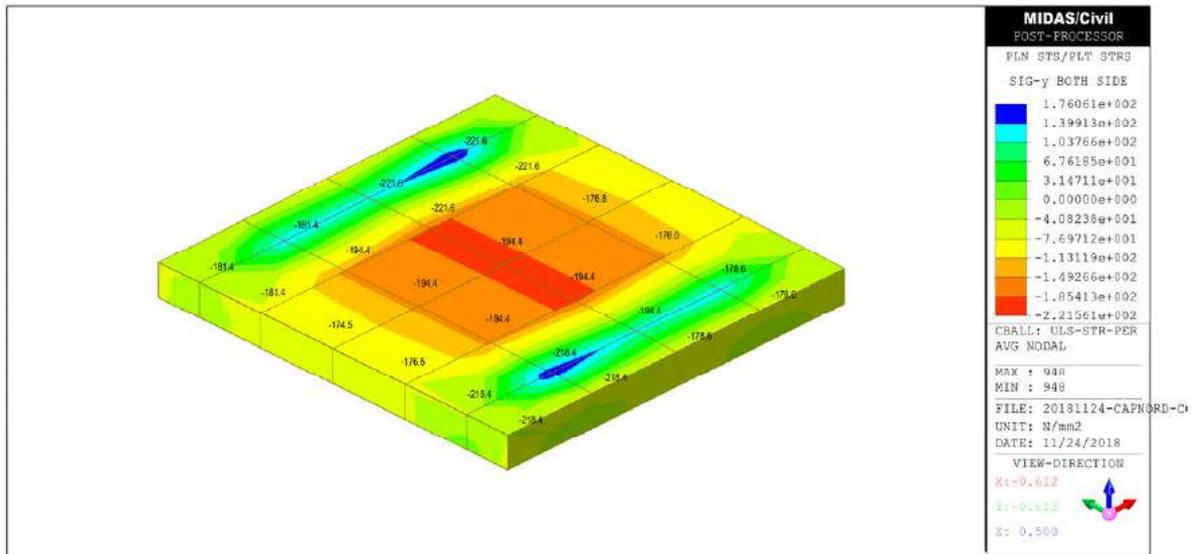


Figure 1.104 Footbridge Cap Nord – Stress σ_y in bearing plate (ULS)

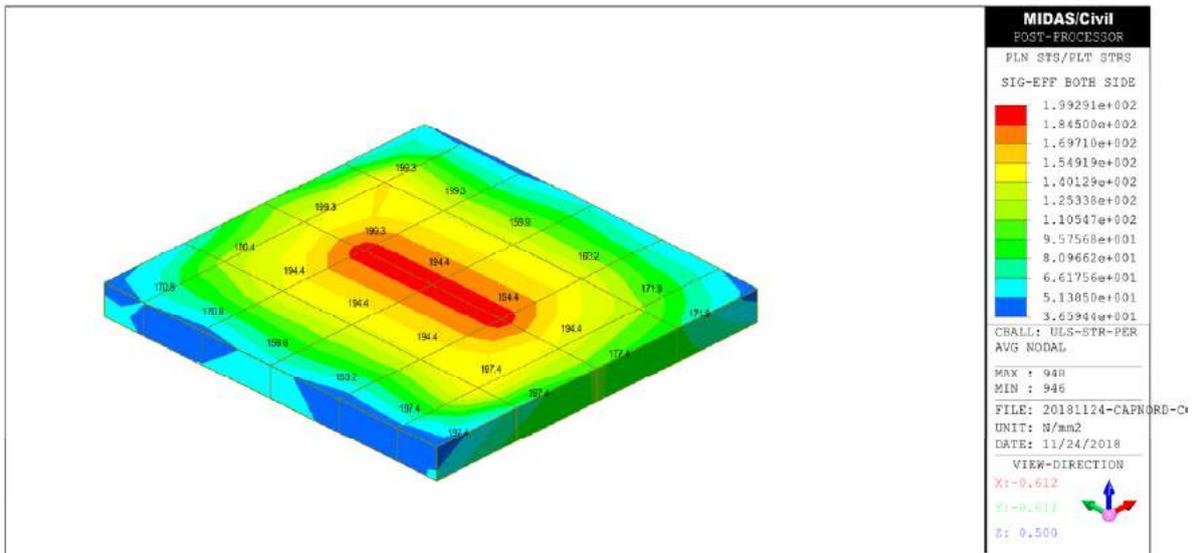


Figure 1.105 Footbridge Cap Nord – Stress σ_{vonmises} in bearing plate (ULS)

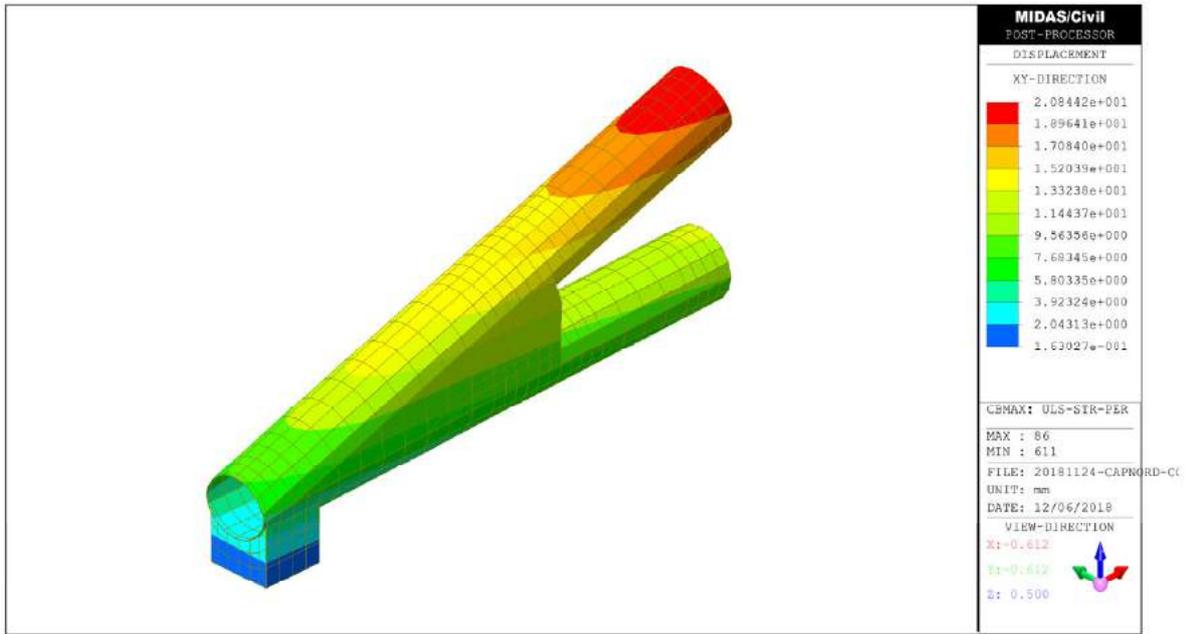


Figure 1.106 Footbridge Cap Nord – Maximum displacement at ULS (1/2)

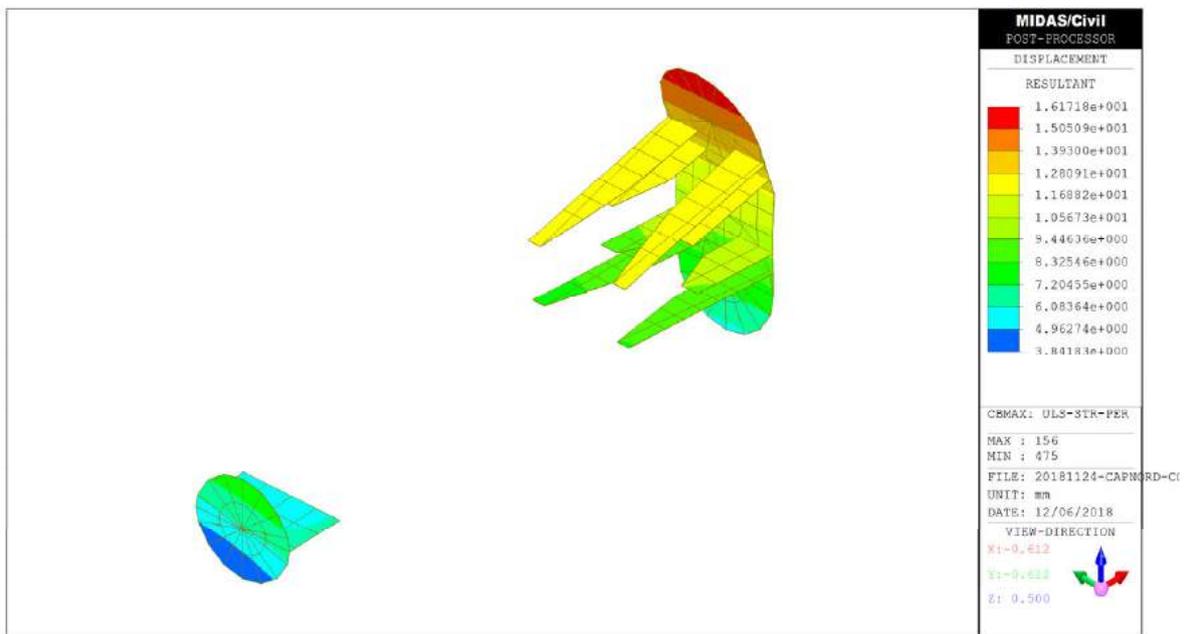


Figure 1.107 Footbridge Cap Nord - Maximum displacement at ULS (2/2)

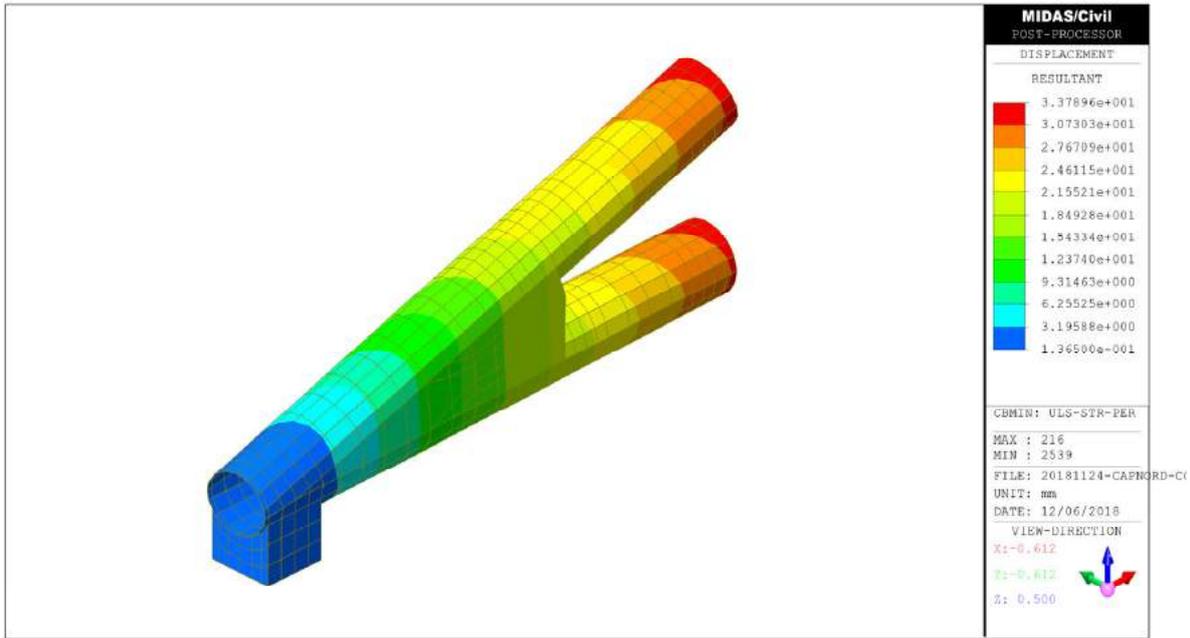


Figure 1.108 Footbridge Cap Nord – Minimum displacement at ULS (1/2)

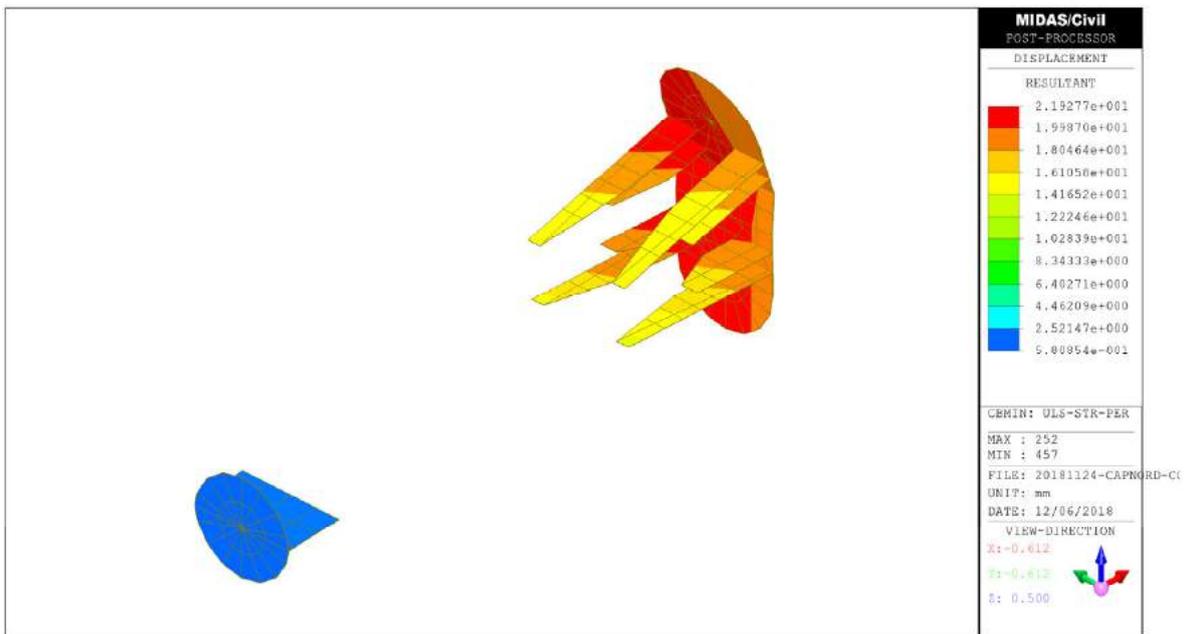


Figure 1.109 Footbridge Cap Nord – Minimum displacement at ULS (2/2)

Design

The design was carried out according to the Eurocode, the French national annexes, the technical guides and the rules of good practice specific to the structures of bridges and footbridges.

Table 1.13 Footbridges – Summary of superstructure design

Analysis	Limite states	Verification	Criteria
Static linear analysis	SLS Characteristic (SLS CAR)	To limit the excessive plastification, the permanent and excessive deformations not respecting the geometry envisaged for the structure.	- Stress limits (CON)
		Limit the undulations, the breath and the loss of rigidity (buckling) of the plates.	- Slenderness limit of plates (PL)
	ULS durable (ULS)	Deformation failure, mechanism formation, failure or loss of global or local equilibrium.	- Structural resistance of sections (including shearing and local buckling) (RES) - Resistance to buckling of sections (FLAMB) - Resistance of connections (CNX)
Dynamic linear analysis	SLS vibration (SLS VIB)	To limit the excessive vibrations due to the traffic and which can impact the comfort of the users.	- Limitation of the acceleration of the structure under traffic load (VIB)
	ULS accidental (ACC)	Deformation failure, mechanism formation, failure or loss of global or local equilibrium.	Structural resistance of sections (including shearing and local buckling) (RES) - Resistance to buckling of sections (FLAMB) - Resistance of connections (CNX)
General buckling analysis	ULS durable and accidental (ELU and ACC)	Failure of chords and bars due to global instability	- Resistance to buckling of sections (FLAMB) - Definition of a safety factor against global buckling (GFLAMB)
Static linear analysis	ULS Transitory (LIFT)	Failure of the support cross-beam and their connections during lifting to replace the supports	- Structural resistance of sections (including shearing and local buckling) (RES) - Resistance of connections (CNX)

The stresses calculated at the SLS and the CON verification are presented in Table 1.14 for the Cap Nord footbridge and in Table 1.15 for the Riviera-Palmeraie footbridge.

