



21 / 03 / 2024

Étude amélioration de l'accessibilité à Monaco

Aménagements M6007

Scénario court terme



Sommaire

01 PRÉAMBULE

02 CALAGE DU MODÈLE ET DIAGNOSTIC DE L'ACTUEL

03 SCÉNARIO PROJET

04 ÉVOLUTIONS À COURT TERME (2027)

05 CONCLUSIONS

01 – Préambule

Contexte et objectifs

Contexte

L'attractivité tant économique que touristique de la Principauté de MONACO génère des trafics importants sur la M6007 entre le tunnel de l'A500 et la frontière entre la France et la Principauté. Cette situation, outre les coûts induits qu'elle engendre en raison des pertes de temps des usagers, peut être la source de problèmes de sécurité liés aux remontées de file de véhicules observées tant le matin dans le tunnel de l'A500 que le soir dans le tunnel RAINIER III.

Les différentes parties concernées, conscientes de ces difficultés, ont essayé, collectivement ou individuellement, de chercher des pistes d'améliorations. Plusieurs études ont déjà été conduites sur ce sujet permettant d'évaluer l'impact de différentes mesures visant à améliorer les conditions de circulation à court, moyen et long terme.

Objectifs

Il convient de faire à présent une étude complémentaire permettant de :

- mettre à jour les hypothèses d'entrée
- tester différents scénarios d'aménagement de la M6007.

Les résultats obtenus permettront de planifier et de coordonner les projets d'infrastructure et d'aménagement de voirie du périmètre d'étude et notamment : la réalisation de la trémie sous le carrefour De Gaulle/M6007 à Cap d'Ail, l'agrandissement du giratoire de l'Hôpital et le recalibrage du Bd du Jardin Exotique.

01 – Préambule

Méthodologie et scénarios étudiés

Méthodologie

L'étude s'est basée sur un travail de modélisation, réalisé à l'aide du modèle multimodal des Alpes-Maritimes MM06, modèle dit à « 4 étapes » et fonctionnant sous le logiciel VISUM. Les principales étapes méthodologiques sont résumées ci-après :

- Recueil de données en matière de mobilité multimodale dans le périmètre élargi : données existantes en matière de socio-économie et d'offre/demande sur l'ensemble des réseaux multimodaux de transport.
- Diagnostic et calage du modèle de trafic : calage itératif des réseaux et de la demande sur les modes VP et TC, permettant de reproduire au mieux les conditions actuelles de déplacements en 2023 sur l'ensemble du secteur d'étude.
- Modélisation et analyse du scénario projet à court terme (à l'horizon de calage).

Des calculs des réserves de capacité sur le carrefour M6007/ De Gaulle et sur le Giratoire de l'Hôpital ont ensuite été réalisés pour les deux scénarios étudiés.

Scénarios étudiés

- Scénario de référence à l'horizon actuel : il s'agit de la situation de calage à 2023.
- Scénario projet, avec trémie M6007/ De Gaulle mais sans le redimensionnement du giratoire Hôpital, à l'horizon de calage :

Ce scénario considère la création d'un passage souterrain à gabarit réduit (PSGR) permettant de dénivelier le mouvement de tout droit de la RM6007 au droit du carrefour avec l'av. De Gaulle à Cap d'Ail. La trémie est calibrée à 2 x 1 voies sur 200 m de longueur environ. Les voies pour les hors gabarit et les accès à l'av. De Gaulle ou chem. des Cyclamens sont maintenus à 1 voie par sens en surface.