Table 1.14 Footbridge Cap Nord - Verification SLS (CON)

États limites		Ed			CON			F.U.		
		Minimum / Maximum			Minimum / Maximum			Minimum / Maximum		
		a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.	c.
Membreure		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	-	-	-
	Membreure 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
	Membreure 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

Legend : Ed = Stress; CON = Limits; F.U. = Utilisation factor; États limites = Ultimate states; Membreure = member; supérieure = top; inférieure = bottom; barres = bars; Entretoises d'appui = crossbeams at piers ; Entretoises courantes = crossbeams; contreventements = bracings.

Table 1.15 Footbridge Riviera-Palmeraie - Verifications SLS (CON)

États limites		Ed			CON			F.U.		
		Minimum / Maximum			Minimum / Maximum			Minimum / Maximum		
		a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.	c.
Membreure		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	-	-	-
	Membreure 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
	Membreure 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

Legend : Ed = Stress; CON = Limits; F.U. = Utilisation factor ; États limites = Ultimate states; Membreure = member; supérieure = top; inférieure = bottom; barres = bars; Entretoises d'appui = crossbeams at piers ; Entretoises courantes = crossbeams; contreventements = bracings.

The effects of the combination of actions at the ULS and the ACC and the resistance (RES and FLAMB) of chords and bars are shown in Table 1.16 and Table 1.17.

The accelerations experienced by the pedestrian crossing structure creating a resonance phenomenon as well as the limit accelerations set by the defined class of use and comfort level are presented in Table 1.9 and

Table 1.10 and correspond to the verification at the ELS vibration (VIB). The calculated vertical accelerations of 0.40 m/s² for the Cap Nord footbridge and 0.22 m/s² for the Riviera-Palmeriaie footbridge are less than the limit acceleration of 0.5m/s² and the maximum comfort criterion is therefore respected. Horizontal accelerations are also below permissible limits and do not control the design.

With respect to generalized buckling resistance (GFLAMB), the compression forces obtained by the static self-weight analysis are multiplied by the safety factor obtained from the generalized buckling analysis to obtain the maximum allowable compressive force in the members. We thus obtain, for the upper chord, a value of 263 * 45,68 = 12014kN for the Cap Nord footbridge and of 194 * 44,58 = 8649kN for the Riviera-Palmeriaie footbridge (values much higher than the forces experienced by this chord at ULS). We can then calculate the equivalent buckling length used in the resistance calculations (FLAMB).

The maximum forces obtained from static linear and dynamic linear analyzes are also used for connection checks as recommended in Eurocode 1993-1-8. The connections will all be welded connections between CHS (Hollow Circular Profile) and / or RHS (Rectangular Hollow Profile) members, applying as much as possible connection with gap to facilitate construction. When overlapped connections are used, the bar with the lowest thickness and the smallest width covers the other bar. The minimum inclination of the bars with respect to the chord and to the other bars of a same connection has been limited to 30 degrees. Finally, all bars will have sections of class 1 or 2. In order to respect the minimum gap / overlapping prescribed by Eurocode 1993-1-8, an eccentricity between the node (crossing of the bars) and the chords will be necessary at specific location. This eccentricity creates additional forces that are taken into account in connection calculations when the eccentricity exceeds the limits set by the standard ($e \leq 0.25$ times the chord diameter). To simplify the procedure and in order to obtain the most accurate results possible, the eccentricity of the nodes was directly considered in the model by adding an eccentricity to the chords

The maximum utilisation factor for connections is 0.57 for the Cap Nord footbridge and 0.72 (0.9 for connection at support) for the Riviera-Palmeriaie footbridge (all calculations are shown in the calculation notes and are not repeated here). Representative connections of the footbridges are shown in Figure 1.110 to Figure 1.116.

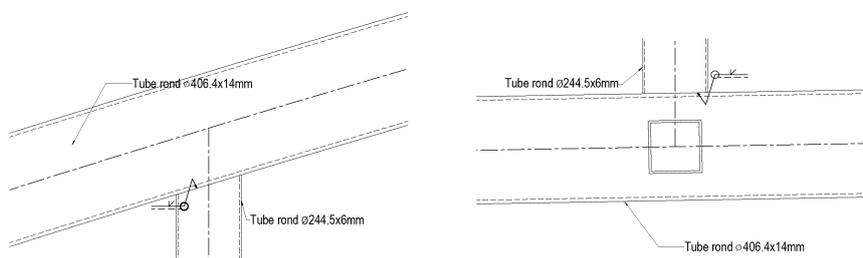


Figure 1.110 Footbridge Cap Nord – Connexion type T/Y

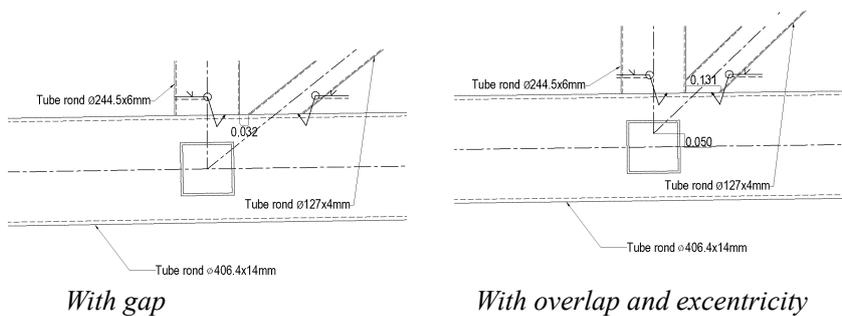


Figure 1.111 Footbridge Cap Nord – Connexion type K/N

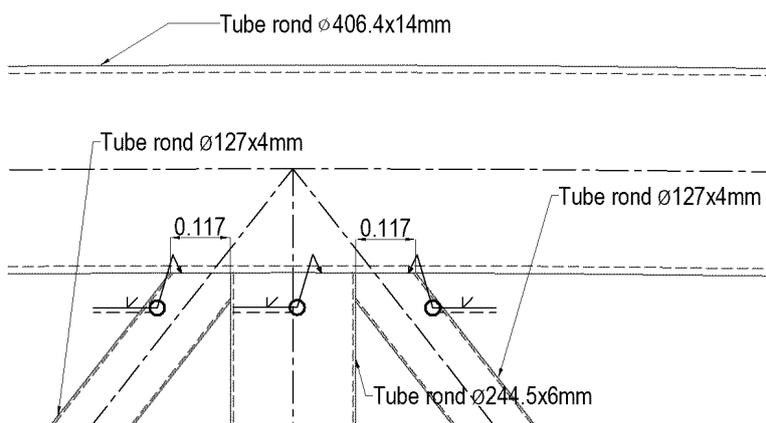


Figure 1.112 Footbridge Cap Nord – Connexion type KT/K/N with overlap

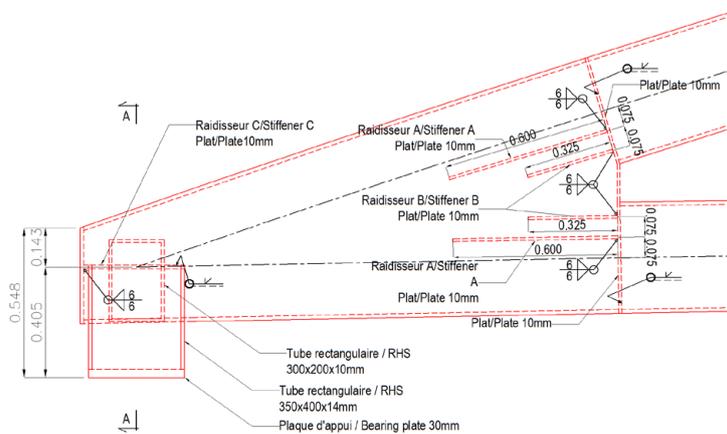


Figure 1.113 Footbridge Cap Nord – Connexion between chords

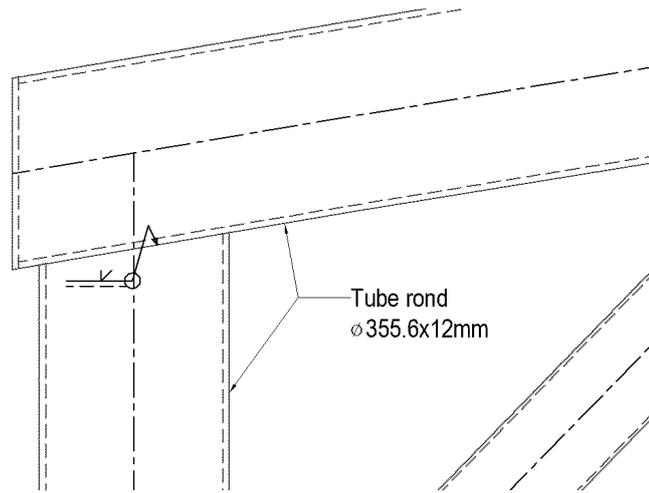


Figure 1.114 Footbridge Riviera-Palmeraie – Connexion type T/Y

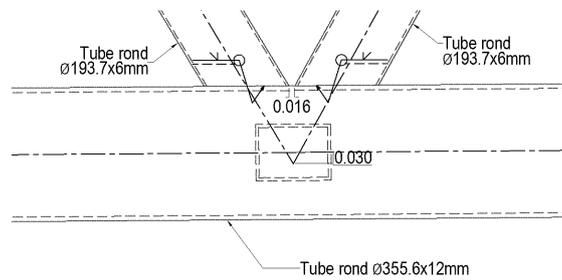


Figure 1.115 Footbridge Riviera-Palmeraie – Connexion type K/N with overlap and eccentricity

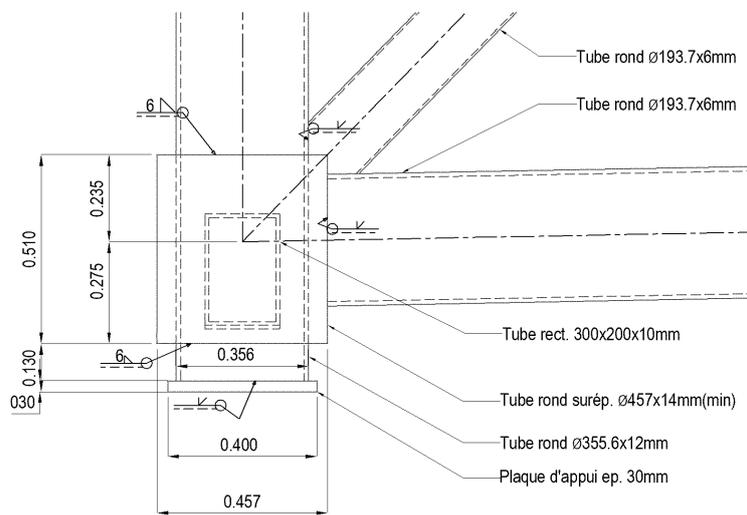


Figure 1.116 Footbridge Riviera-Palmeraie – Connexion type T/Y with overlap

Table 1.16 Footbridge Cap Nord – Verifications ELU and ACC (RES and FLAMB)

États limites	Membre	Ed										RES et FLAMB										F.U.												
		Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum					Minimum/ Maximum												
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	N _{Ed}	M _{Ed,inf}	M _{Ed,sup}	T _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed,inf}	M _{Ed,sup}	T _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed,inf}	M _{Ed,sup}	T _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed,inf}	M _{Ed,sup}	T _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed,inf}	M _{Ed,sup}	T _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed,inf}	M _{Ed,sup}	T _{Ed}			
ELU	Membre supérieure	-341/-1763	96/2	32/0	42/0	16/0	25/0	6127/6127	765/6127	2204/2202	1202/1202	765/6127	3988/3988	N/A/0.44	0.05/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0	0.02/0		
	Membre inférieure	1793/136	104/2	42/0	28/0	14/0	30/0	6127/6127	765/6127	2170/2170	1202/1202	678/6127	N/A/N/A	0.04/0	0.02/0	0.05/0	0.02/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0	0.03/0		
	Barres verticales	98/2	61/0	132/0	29/0	12/0	3/0	1596/1596	121/121	575/198	190/190	140/144	1596/1596	N/A/N/A	0.24/0	0.11/0	0.11/0	0.23/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0		
	Barres diagonales	62/-82	1/0	0/0	2/0	1/0	0/0	549/549	21/21	199/198	34/34	25/26	238/238	N/A/0.35	0.09/0	0.04/0	0/0	0/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0		
	Entroises courantes	-14/-68	43/6	60/0	9/0	5/0	2/0	2181/2181	133/133	623/623	209/209	172/170	2181/2181	N/A/0.03	0.07/0	0.03/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	
	Entroises d'appui	62/-77	60/8	42/0	37/0	49/0	6/0	3408/3408	275/275	1152/1166	391/391	359/278	3408/3408	N/A/0.02	0.13/0	0.21/0	0.08/0	0.04/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	
	Contreventements inf.	100/-77	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	393/393	12/12	142/142	19/19	11/11	218/218	N/A/0.35	0.03/0	0.02/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0
	Contreventements sup.	-9/-38	13/1	6/0	14/1	7/0	1/0	1596/1596	121/121	582/582	190/190	145/143	1596/1596	N/A/0.02	0.12/0.01	0.06/0	0.02/0	0.01/0	0/0	0/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0
	Membre supérieure	-15/-1587	71/5	22/0	22/3	7/1	13/1	6127/6127	765/765	2227/2236	1202/1202	910/684	6127/6127	N/A/0.04	0.03/0	0.01/0	0.03/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0
	Membre inférieure	1622/-40	74/5	30/0	6/1	3/0	15/1	6127/6127	765/765	2213/2240	1202/1202	715/918	6127/6127	N/A/0.01	0.01/0	0/0	0.03/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0
Barres verticales	92/-13	52/0	114/0	13/1	5/1	1/0	1596/1596	121/121	581/586	190/190	146/145	1596/1596	N/A/0.01	0.11/0.01	0.04/0.01	0.04/0.01	0.09/0.01	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	
Barres diagonales	31/-91	1/0	0/0	1/0	0/0	0/0	549/549	21/21	200/200	34/34	25/25	238/238	N/A/0.38	0.04/0	0.01/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	
Entroises courantes	5/-53	19/7	25/0	4/0	2/0	1/0	2181/2181	133/133	626/626	209/209	171/171	2181/2181	N/A/0.02	0.03/0.01	0.02/0.01	0.03/0.01	0.04/0.01	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Entroises d'appui	25/-39	37/16	20/5	7/3	4/2	2/1	3408/3408	275/275	1170/1177	391/391	365/282	3408/3408	N/A/0.01	0.03/0.01	0.02/0.01	0.02/0.01	0.05/0.01	0.02/0.01	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0	0.01/0
Contreventements inf.	53/-29	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	393/393	12/12	143/144	19/19	13/14	14/15	218/218	N/A/0.07	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Contreventements sup.	-14/-16	3/1	2/0	7/2	3/1	0/0	1596/1596	121/121	585/586	190/190	145/145	1596/1596	N/A/0.01	0.06/0.02	0.03/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

Legend : Ed = Stress; CON = Limits; F.U. = Utilisation factor; États limites = Ultimate states; Membre = member; supérieur = top; inférieur = bottom; barres = bars; Entretoises d'appui = crossbeams at piers; Entretoises courantes = crossbeams; contreventements = bracings.

Table 1.17 Footbridge Riviera-Palmerate – Verifications ELU and ACC (RES and FLAMB)

États limites	Ed											RES et FLAMB											F.U.U.															
	Minimum/ Maximum											Minimum/ Maximum											Minimum/ Maximum															
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	N _{Ed}	N _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed}	M _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed}	N _{Ed}	N _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed}	M _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed}	N _{Ed}	N _{Ed}	N _{Ed}	M _{Ed}	M _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed}					
Membre supérieure	-15/-	79/1	66/0	21/0	7/0	23/1	4598	4598	4598	503	503	503	1615	1615	1615	4598	4598	4598	503	503	503	790	790	790	4998	4998	4998	0.37	0.37	0.37	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03		
Membre inférieure	1709/-	57/3	29/0	37/0	17/0	41/0	4598	4598	4598	503	503	503	1538	1538	1538	4598	4598	4598	503	503	503	790	790	790	4998	4998	4998	0.02	0.02	0.02	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05		
Barres verticales	-14/-83	79/3	102/35	35/6	8/2	17/5	4598	4598	4598	503	503	503	1633	1633	1633	4598	4598	4598	503	503	503	790	790	790	4998	4998	4998	0.02	0.02	0.02	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05		
Barres diagonales	454/-	8/0	8/0	6/0	3/0	1/0	1256	1256	1256	75/75	75/75	455	455	455	118	118	118	58/75	58/75	58/75	199	199	199	256/	256/	256/	0.36	0.36	0.36	0.08	0.08	0.08	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05
Entrecrois d'appui	61/-52	103/21	41/0	30/0	43/0	4/0	3408	3408	3408	275	231	772	772	772	391	391	391	361	361	361	279	279	279	3408	3408	3408	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.03	0.03	0.03
Entrecrois courantes	-5/-53	60/3	67/0	6/0	3/0	1/0	1897	1897	1897	93/93	106	624	624	624	155	155	155	114	114	114	138	138	138	1897	1897	1897	N/A	N/A	N/A	0.06	0.06	0.06	0.17	0.17	0.17	0.14	0.14	0.14
Contreventement inf.	79/-69	2/0	1/0	0/0	0/0	1/0	393	393	393	12/12	12/12	137	137	137	19/19	19/19	19/19	12/12	12/12	12/12	208	208	208	208	208	208	0.27	0.27	0.27	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01
Membre supérieure	32/-	62/9	53/0	11/1	3/0	12/1	4598	4598	4598	503	503	1651	1651	1651	790	790	790	605	605	605	605	605	605	4598	4598	4598	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
Membre inférieure	1558/-	45/11	23/0	10/0	4/0	21/1	4598	4598	4598	503	503	1644	1644	1644	790	790	790	551	551	551	598	598	598	4598	4598	4598	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	0.08	0.08	0.01	0.01	0.01
Barres verticales	-1/-48	62/26	79/72	18/12	3/2	10/9	4598	4598	4598	503	503	1655	1655	1655	790	790	790	605	605	605	605	605	605	4598	4598	4598	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
Barres diagonales	383/-	7/0	6/0	3/0	1/0	1/0	1256	1256	1256	75/75	75/75	459	459	459	118	118	118	63/81	63/81	63/81	60	60	60	256/	256/	256/	0.3	0.3	0.3	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Entrecrois d'appui	35/-33	54/32	21/5	7/4	4/2	2/1	3408	3408	3408	275	231	779	779	779	391	391	391	364	364	364	282	282	282	3408	3408	3408	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.07	0.07	0.07	0.02	0.02	0.02
Entrecrois courantes	13/-54	26/5	27/0	4/0	2/0	1/0	1897	1897	1897	93/93	106	625	625	625	155	155	155	114	114	114	137	137	137	1897	1897	1897	N/A	N/A	N/A	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0/0	0/0	0/0
Contreventement inf.	56/-45	2/0	1/0	0/0	0/0	0/0	393	393	393	12/12	12/12	140	140	140	19/19	19/19	19/19	13/14	13/14	13/14	142	142	142	208	208	208	N/A	N/A	N/A	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02

Legend : Ed = Stress; CON = Limites; F.U. = Utilisation factor; États limites = Ultimate states; Membre = member; supérieure = top; inférieure = bottom; barres = bars; Entrecrois d'appui = crossbeams at piers; Entrecrois courantes = crossbeams; contreventements = bracings.

The connection between the lower and upper chords of Cap Nord superstructure is not covered by the NF EN 1993-1-8 standard, and a finite element model (MEF) was used to represent the behavior of the connection between these two main members by plate elements.

For the calculation of plates, it is necessary to take into account the shearlag as well as the local buckling. The element under consideration is a non-uniform element and the article 2.5. of NF EN 1993-1-5 is then applicable with appendix C of the same norm.

For SLS verifications, only the stresses at extreme fibers (Von Mises criteria at the top and the bottom of the plate elements) obtained from the MEF analysis (without decreasing the effective area) will be limited by the conditions of Article 7.3. of NF EN 1993-2.

For ULS verifications, the average stresses (Von Mises criteria) in plates will be limited by the compressive buckling stress if applicable (ie for class 3 sections or 4), and by the elastic stress ($\sigma_{Ed} < f_{y,d}$) and by the membrane deformation, $\varepsilon < 5\%$, in tension.

Shearlag occurs when a longitudinal stress is transferred from one plate by shear to another plate in a different plane of the same assembly. Shearlag is automatically obtained from the MEF analysis via the stress distribution. However, according to the structural behavior of the connection element, shearlag will not be consequent.

To take into account the phenomenon of plate buckling for elements with a class greater than 2, the method proposed by article 4 of standard NF EN 1993-1-5 will be used by calculating an effective area over which all efforts apply, if applicable.

It has already been shown that chords and bars are composed of class 1 or 2 sections and are therefore not subject to buckling. The classes of the plates forming the connection are all class 2 and the buckling will therefore not be a controlling factor. Walls of smaller thicknesses could have been used by placing stiffeners but the welding work being delicate and expensive, greater thicknesses were preferred.

Results for SLS and ULS combinations as well as the resistance criteria (RES and FLAMB) of the connection between the upper and lower chords of the Cap Nord bridge are presented in the Table 1.18 and in Table 1.19 respectively.

Table 1.18 Footbridge Cap Nord – Summary of stresses in local model – SLS (MPa)

Element	Axial nominal stress	Limit $f_y / \gamma_{M, serv}$	Shear nominal stress	Limit $f_y / \sqrt{3} \gamma_{M, serv}$	Von Mises stress	Limit $f_y / \gamma_{M, serv}$
Top chord	-157	355.00	30	204.95	142	355.00
Bottom chord	118	355.00	-26	204.95	122	355.00
Extremity plate	150	355.00	39	204.95	132	355.00
Stiffeners	120	355.00	-48	204.95	129	355.00
Connection membre	-222	355.00	-47	204.95	163	355.00
Pedestal	-110	355.00	-35	204.95	105	355.00
Bearing plate	-160	355.00	-25	204.95	144	355.00

Table 1.19 Footbridge Cap Nord – Summary of stresses in local model – ULS (MPa)

Element	Axial nominal stress	Limit in compression f_v / γ_{M1}	Limit in tension f_v / γ_{M2}	In-plane deformation	Length	Limit $\varepsilon < 5\%$
Top chord	160/-121	-322.73	284	3.8mm	1245mm	0.3%
Bottom chord	99/-188	-322.73	284	1.4mm	1127mm	0.1%
Extremity plate	190/-205	-322.73	284	1.4mm	954mm	0.1%
Stiffeners	190/-199	-322.73	284	1.9mm	600mm	0.3%
Connection membre	238/-307	-322.73	284	6.4mm	1979mm	0.3%
Pedestal	170/-180	-322.73	284	0.2mm	412mm	0.1%
Bearing plate	176/-222	-322.73	284	-	-	-

The results are all derived directly from finite element analysis (MIDAS CIVIL) for concomitant efforts only.

It should be noted that the same combinations used for the calculation of the resistance of the elements were used for the verification of the connection.

Conclusion for superstructure design

The calculation situation controlling the design of the two footbridges is the control of vibrations at SLS (permissible vertical accelerations). The other structural checks have shown a significant safety margin.

It should be noted that the reduction of the thickness of the section of the lower chord tension usually favored for the trusses could not be applied because it would decrease the inertia of the superstructure, and thus the flexural rigidity, directly impacting the eigenfrequencies, e.g. the acceleration of the structure. This explains the fact that the upper and lower chords were chosen with sections of identical thickness.

The elements of the truss undergoes only small stresses with maximum utilization rates of 0.5 at the SLS and 0.44 at the ULS for the Cap Nord footbridge and of 0.5 at SLS and 0.57 at the ULS for the Riviera-Palmeria footbridge.

The set of connections for the two bridges have a sufficient design resistance without reinforcing plates which will greatly facilitate the construction.

The entire design was carried out by developing calculation tools based on the Eurocode and the French national annexes as well as on the SETRA design guides specifically for this project. A calculation check was then carried out with the MIDAS CIVIL calculation software according to the Eurocode.

1.2 Deck and equipment

Slab

The concrete slab provided is a simply supported slab on the cross-beams. The movements of the concrete slab will be restricted only at the fixed support by shear connectors welded to the end cross-beam. These connectors are sized to resist mainly the effects of pedestrian traffic actions.

The steel plate of this slab will be galvanized to ensure sufficient durability for the structure and will be PCB80 type with a sheet thickness of 1mm or equivalent product. For ranges up to 3200mm, and to avoid the need for shoring, a 120mm concrete slab thickness, cast directly onto the galvanized steel formwork, was selected. Concreting operations of the slab will be carried out once the deck structure is erected on the temporary bearings. The steel lost-form shall be provided with shear keys to ensure load transfer and to prevent the concrete from stalling during shrinkage and creep.

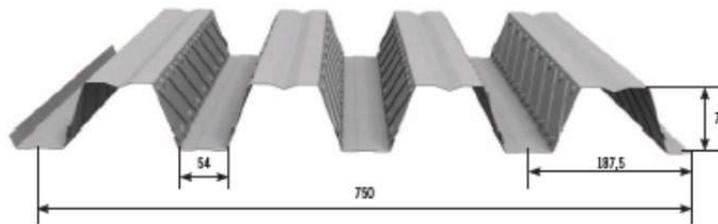


Figure 1.117 Footbridge – Typical steel plate for slab

Bearin devices

Since the footbridges are light and flexible structures with relatively large horizontal displacements and horizontal forces, fretted elastomeric bearings with locking and / or sliding elements (PTFE) will be used respectively to restrict the movements of the structure and to relieve the efforts. The bearings shall consist of fretted elastomers of dimensions in millimeters "200 x 250 x 6 (8 + 2)" (ie a total height of 60mm) with the restrained / free movements, rotations and stresses presented in Table 1.20.

Table 1.20 Footbridges – Bearing devices (ULS)

Footbridge	Node	Type		Rx (rad)	Ry (rad)	Rz (rad)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	
Cap Nord	1	Elastomer bearing device blocked along the two axes	Max	0.0006	0.0062	0.0008	530	141	571	
			Min	-0.0018	-0.0034	-0.0008	-494	-139	139	
	17	Elastomer bearing device with sliding element along the longitudinal axis of the bridge and blocked along the other axis	Max	0.0009	0.0035	0.0012	0	77	568	
			Min	-0.0019	-0.0063	-0.0012	0	-78	149	
	35	Elastomeric bearing device locked along the longitudinal axis of the bridge	Max	0.0019	0.0063	0.0007	410	1	570	
			Min	-0.0009	-0.0035	-0.0008	-436	-3	118	
	51	Elastomer bearing device with multidirectional sliding element	Max	0.002	0.0036	0.0012	0	0	569	
			Min	-0.001	-0.0063	-0.0012	0	0	124	
	Riviera - Palmeraie	1	Elastomer bearing device blocked along the two axes	Max	0.0008	0.0047	0.0008	364	116	490
				Min	-0.0033	-0.0026	-0.0006	-349	-118	109
14		Elastomer bearing device with sliding element along the longitudinal axis of the bridge and blocked along the other axis	Max	0.001	0.0027	0.001	0	68	488	
			Min	-0.0034	-0.0047	-0.001	0	-67	116	
30		Elastomeric bearing device locked along the longitudinal axis of the bridge	Max	0.0034	0.0047	0.0005	261	2	489	
			Min	-0.0013	-0.0026	-0.0007	-262	-3	122	
43		Elastomer bearing device with multidirectional sliding element	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 Footbridge</i>				<i>Fx : Réaction selon l'axe de la Footbridge</i>						
<i>Ry : rotation selon l'axe perpendiculaire à la Footbridge</i>				<i>Fy : Réaction selon l'axe perpendiculaire à la Footbridge</i>						
<i>Rz : rotation selon l'axe vertical</i>				<i>Fz : Réaction selon l'axe vertical</i>						

The elastomeric bearings have been designed in accordance with NF EN 1337-1, 1337-2 and 1337-3. The replacement of the bearing devices is planned without pedestrian traffic. The combination used for checking the lifting crossbeams during lifting is therefore 1.35G.

Joint

The type of joint is determined as a function of the total breath of the bridge defined as the maximum relative displacement predicted in regards to the fixed point. The fixed point depends on the support conditions and is located at the center line of the fixed bearings. The horizontal movements and rotations for sizing the joint are the result of temperature, creep, shrinkage, wind and rotation due to the pedestrian traffic load. The vertical motions are due to rotations due to the pedestrian traffic load as well as to the elastic settlement of the elastomeric bearings.

The breath of the joint is calculated at SLS (frequent) and the consequences of the displacements on the system placed at a temperature of $T_0 = 20\text{C}$ (or other if an adjustable joint is used) are obtained at ULS.

Accidental actions (vehicle impact on the columns) are neglected for the calculation of the joints. The expansions and contractions are summarized in the Table 1.21.

Table 1.21 Footbridge – Joint displacements (mm)

Displacement		Cap Nord	Riviera-Palmeraie
SLS	Contraction	-14	-13
	Dilatation	26	23
	Total	40	36
ULS	Contraction	-17	-15
	Dilatation	39	35
	Total	56	50

The joint has been selected to allow expansion of the elements, to not be a source of danger, to be well anchored, to be easy to maintain and to be of moderate cost. A type Wd60 with plate (see freyssinet catalog), or equivalent, is proposed for both footbridges.

1.3 Piers and foundations

Model of footbridge's piers

As the piers of the two (2) footbridges have identical geometry with for only difference the column heights (see Table 1.22), the principle of modeling the four (4) supports is the same and will be presented only for one case (fixed support of the Cap Nord footbridge). The results of the design will be presented for the four (4) piers.

Table 1.22 Footbridge – Column heights (m)

Pier	Column	Cap Nord	Riviera-Palmeraie
Fixe	PA1	5.83	6.59
	PA2	6.12	6.88
Mobile	PB1	5.83	6.01
	PB2	6.12	6.30

Modeling using two-dimensional elements (beam-like behavior) with a three-way analysis was chosen. The columns, the ballast wall and the slab between the columns are modeled as beam element. The pier cap being considered extremely rigid with respect to the columns and the slab, they were represented by rigid links transferring all the movements and rotations. Afterward, pier caps are analyzed using beam models based on the overall static equilibrium obtained from the models of the pier and of the bridge.