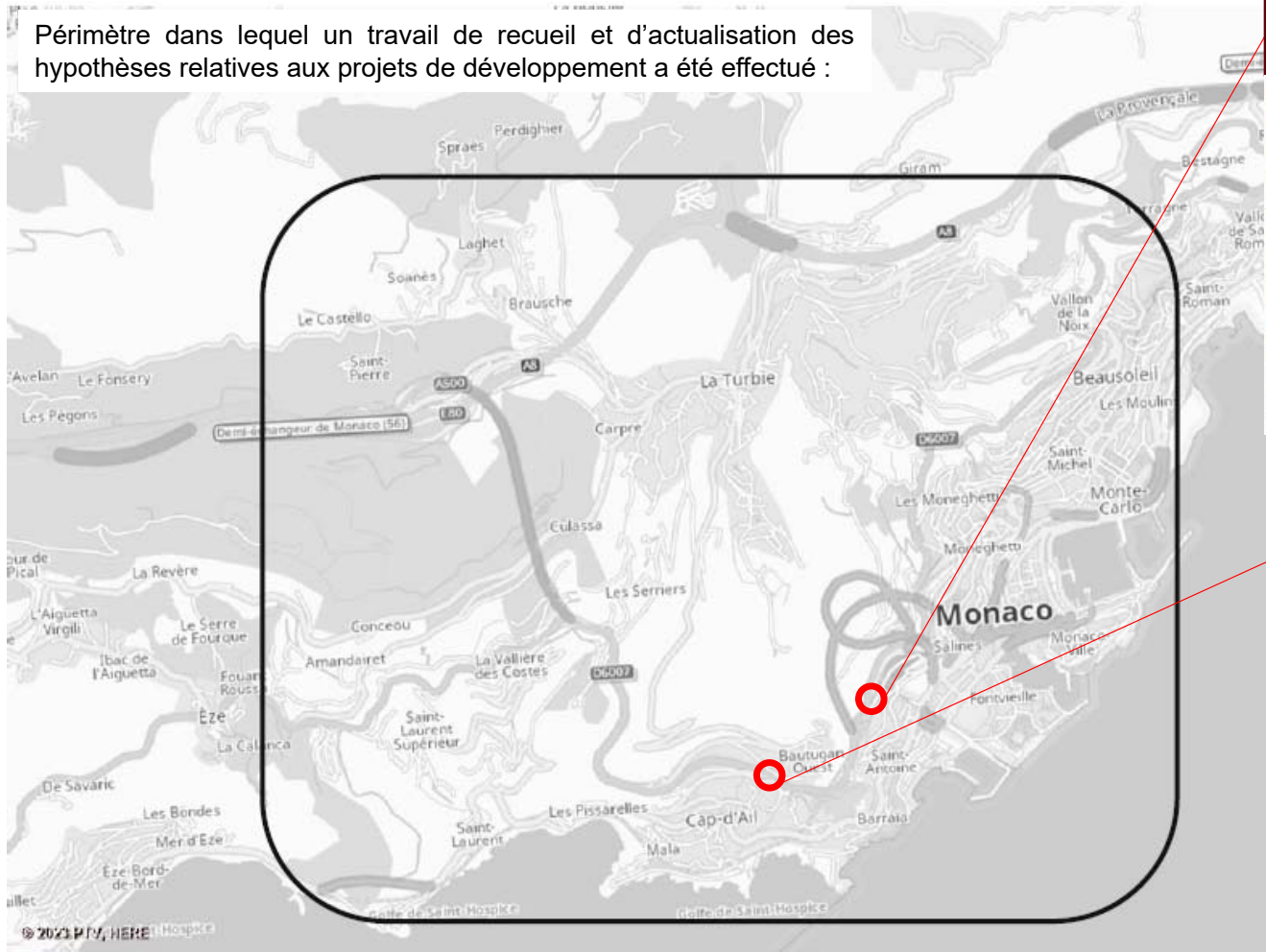
Périodes étudiés

- Cette note se concentre sur l'analyse de la situation de référence et de la situation projet à l'heure de pointe du matin d'un jour ouvré. Il s'agit de la période horaire la plus dimensionnante pour le trafic en entrée vers Monaco.

01 – Préambule

Périmètre d'étude

Périmètre dans lequel un travail de recueil et d'actualisation des hypothèses relatives aux projets de développement a été effectué :



Giratoire de l'Hôpital et du Bd du Jardin Exotique



Carrefour RM6007 / Avenue De Gaulle



01 – Préambule

Données d'entrée

Études précédentes

- Étude « RM6007 – Accès à Monaco », Ingérop 2017

Données de trafic

- Base de comptages SIG fournie par MNCA :
- Comptages directionnels (23 mai 2023) et mesures de rétention, (23 mai et 29 juin 2023) :
 - › Carrefour 1 : Avenue Prince Rainier III x Boulevard du Jardin Exotique (Giratoire Hôpital)
 - › Carrefour 2 : Chemin des Cyclamens x Avenue Prince Rainier III x Avenue du Général De Gaulle
- TMJA 2023 sur la M6098 (angle Savorani)
- Données fournis par le CIGM :
 - › Débits journaliers moyens relevés en 2022 aux stations d'entrées et de sortie de la Principauté : Wutemberg, tunnel Rainier III et Tunnel Albert II:
 - › l'Étude de trafic - Moyenne Corniche Nice (Av. Prince Rainier III - Cap d'Ail) :
 - évolution de la densité du trafic entrant en Principauté
 - trafic sortant au niveau du tunnel Rainier III et du Jardin Exotique
 - comptages de Vinci Autoroute sur la bretelle A500
 - Trafics 2021 sur la RM6007 et RM6307 au nord du Giratoire Hôpital, sur la RM6007 au niveau de Bautugan et sur la RM6098 au niveau du carrefour avec l'Av. Savorani.