The reaction from the footbridge analysis (nodes 14 and 15) as well as the bearing reactions from the stairs analysis (nodes 16 and 17) are applied through rigid connections transmitting to adequately represent the eccentricity and transmission of these actions. An isometric view of the pier model is presented in Figure 1.118.

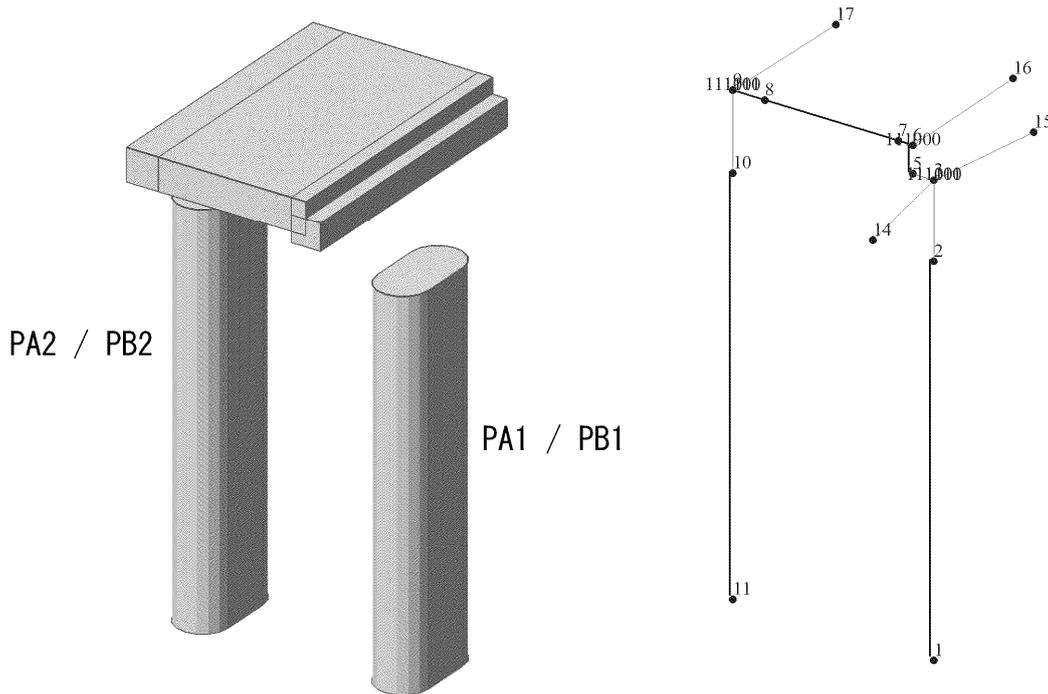


Figure 1.118 Footbridge – Pier model

The sections of the elements are presented in Table 1.23.

Table 1.23 Footbridge – Section properties of piers

Section	Dimensions (mm)	Area (m ²)	I _{xx} (m ⁴)	I _{yy} (m ⁴)	Cover	Exposure class	Matérials
Column	800 x 1600	1142655	1.58E+11	5.42E+10	50 mm	XS1	RC : C30/35 Reinforcing bars : 500MPa
Slab	4300 x 500	2150000	1.66E+11	4.48E+10	50 mm	XS1	
Ballast wall	4300 x 450	1935000	1.22E+11	3.27E+10	50 mm	XS1	

The columns are considered perfectly embedded at their base (nodes 1 and 11) and the reactions obtained from the analysis of the supports will then be reported in the model of calculation of the foundations.

Pier foundations model

The model of the foundations consists of stick elements (beam behaviour) to represent the piles as well as the founding for the transmission of forces between the two columns (that is to say between the two rows of underlying piles). The transmission of the forces of a column to the two (2) underlying piles is done by a deep beam system and rigid elements (transferring displacements and rotations) were thus used to distribute the loads according to the geometrical rigidities of the system of foundation. A simplified struts-and-ties model was then used to check the local behavior of the footing. An isometric view of the foundation model is presented on Figure 1.119.

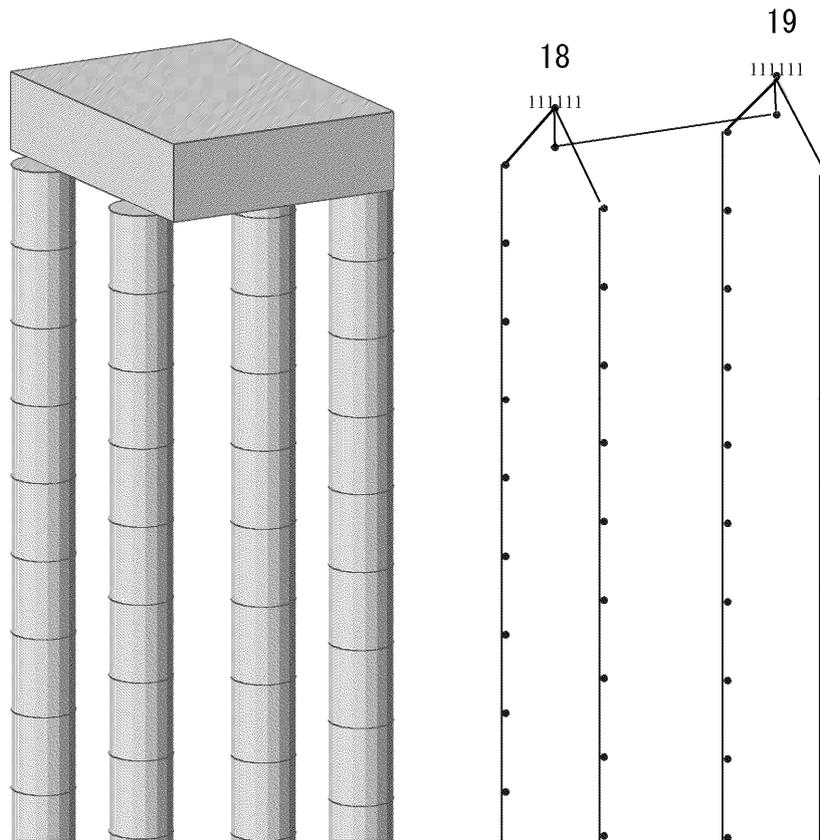


Figure 1.119 Footbridges – Pier foundation model

The sections of the elements are presented in the Table 1.24.

Table 1.24 Footbridge – Section properties of the foundation

Section	Dimensions (mm)	Area (m ²)	I _{xx} (m ⁴)	I _{yy} (m ⁴)	Cover	Exposure class	Matérials
Footing	4000x1000	502654.8	4.02E+10	2.01E+10	50 mm	XC4	RC : C30/35 Reinforcing steel : 500MPa
Piles	800	4000000	1.12E+12	3.33E+11	70 mm	XC4	

Equivalent springs are used to represent the soil-structure interaction and to determine the effects of the actions but also the displacements in the piles. The stiffness of the springs was calculated according to standard NF P 94-262 (appendices I and L). The springs located directly under the footing are represented with a perfectly elasto-plastic behavior according to the limits fixed by the above mentioned standard. The other springs experiencing forces lower than the elastic limit, a simple elastic linear behavior was used to limit the software computation time.

Stairs model

As part of the analysis and design of piers, modeling, analysis and design of reinforced concrete stairs were carried out. The design of the stairs, the supports of the stairs as well as the foundations of the stairs followed the same approach as for the design of the piers. Only one model was used including the stairs, the central support and the foundation of the central support of the stairs. Indeed, the decomposition into

sub-model would not adequately represent the behavior of the structure due to the flexibility of its foundation and the ratio of rigidity of the whole structure.

The stairs will be prefabricated reinforced concrete elements connected to the piers of the footbridges and to the central support of the stairs by shear studs and therefore no moment will be transferred. The support at the low point of the stairs will simply be supported and will transfer only vertical forces to limit the demands in the entire structural system (rigid frame effect).

The main dimensions of the elements are presented in Table 1.25.

Table 1.25 Footbridges – Global dimensions of the stairs model (m)

Pier	Column	Cap Nord	Riviera-Palmeraie
Fix	PA3	3.6	3.86
Mobile	PB3	3.6	3.6
Pier	Column	Cap Nord	Riviera-Palmeraie
Fix	Bot – Top	6.3-6.3	6.9-7.2
Mobile	Bot - Top	6.3-6.3	6.3-6.6

The central support of the stairs consists of a pier cap resting on a circular column extending into reinforced concrete drilled piles with constant diameter (600mm). The support at the bottom of the stairs will be a shallow foundation on backfill, as necessary. The model used as well as the sections are presented on Figure 1.120 and in Table 1.26.

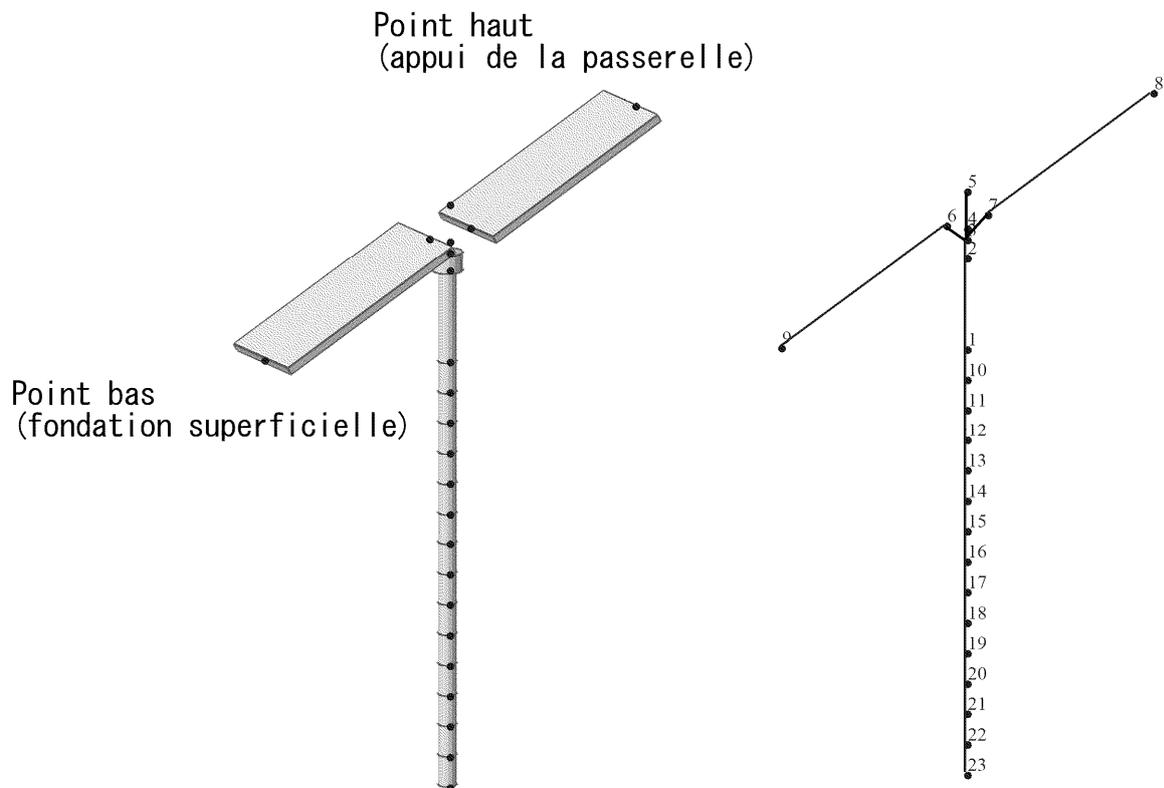


Figure 1.120 Footbridges – Stairs model

Table 1.26 Footbridges – Section properties for stairs

Section	Dimensions (mm)	Area (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Cover	Exposure class	Matérials
Column 1	1000	785398.2	9.82E+10	4.91E+10	50 mm	XS1/	RC : C30/35 Reinforcing steel : 500MPa
Column 2	600	282743.3	1.27E+10	6.36E+09	50 mm	XS1	
Pile	600	282743.3	1.27E+10	6.36E+09	70 mm	XC4	
Stairs	3420x250	855000	1.7E+10	4.45E+09	50 mm	XS1	

Load on footbridge piers and foundations

Actions applied to the footbridges piers and foundations are presented in the Table 1.27.

Table 1.27 Footbridges – Actions on piers

Actions	Type	Application
Impact Longitudinal at 1.5m	A	Point load applied on columns PA1/PB1
Impact Transversal at 1.5m	A	Point load applied on columns PA1/PB1
Impact Longitudinal at 4m	A	Point load applied on columns PA1/PB1
Impact Transversal at 4m	A	Point load applied on columns PA1/PB1
Self-weight	D	Automatically generated
Superstructure reaction - Dsup	D	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - Dinf	D	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - Full (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - Full (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - Half (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - Half (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - SLS - DYN - Fx (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - SLS - DYN - Fx (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - SLS - DYN - Fy (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - SLS - DYN - Fy (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - SLS - DYN - Fz (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - SLS - DYN - Fz (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - ACC - Fx (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - ACC - Fx (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - ACC - Fy (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - ACC - Fy (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - ACC - Fz (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - L - ACC - Fz (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - W (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - W (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - W - Z	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - W - Z b/4	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - T (friction) (+)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Superstructure reaction - T (friction) (-)	Q	Point load applied to nodes 14 and 15
Pier - L 5kPa - Full	Q	Uniformly distributed static load applied on the slab (elements 7, 8 and 9)
Pier - L 5kPa - Half P1	Q	Uniformly distributed static load applied on the slab (elements 7, 8 and 9)

Actions	Type	Application
Pier - L 5kPa - Half P2	Q	Uniformly distributed static load applied on the slab (elements 7, 8 and 9)
Pier - L 5kPa - Half (cote escaliers)	Q	Uniformly distributed static load applied on the slab (elements 7, 8 and 9)
Pier - D (Non modelise)	D	Point load applied to nodes 2 and 10 (pier caps self-weight)
Pier - W	Q	Point load applied to nodes 2 and 10 (wind on pier caps)
Pier - K (SH)	D	Not considered
Pier - K (CR)	D	Not considered
Stairs - D	D	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - L - Full (+)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - L - Full (-)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - L - Half P1	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - L - Half P2	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Wx (-)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Wx (+)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Wy (-)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Wy (+)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - T (+)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - T (-)	Q	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - K(SH)	D	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - K(CR)	D	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Impact Long. 1.5m	A	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Impact Transv. 1.5m	A	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Impact Long. 4m	A	Point load applied to nodes 16 and 17
Stairs - Impact Transv. 4m	A	Point load applied to nodes 16 and 17
Columns - Wx (+)	Q	Uniformly distributed static load applied on columns
Columns - Wx (-)	Q	Uniformly distributed static load applied on columns
Columns - Wy (+)	Q	Uniformly distributed static load applied on columns
Columns - Wy (-)	Q	Uniformly distributed static load applied on columns

Legend : D: permanent actions; Q: variable actions; A: accidental actions, L : Pedestrian load; K : specified displacement; SH : Shrinkage; CR : Creep; T : Temperature; W : Wind load

It should be noted that the backfill load on the footing include the self-weight of the backfill of the ramp bounded to the footing and that a pedestrian traffic load of 5kPa has been considered.

Load on stairs

Actions applied to the stairs global model are presented in the Table 1.28.

Table 1.28 Footbridges – Actions on stairs

Actions	Type	Application
Impact Long. 4m	A	Point load (kN)
Impact Transv. 4m	A	Point load (kN)
Self-weight	D	Automatically generated
Traffic-5kPa-Full	Q	Point load on column head (kN)
Traffic-5kPa-Half 1	Q	Point load on column head excentred out of plan (kN)
Traffic-5kPa-Half 2	Q	Point load on column head excentred in plan (kN)
Pier-D	D	Point load on column head (kN)

Actions	Type	Application
Pier -Wx	Q	Point load on CG of pier cap along x (kN)
Pier -Wy	Q	Point load on CG of pier cap along y (kN)
Stairs1-D	D	Uniform load (kN/m)
Stairs 1-5kPa -Full	Q	Uniform load (kN/m)
Stairs 1-5kPa-Half P1	Q	Uniform load on half the width - PA1/PB1 side (kN/m)
Stairs 1-5kPa-Half P2	Q	Uniform load on half the width - PA2/PB2 side (kN/m)
Stairs 1-Wx	Q	Uniform load along x (kN/m)
Stairs 1-Wy	Q	Uniform load along y (kN/m)
Stairs 1-T	Q	Temperature (°C)
Stairs 1-K(SH)	D	Temperature (°C)
Stairs 1-K(CR)	D	Temperature (°C)
Stairs 2-D	D	Uniform load (kN/m)
Stairs 2-5kPa-Full	Q	Uniform load (kN/m)
Stairs 2-5kPa-Half P1	Q	Uniform load on half the width - PA1/PB1 side (kN/m)
Stairs 2-5kPa-Half P2	Q	Uniform load on half the width - PA2/PB2 side (kN/m)
Stairs 2-Wx	Q	Uniform load along x (kN/m)
Stairs 2-Wy	Q	Uniform load along y (kN/m)
Stairs 2-T	Q	Temperature (°C)
Stairs 2-K(SH)	D	Temperature (°C)
Stairs 2-K(CR)	D	Temperature (°C)
Column - Wx	Q	Uniform load along x (kN/m)
Column - Wy	Q	Uniform load along y (kN/m)

Legend : D: permeant actions; Q: variable actions; A: accidental actions; L: Pedestrian load;
K: specified displacement; SH: Shrinkage; CR: Creep; T: Temperature; W: Wind load

Design - general

The design of the main reinforced concrete elements was carried out using the MIDAS CIVIL calculation tool according to the Eurocode. The results were verified with a calculation tool developed specifically for this project. Verifications for reinforced concrete elements are summarized in Table 1.29.

Table 1.29 Footbridges – Summary of design steps for piers

Analysis	Limit states	Verification	Criteria
Linear static analysis	ELS Characteristic (ELS CAR)	Limitation of longitudinal cracks by excessive compression	- Limit of compressive stress in concrete
		Tensile stress limit in reinforcement	- Limit of tensile stress in reinforcement
	ELS Frequent (ELS FRE)	Limitation of crack opening	- Limit of tensile stress in reinforcement
	ELS Quasi-permanent (ELS QUA)	Limitation of creep effects and limitation of crack opening	- Limit of compressive stress in concrete - Limit of tensile stress in reinforcement steels
	ELU durable (ELU)	Resistance of sections	- Flexural strength - Shear strength - Torsional strength - Punching resistance - Resistance of struts and ties
	ELU accidental (ACC)		

The respect of the service criteria is done by the limitation of the stresses in the concrete of the supports : $0.6f_{ck}$ (that is 18MPa in our case) for the ELS CAR and $0.45f_{ck}$ (that is 13.5MPa in our case) for the ELS QUA. The tension stress in the reinforcements must be limited to $0.8f_{yk}$ (that is 400MPa in our case) at ELS CAR but is not a controlling factor in design.

The crack limit defined in the design criteria has been respected using the simplified method proposed by the French National Annex to Eurocode 1992-2 which limits the tension stress in longitudinal reinforcement to $1000w_{max}$ (ie 200 MPa in our case) under the combination corresponding to the limitation verified while respecting a maximum spacing of the reinforcements from to $5(c + db / 2)$.

For deep foundation piles, the NF P 94-262 standard prescribes additional concrete compression limits which have been considered in the design of the foundations as follows: the characteristic value of the compressive strength of concrete for piles, f_{ck}^* , is limited to the minimum of f_{ck}/k_1k_2 and C_{max}/k_1k_2 and the design value of the compressive strength of concrete is then the minimum of C_{max}/γ_c and $k_3f_{ck}^*/\gamma_c$.

Finally, the compression stresses at ELS CAR must be lower than $\sigma_{c,moy} \leq 0.3k_3f_{ck}^*$ and $\sigma_{c,max} \leq \min(0.6k_3f_{ck}^*; 0.6f_{ck})$.

Table 1.30 Footbridge – Limit for compression in piles

Description		Value	Unit
Characteristic compressive strength of concrete	f_{ck}	30	MPa
Maximum value of the compressive strength of concrete	C_{max}	25	MPa
Empirical coefficient	k_1	1.3	-
Empirical coefficient	k_2	1.05	-
Characteristic compressive strength of concrete for deep foundations	f_{ck}^*	18.32	MPa
Empirical coefficient	k_3	1.0	-
Unfactored Compressive strength of concrete for deep foundations	$f_{cd,ELS}$	18.3	MPa
Compressive strength of concrete for deep foundations at the ULS	$f_{cd,ULS}$	12.21	MPa
Compressive strength of concrete for deep foundations at ACC	$f_{cd,ACC}$	15,26	MPa
Compressive strength of compression for deep foundation concrete at ELU CAR	$\sigma_{c,max}$	11	MPa
Compressive strength of compression for deep foundation concrete at ELU CAR	$\sigma_{c,mov}$	5.5	MPa

Stair design

A static analysis of the staircase model was completed in order to obtain the effects of the actions (internal forces) on the stairs, in the central support and in the foundation of the central support of the stairs as well as to obtain the reactions at the high point and the low point of the stairs in order to calculate the stresses in the superficial foundation (low point) and the forces to be applied for the analysis of the pier of the footbridges (high point).

The minimum reinforcement sections obtained from the design of the stairs and the associated resistance values (ELU) and service limits (ELS) are shown in Table 1.31 to Table 1.32 respectively.

Table 1.31 Footbridge – Reinforcing bars for stairs

Location	End	Mid	End
Top long. rebar	27-HA8	27-HA8	27-HA8
Bot long. rebar	27-HA20	27-HA20	27-HA20
Tran. rebar	7-HA10@120mm	7-HA10@120mm	7-HA10@120mm

Table 1.32 Footbridge Cap Nord – Verification of stairs sections (ELU et ELS)

Pier	Element	Resistance ULS		Limit stress SLS		Cracking SLS
		M_{Rd} (kN.m)	$V_{Rd,c}$ (kN)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)	$\sigma_{s,Rd}$ (MPa)	w_{Rd} (mm)
Fix and mobile	Bot stairs	563 (OK)	511 (OK)	-18/3.9 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)
	Top stairs	563 (OK)	511 (OK)	-18/3.9 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)

Design of the central support and the foundation of the central support of the stairs

The minimum reinforcement sections obtained from the design of the stair support and the resistance values (ULS) and associated service limits (SLS) are shown in Table 1.33 to Table 1.34 and Figure 1.121 and Figure 1.122.

Table 1.33 Footbridges – Reinforcing bars for column and pile of stairs support

Elément	Colonne 1m	Colonne 0.6m	Pieu 0.6m
Long. rebar	15-HA16	10-HA16	10-HA16
Trans. rebar	HA10@200mm	HA10@200mm	HA10@200mm

Table 1.34 Footbridges – Verification of column and pile sections os stairs support (ULS and SLS)

Pier	Element	Resistance ULS				Limit stress SLS
		N- M_{Rd}	V_{Rd} (kN)	$\sigma_{c,Rd,ELU}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd,ACC}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)
Fix and mobile	Column 1.2m	P-M curve	[337,366]	N/A	N/A	-18
	Column 0.6m	P-M curve	[123,154]	N/A	N/A	-18
	Pile 0.6m	P-M curve	[129,160]	-12	-15	-11

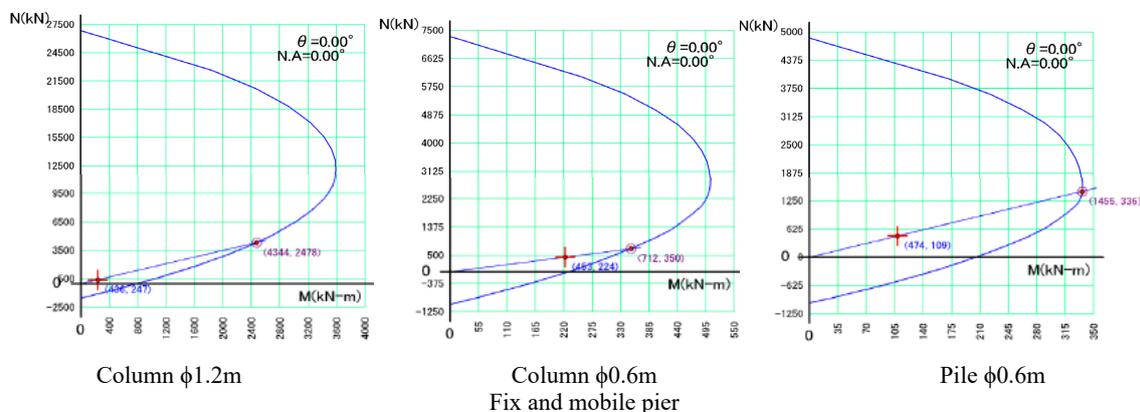


Figure 1.121 Footbridge Cap Nord – P-M curves for column and pile of stair support (kN; kN.m)

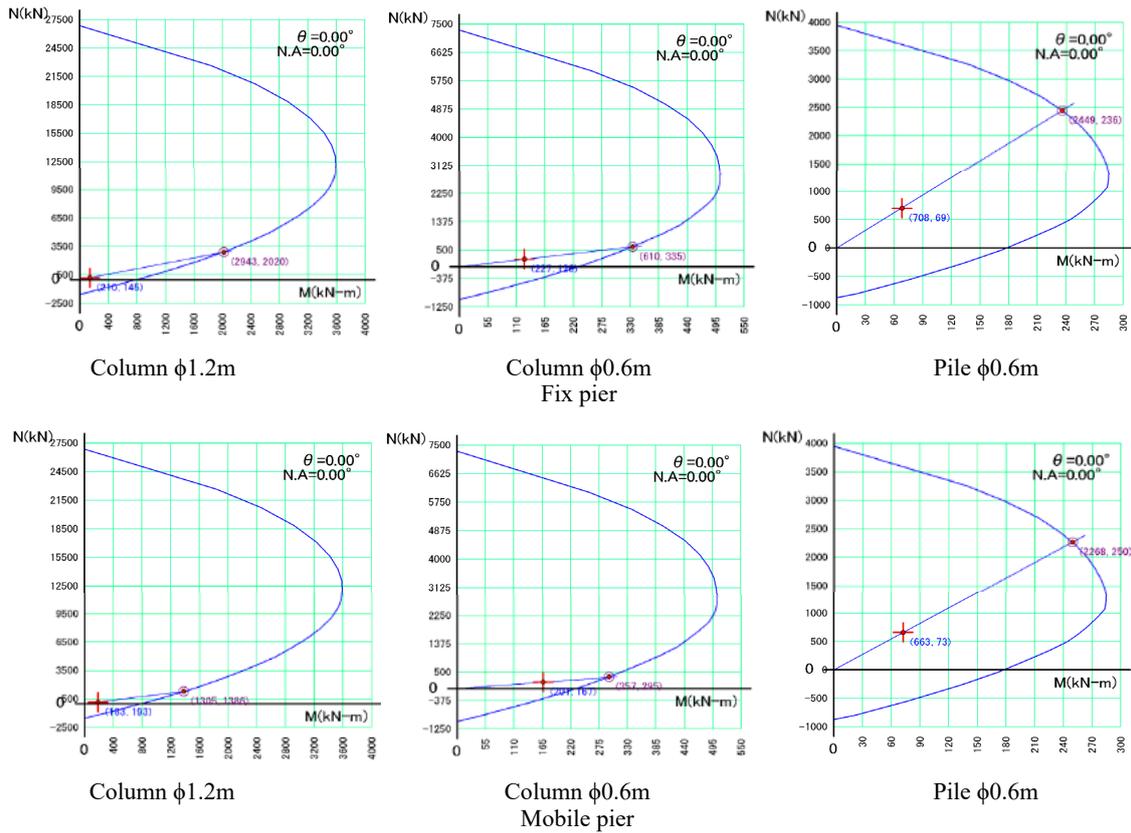


Figure 1.122 Footbridge Riviera-Palmeria - P-M curves for column and pile of stair support (kN; kN.m)

Bridge support design (including foundations)

All the checks were made according to standard NF EN 1992. The formulas are not repeated here.

Once the bearing reactions of the footbridges and of the stairs were determined, a static analysis of the footbridge piers was carried out to determine the demands in the columns, in the slab between the columns, in the ballast wall as well as the reactions at the column base (embedded) that will be used in the static analysis of the foundation model to determine demands in the footings, piles, displacements and necessary geotechnical capabilities.

The minimum reinforcement obtained from the bridge pier design and the associated resistance values (ELU) and associated service limits (ELS) are shown in Table 1.35 to Table 1.37 and in Figure 1.123.

Table 1.35 Footbridges – Reinforcing bars for footbridge piers

Element	End	Mid	End
Slab	Top : 20-HA16 Bot : 20-HA16 Ties : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA16 Bot : 20-HA16 Ties : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA16 Bot : 20-HA16 Ties : 20-HA08@250mm
Ballast wall	Top : 20-HA20 Bot : 20-HA20 Ties : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA20 Bot : 20-HA20 Ties : 20-HA08@250mm	Top : 20-HA20 Bot : 20-HA20 Ties : 20-HA08@250mm
Column P1	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA14@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm
Column P2	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA14@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm	Long. : 20-HA25 Étriers : 4-HA16@200mm
Footing	Top : 20-HA25 Bot : 20-HA25 Ties : 20-HA10@400mm	Top : 20-HA25 Bot : 20-HA25 Ties : 20-HA10@400mm	Top : 20-HA25 Bot : 20-HA25 Ties : 20-HA10@400mm
Piles	Long. : 14-HA25 Étriers : 2-HA16@200mm	Long. : 14-HA25 Étriers : 2-HA16@200mm	Long. : 14-HA25 Étriers : 2-HA16@200mm

Table 1.36 Footbridges – Vérification des sections de la dalle et du garde-grève (ELU et ELS)

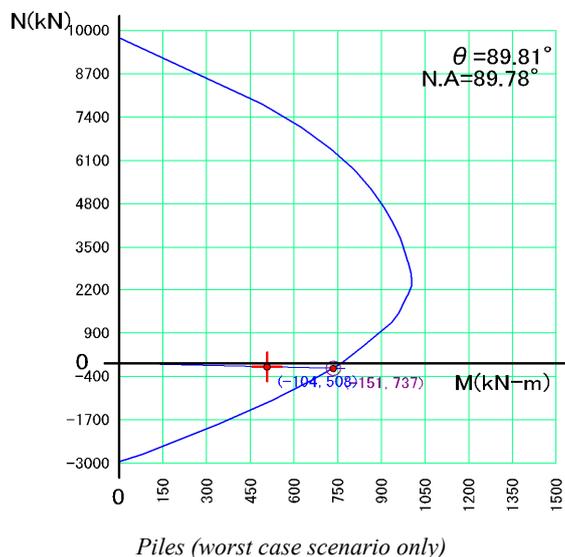
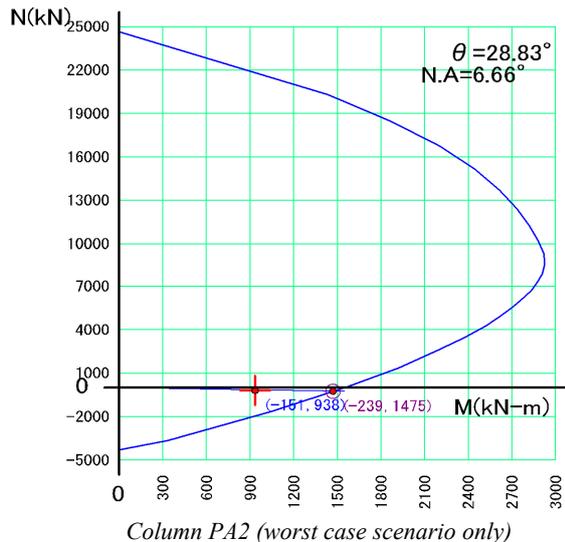
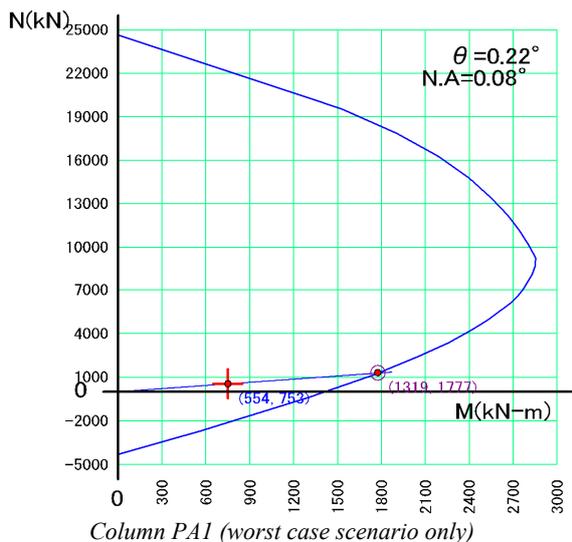
Element	Resistance ULS		Limit stress SLS		Cracking SLS
	M_{Rd} (kN.m)	$V_{Rd,c}$ (kN)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)	$\sigma_{s,Rd}$ (MPa)	w_{Rd} (mm)
Slab	737 (OK)	[680,873] (OK)	3.19 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)
Ballast wall	976 (OK)	[759,949] (OK)	3.33 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)
Footing	3794 (OK)	1293 (OK)	2.9 (OK)	400 (OK)	0.2 (OK)

* The shear resistance depends on several parameters (including the axial load and the design situation (durable or accidental)) and varies according to the case under consideration. An range of value is proposed to have an order of magnitude.

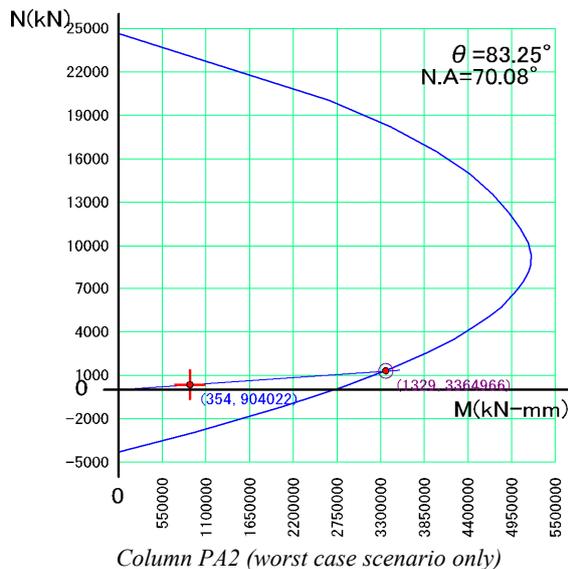
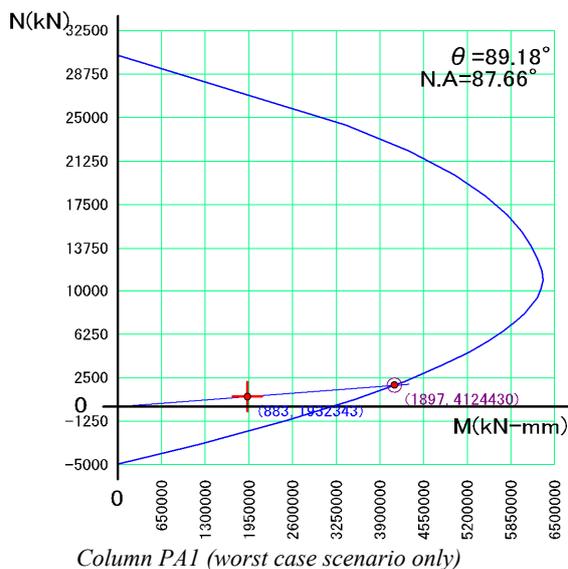
Table 1.37 Footbridges – Vérification des sections des colonnes et des fondations (ELU et ELS)

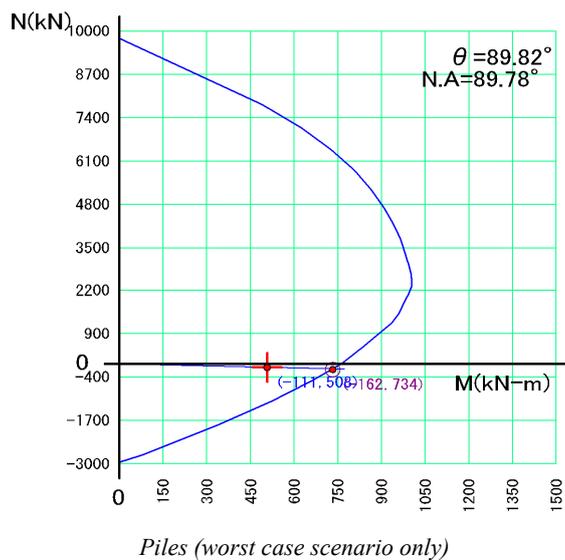
Element	Resistance ULS				Limit stress SLS		
	N- M_{Rd}	$V_{Rd,x}$ (kN)	$V_{Rd,v}$ (kN)	$\sigma_{c,Rd,ELU}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd,ACC}$ (MPa)	$\sigma_{c,Rd}$ (MPa)	w_{Ed} (mm)
P1	P-M curve	[360,374] (OK)	[438,454] (OK)	N/A	N/A	-18 (OK)	N/A
P2	P-M curve	[293,361] (OK)	[366,439] (OK)	N/A	N/A	-18 (OK)	N/A
Pile	P-M curve	[173,184] (OK)		-12 (OK)	-15 (OK)	-18 (OK)	

* The shear resistance depends on several parameters (including the axial load and the design situation (durable or accidental)) and varies according to the case under consideration. An range of value is proposed to have an order of magnitude.



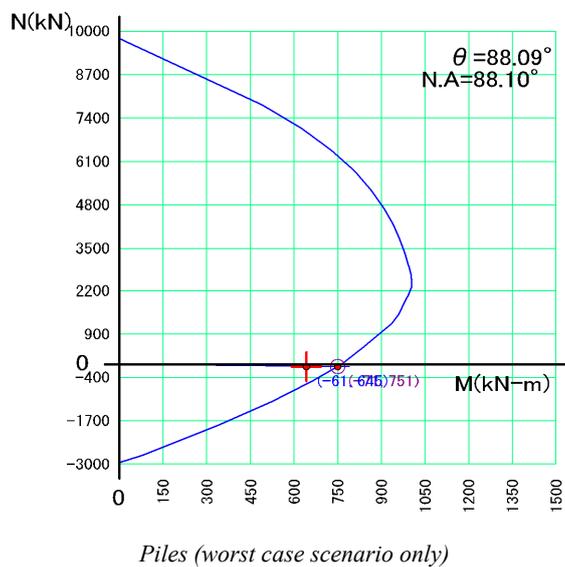
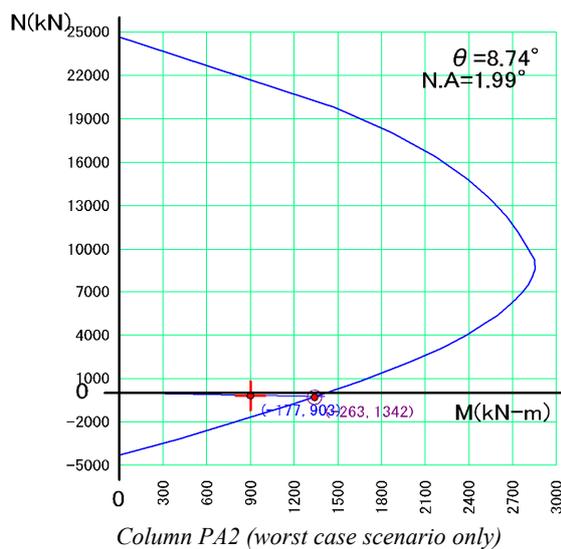
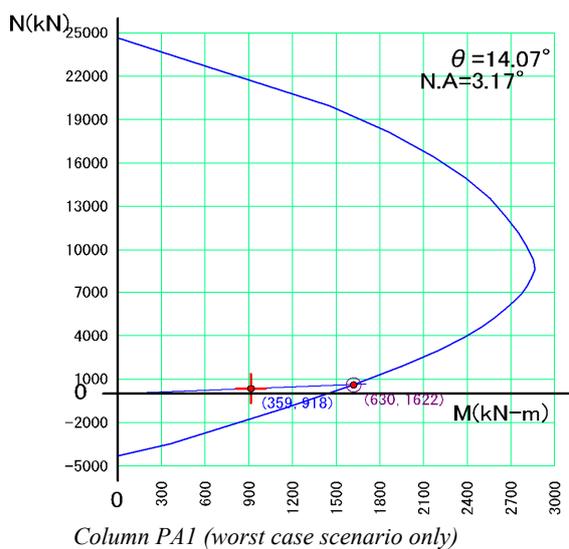
a-Fix pier





b-Mobile pier

Figure 1.123 Footbridge Cap Nord - P-M curve for column and piles of footbridge piers (kN; kN.m)



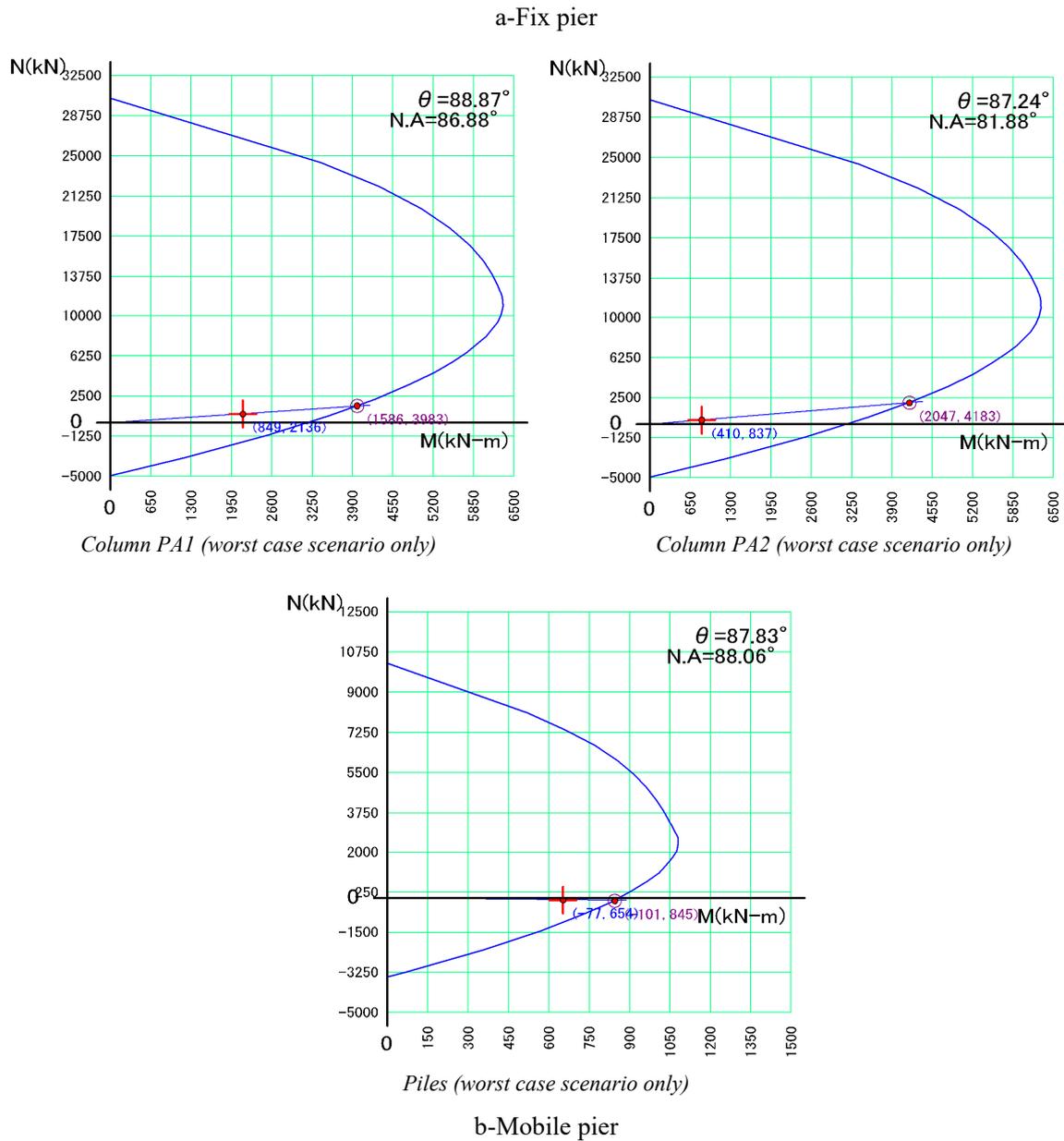


Figure 1.124 Footbridge Riviera-Palmeriaie - P-M curve for column and piles of footbridge piers
(kN; kN.m)

Deep foundation design

The pile group effect (interaction) can be ignored for center-to-center spacing of 3 times the diameter, or a 2.4m center-to-center spacing for $\phi 800$ m piles.

The compressive bearing capacity, R_c , is given by the following formula:

$$R_c = R_b + R_s$$

with

R_b : Tip bearing capacity

R_s : Friction capacity

The traction capacity, R_t , is given by the following formula:

$$R_t = R_s$$

with

R_s : Friction capacity

The pile length was determined based on the available geotechnical data of the closest borehole to the target area considering both the geotechnical tip bearing capacity and friction capacity as well as the presence of a homogeneous support layer as described in the NF standard. P 94-262. In addition, a safety margin was applied to cover the lack of geotechnical information specific to the footbridge foundation locations. The required geotechnical capabilities (N_{Ed}) and allowable capacities (N_{Rd}) as a function of pile depth are presented in Table 1.38.

Table 1.38 Footbridges – Max axial loads in piles and geotechnical capacity

Footbridge	Pier	Element	Diameter	N_{Ed} (kN)				Pile length	N_{Rd} (kN)			
				ELS CAR	ELS QUA	ELU	ACC		ELS CAR	ELS QUA	ELU	ACC
Cap Nord	Fix	Footbridge pier	0.8m	-1402	-1012	-1898	-1558	22m	-2245	-1837	-2710	-2981
		Stair support	0.6m	-576	-444	-779	-574	14m	-845	-691	-1061	-1167
	Mobile	Footbridge pier	0.8m	-1274	-1003	-1717	-1530	22m	-2245	-1837	-2710	-2981
		Stair support	0.6m	-576	-444	-779	-574	14m	-845	-691	-1061	-1167
Riviera - Palmeriaie	Fix	Footbridge pier	0.8m	-1130	-852	-1544	-1386	18m	-2211	-1809	-2727	-3000
		Stair support	0.6m	-582	-443	-786	-443	10m	-734	-601	-944	-1038
	Mobile	Footbridge pier	0.8m	-1057	-846	-1436	-1382	18m	-2211	-1809	-2727	-3000
		Stair support	0.6m	-548	-420	-741	-420	10m	-734	-601	-944	-1038

Shallow foundation design

The support at the bottom of the stairs will be a shallow foundation placed on backfill. The efforts applied to this support and the required geotechnical capacities are presented in Table 1.39. The height of the backfill is estimated at 1 to 1.5 meters for the Cap Nord footbridge and 1 to 1.5 meters to the Riviera-Palmeriaie footbridge, as necessary. These embankment heights as well as the soil capacity were established according to standard NF P 94-261 and available geotechnical data (the nearest boreholes were used). Those values are only informatives and final calculations shall be carried out during execution phase.

Table 1.39 Footbridges – Demands and bearing capacity for shallow foundations

Footbridge	Pier	Combination	R _x	R _y	R _z	F _{adm}
Cap Nord	Fix and 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	Fix	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	-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

Forces are in kN.

1.4 Elevator shafts design

As previously mentioned, in addition to the stairs, access to the footbridges will also be possible by elevators. The elevator shafts are reinforced concrete structures that have been dimensioned according to the Eurocode and models are briefly presented in this section. Calculations are carried out using a software integrating all the formulas of the Eurocode and the specificities of the French national appendix.

The geometry of the shafts and ramps is shown from Figure 1.125 to Figure 1.128.

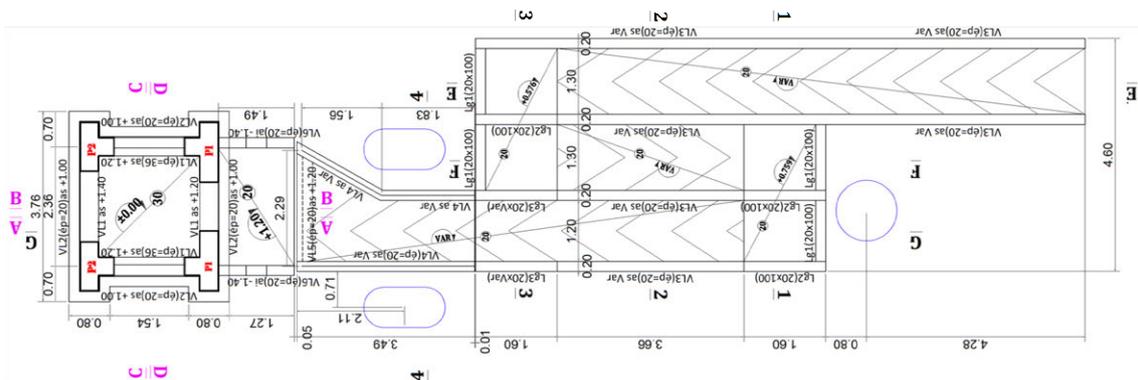


Figure 1.125 Plan view of the access (ramp and elevator – level 0)

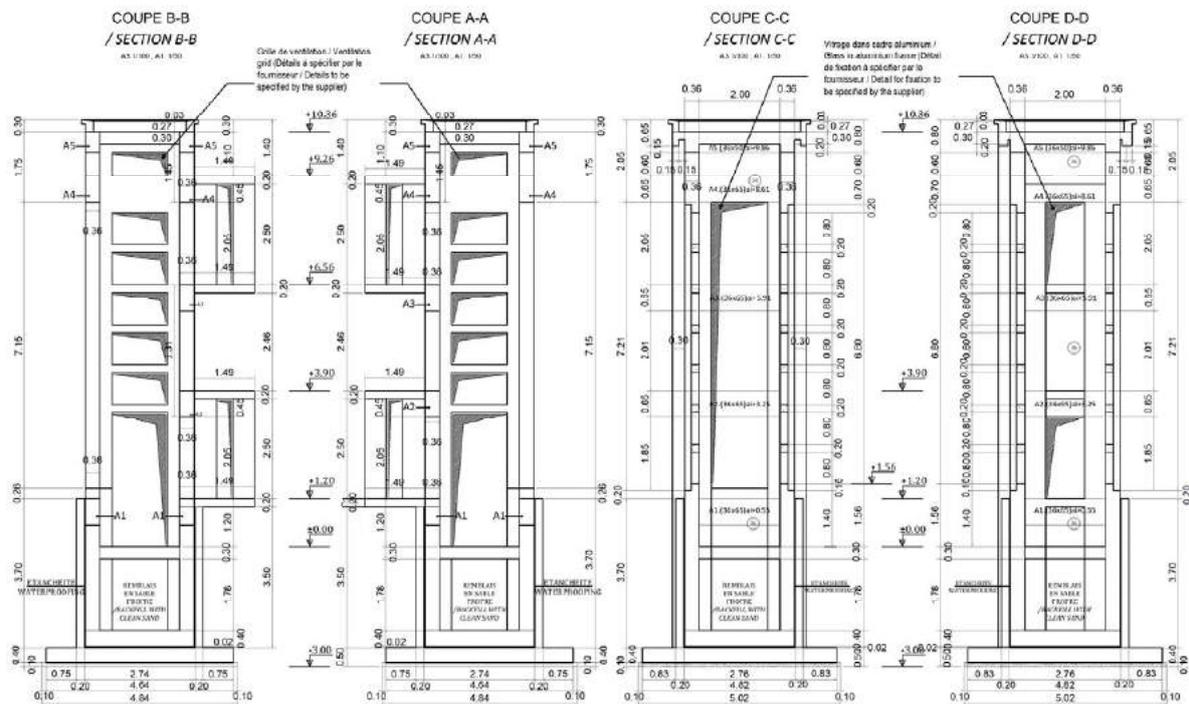


Figure 1.126 Elevation view of the shafts

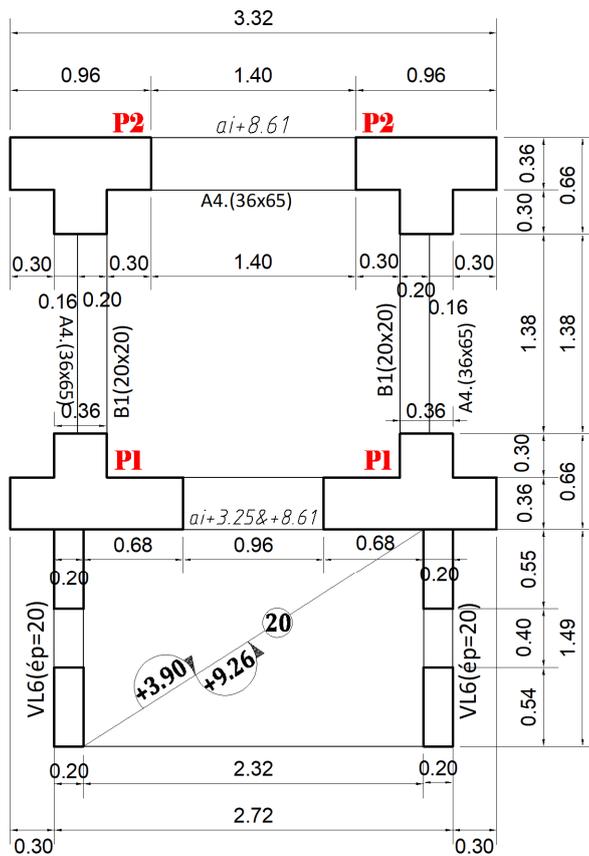


Figure 1.127 Typical section of the shafts (access level)

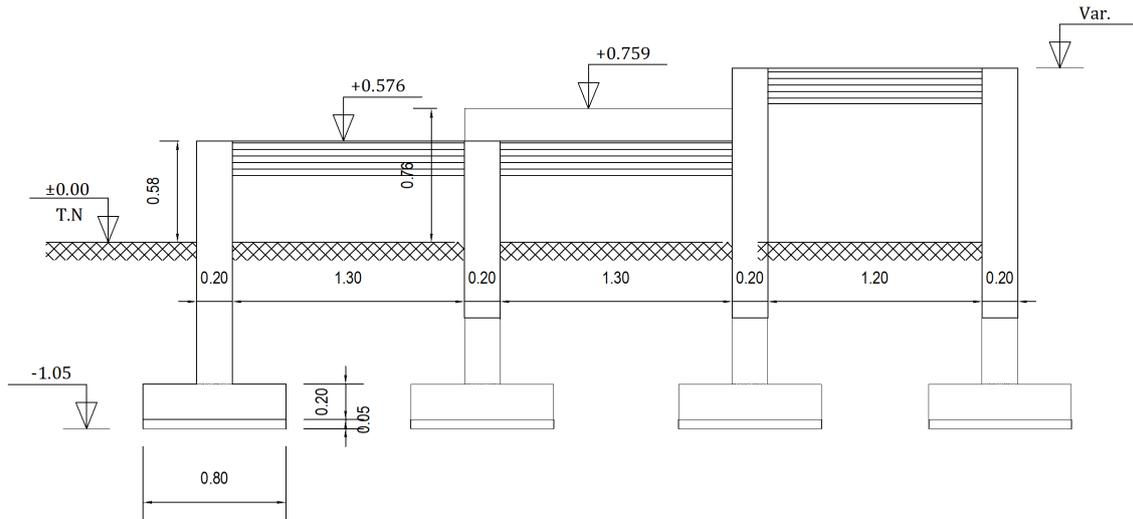


Figure 1.128 Typical section of ramps

Loads from the mechanical part of the lift were provided by the international supplier OTIS / CFAO and were applied in the model as point load forces in addition to the self-weight of the structure, wind loads and vehicle impact loads.

The analysis and design (determination of required reinforcement) were done using ROBOT software (autodesk) and the model of the reinforced concrete shaft and ramp are shown in Figure 1.129 and Figure 1.130 respectively. Beam and plate elements have been used and the necessary reinforcement was determined directly with the software (all the calculations are presented in the calculation notes and are not repeated here).

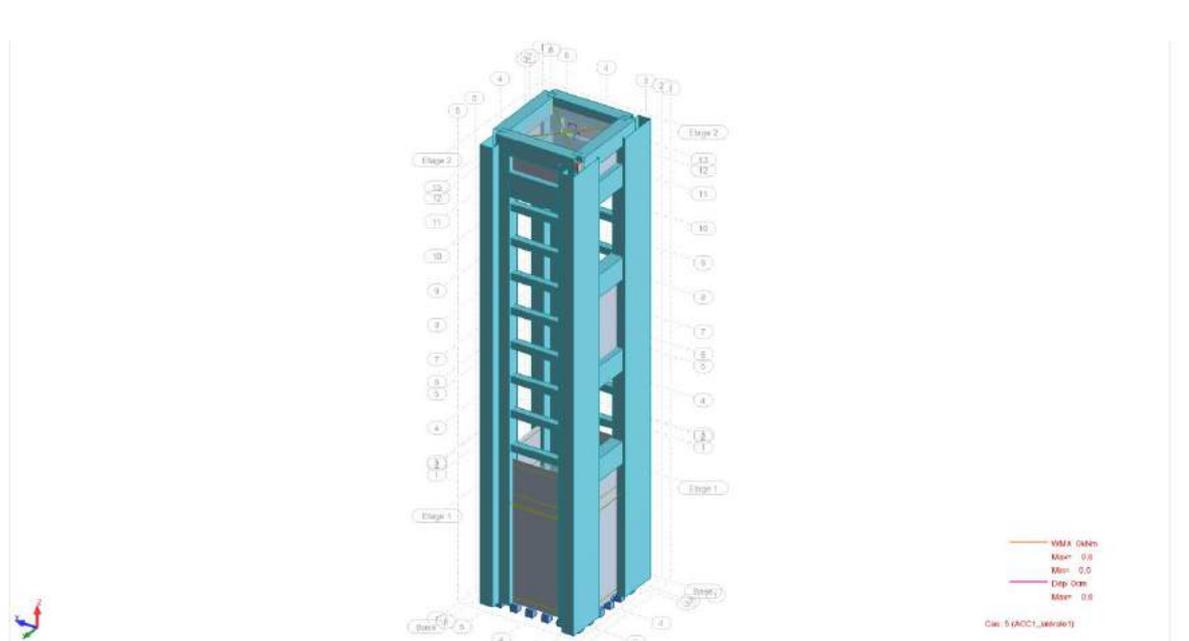


Figure 1.129 Footbridges – Model for the reinforced concrete shafts

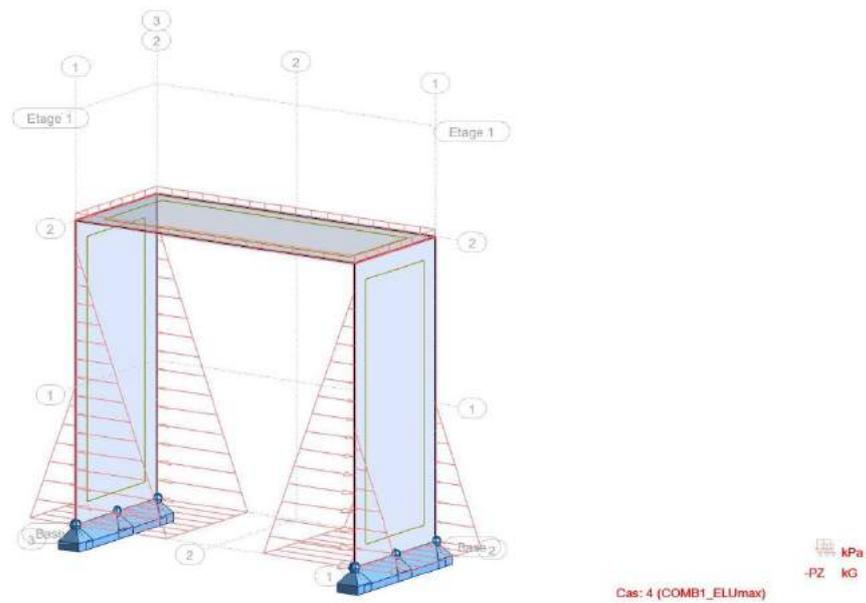


Figure 1.130 Foobridges – Model for the reinforced concrete ramps (with earth pressure loads)

It should be noted that the shafts and the access ramps will rest on shallow foundations composed of reinforced concrete footing integrated in the analysis models. Reinforcements obtained from structural calculations are presented in the drawings.

The detailing of the glazed wall to be fastened to the concrete frame must be proposed by the contractor during the execution phase with a system proving a sufficient watertightness against the infiltration of rainwater and against flooding.

付録 2

構造物の管理

I 初めに

構造物管理方針を確立する場合、自然、文化および社会経済環境を考慮しなかったため失敗に終わることがある。特に、技術指導書は通常、理想的な条件をベースに作成されることが一般であるため、これに記載された既往の方法をそのまま使用することは避けなければならない。

しかしながら、常にこれらの既往の方法は模範としてとらえ、自身の方法（管理手法）を考慮して確立することが重要であり、それが構造物を管理する者にとって必要な結果、すなわち構造物と使用者の安全を確保することに役立つ。

AGERROUTE が作成した構造物資産管理方針は以下を含む。

- 構造物調査（台帳作成）
- モニタリング
- 維持管理
- 補修
- データベースの保存・活用

この文書では主に構造物調査及びモニタリングに焦点を当てているが、この 2 つは AGERROUTE の構造物管理政策の基盤をなし、上記の他の活動もこれらをもとに方針が決定される。

II 構造物調査

構造物の資産管理には、構造物とそれらの特性の正確な記録の作成が必要である。把握していないものを管理することはできないからである。したがって、構造物の調査結果は、所在地、数、用途、調査方法、状態といった質問への回答となる。

AGERROUTE は主に以下の 4 点を軸に構造物調査方法を確立した。

- 構造物の識別
- 構造物特性の記録
- 簡易調査
- 記録の保存・活用・伝達

II-1 構造物の識別

この作業は全ての構造物のリストアップ、位置の特定及びコード化を目的とする。

a) 位置の特定

位置の特定により、各構造物がどの県または自治体にあるのか、あるいはどの川に架かっているのかを判別することが可能となる。ルート上では、構造物は GPS 座標とキロポスト (K.P) で定義される。

b) コード化

この作業によりコートジボワールにおける構造物をナンバリングすることができる。

構造物のコード化においては簡単な指標を採用した。これにより構造物資産データベースへ情報を提供する際の入力操作が容易となる。

- 指標 1：構造物の種類 OA または OH を表す
- 指標 2：当該県内で AGEROUTE が構造物に割り当てた番号
- 指標 3：道路の現在の登録番号
- 指標 4：構造物が位置する県のコード番号

(例) OA2D1-05

OA2 = 構造物 No.2	(指標 1 および 2)
D1 = 県道 1 号線	(指標 3)
05 = 構造物の存在する県のコード番号	(指標 4)

II-2 特性の記録

この作業により以下が可能となる。

- 各構造物の特性の記録
- 構造物の建設に関連する全ての関係資料の収集

この作業は構造物の寸法、図面 (スキャンしてデータベースに加える) および調査報告・工事報告を対象としている。

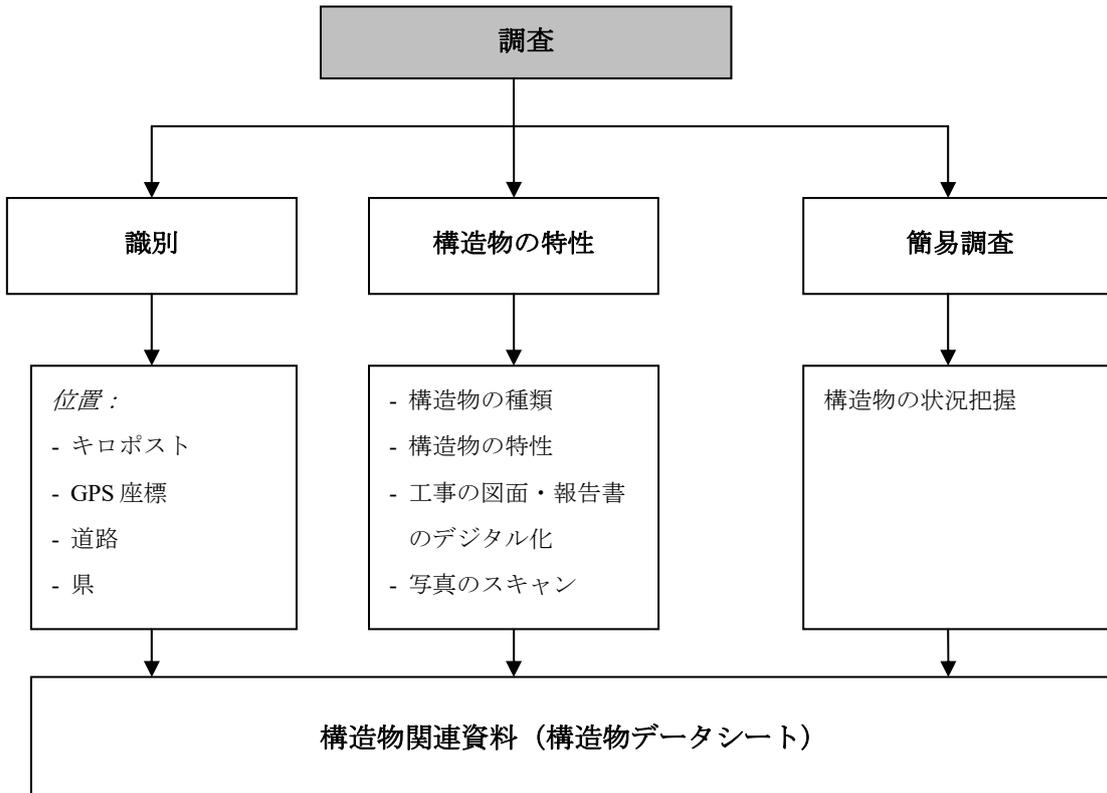
II-3 簡易調査

これにより、初期の維持管理作業または定期点検の計画策定に関して、管理者の方針を定めることができる。

具体的には、構造物とその付近の環境の目視調査からなる。

II-4 保存資料作成

調査結果をもとに、構造物のデータシートが作成される。



III モニタリング

構造物のモニタリングは構造物の管理と安全を確保するために必要な作業である。この作業により検査中に確認された状態とベースラインの状態（いわゆる通常の状態）を比較することができる。

構造物資産管理者はモニタリングにより構造物の状態の変化を確認することができる。

管理者の活動は具体的に次のような形をとる：

- 構造物の診断の実施
- 劣化の進行の継続的監視
- 対策方針の決定
- 維持管理・補修効果の検証
- 保全措置の確立
- 維持管理作業の継続的監視
- その他

III-1 モニタリング事項

- 構造物資産

モニタリングには構造物資産に関する十分な情報が必要である。したがって、あらゆる活動の前に、全ての構造物の調査を行う必要がある。

- 構造物関連資料

これには構造物のデータファイルと検査ファイルが含まれる。

データファイルは構造物の建設時記録（竣工記録）に相当する。構造物の特性、ポーリング調査の結果、建設時のコンクリート強度、工事関連資料といった構造物に関する基礎情報を含む。

検査ファイルは構造物関連資料の更新情報に相当し、構造物の状態変化を把握することができる。

III-2 モニタリングの内容

今日では構造物のモニタリングに関する技術指導書がいくつか存在する。しかしながら、構造物管理者はそれらを厳密に遵守する必要はなく、上記の一般的な目標を念頭に置きながら、それらを例として当該資産の環境に適合した方法を確立するようにしなければならない。

AGEROUTE において、モニタリングは主に次の3つを軸として組織される。

- 継続モニタリング（日常点検に該当 ※頻度は年2回）
- 定期検査（定期点検に該当）
- 詳細検査（詳細調査に該当）

a) 継続モニタリング

これは AGEROUTE の管轄委員会の職員が実施する視覚的なモニタリングである。このフェーズの目的を以下に示す。

- 構造物または使用者の安全に疑いがある場合に警告を発する
- 直ちに保全措置を講じる
- 使用者のために安全対策を講じる
- 異常とその変化を検出する
- 維持管理作業を開始する
- 損傷進行に対して対策を講じる
- 定期的な近接点検を開始する
- その他

この作業は、年に2回予定されている。雨季の前の視察と雨季の後の2回目の視察である。例外的に、使用者の情報に基づいて実施されることがある。

b) 定期検査

この作業は、AGEROUTEの構造物担当エンジニアによって実施または監督される。対象となる構造物は、特別構造物であり、損傷の程度に応じてAGEROUTE管轄委員会により定期点検が必要と判断された構造物を指す。

このフェーズの目的を以下に示す。

- 損傷のより詳細な診断を行う
- 補修方法を決定する
- 保全方法・措置の強化を決定する
- 詳細調査を開始する

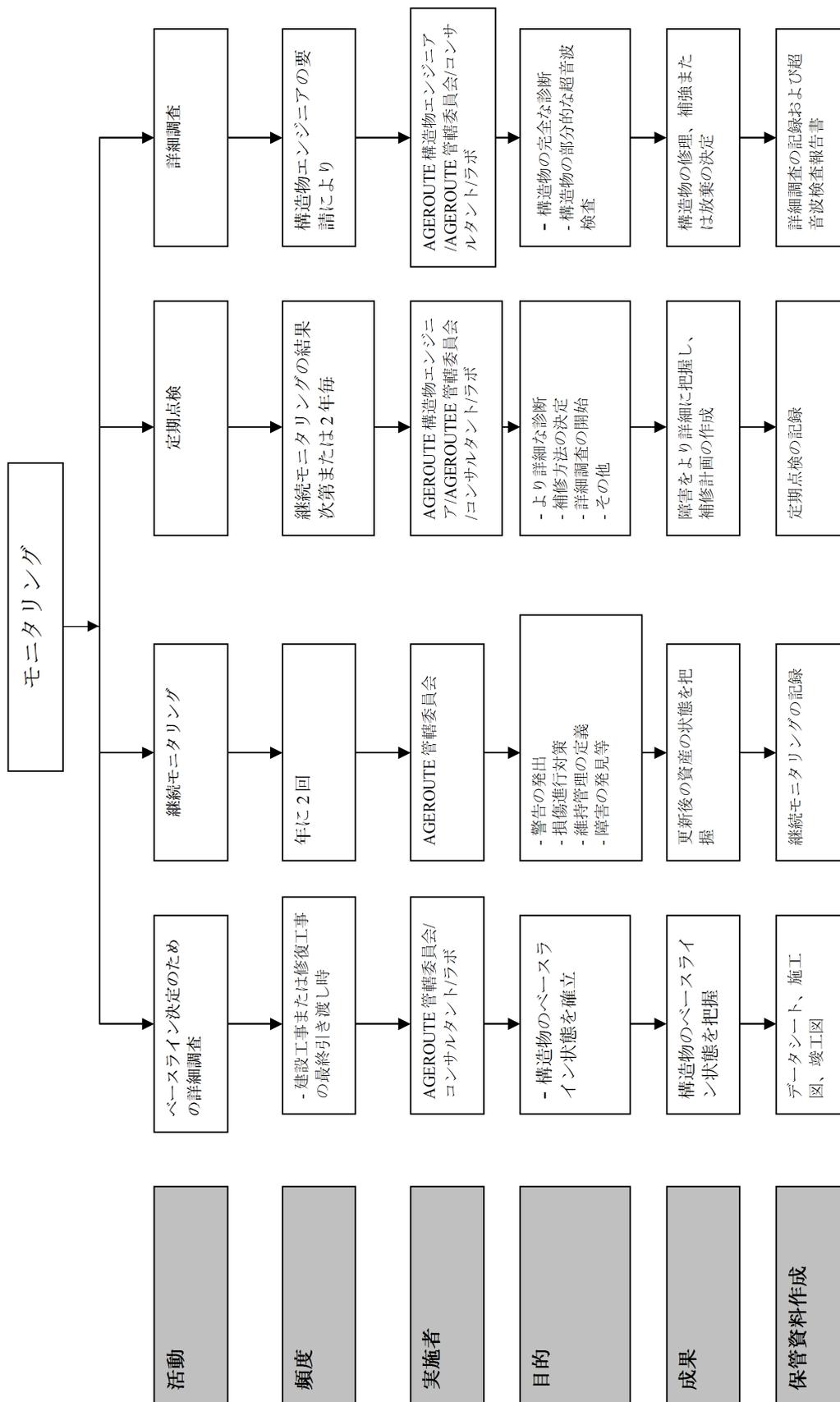
この作業は、AGEROUTE管轄委員の要請により行われるか、または特別構造物（PC橋または鋼橋）に対し2年毎に行われる。

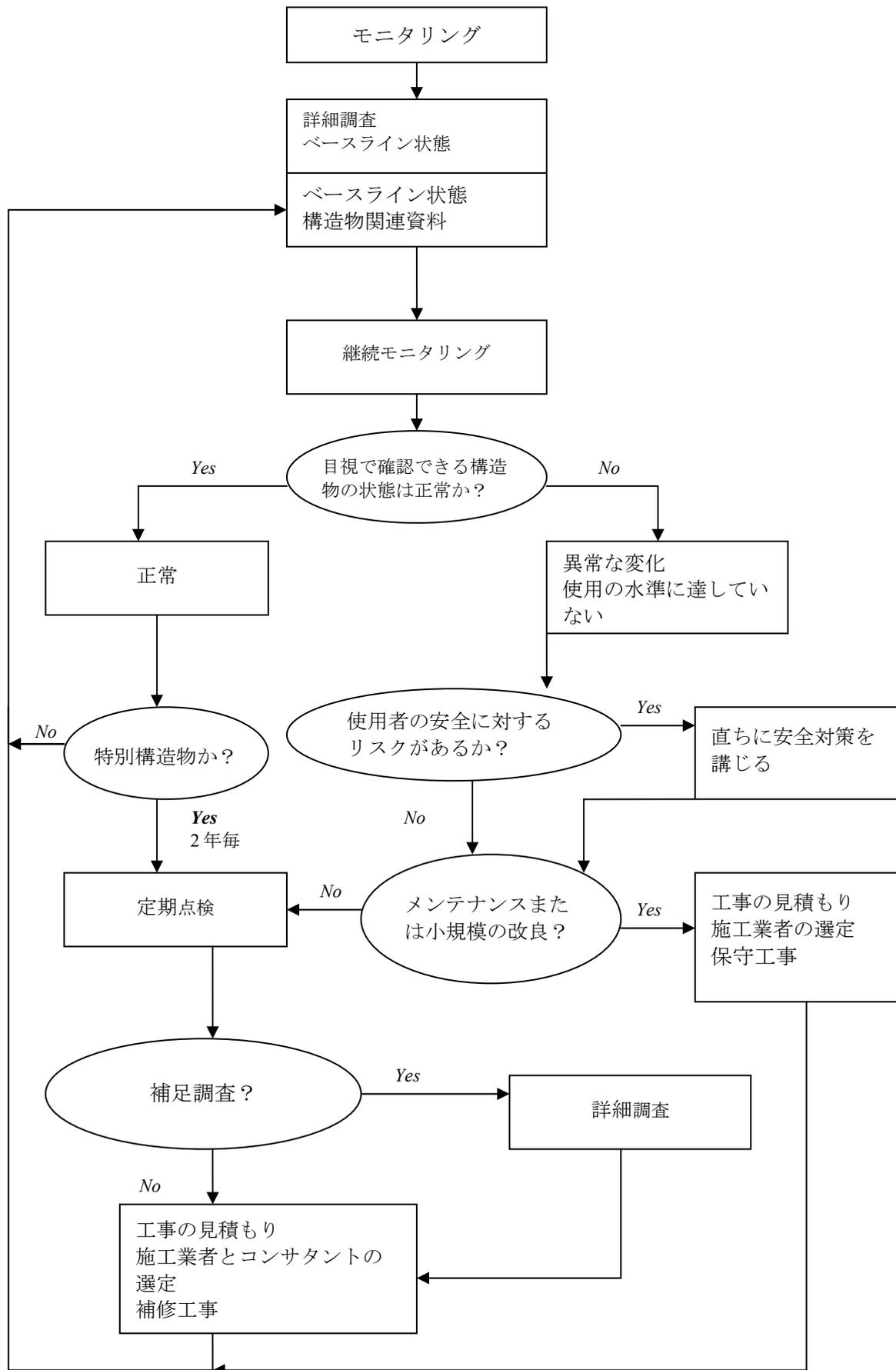
c) 詳細調査

竣工検査が構造物の建設工事の終了時に行われると、後述するベースライン状態を定めることができる。

ベースライン状態が確立された後、詳細調査に関連する他の作業は構造物担当エンジニアの要請に応じて行われる。これらの作業はAGEROUTE公認のコンサルタントとラボによって実施される。具体的には、構造物の完全な診断、材料の変質プロセスの特定およびその変化の把握、構造物の変形の測定が含まれる。

以下の2つの図はAGEROUTEにおけるモニタリングの組織と意思決定プロセスを示したものである。





結論

構造物管理のための適切な方針は、資産の十分な知識と、効果的かつ適切なモニタリング戦略の確立を前提とする。

サービスの質と安全性に関する使用者からの要求がますます大きくなる背景の下、コートジボワールの構造物資産の貴重な価値を考えると、これらの作業に必要な資金対策を講じる必要がある。