02 – Calage du modèle et diagnostic de l'actuel

Méthodologie

Les principales étapes d'élaboration d'une modélisation dite de « calage » en situation actuelle 2023 sont résumées ci-dessous :

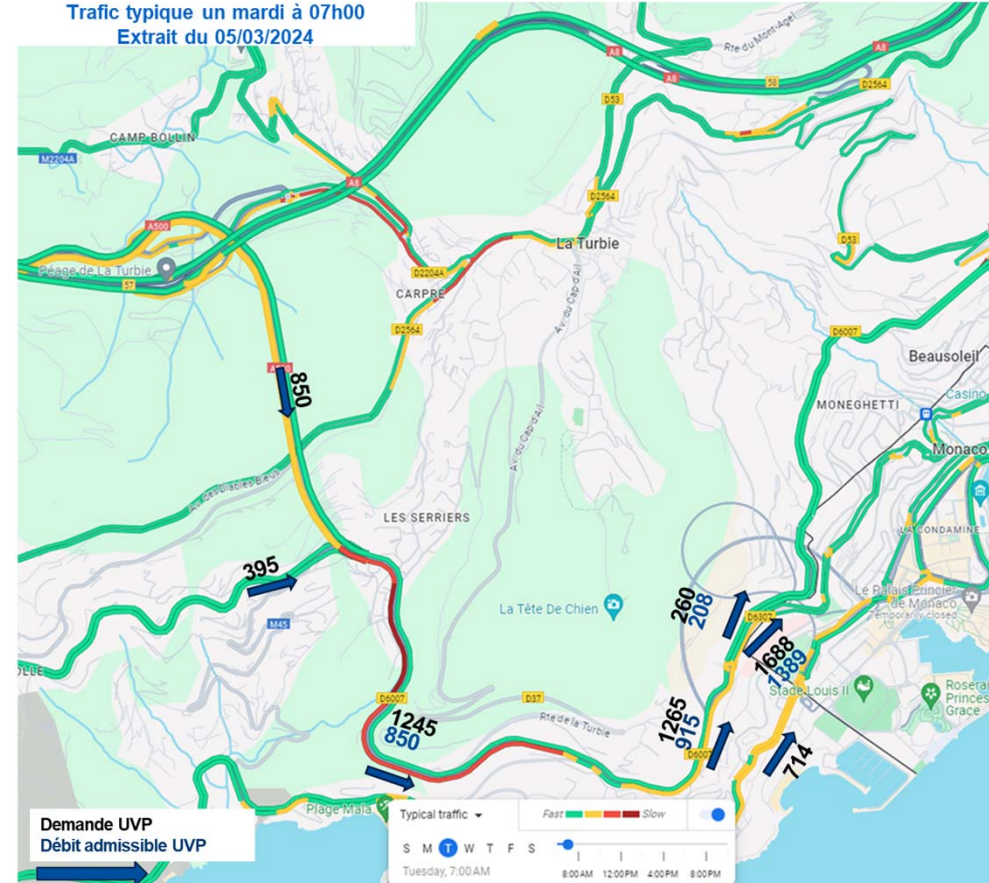
- Préparation des données & choix des indicateurs de calage :
 - > Au regard de la variété et de l'hétérogénéité des données collectées (sources, formats, années/périodes...) :
 - Il a été choisi de retenir l'horizon 2022 / 2023 comme horizon de calage, du fait de l'essentiel des données fournies entre 2021 et 2023
 - Puis ont été effectués une sélection et un traitement des données trafics collectés, en vue de définir des « valeurs cibles » de calage adaptées aux spécificités de chacun des modes. Les indicateurs cibles retenus pour le calage (représentatifs d'un jour ouvré de semaine) ont ainsi été les suivants :
 - Débits routiers en HPM pour le mode routier (exprimés en UVP/h), rehaussés de la demande supplémentaire estimée à partir des retentions observées sur le carrefour De Gaulle et le giratoire de l'Hôpital ;
 - Fréquentations pour les lignes TC (données journalières).
- Actualisation des données socio-économiques sur le territoire de Monaco sur la base des dernières données IMSEE.

Population	Touristes	Emplois
39050	3480	60519

- Corrections de réseaux : sur les entrées sorties de Monaco essentiellement

Détermination des cibles de calage pour le mode routier – trafic en entrée vers Monaco

Trafic typique un mardi à 07h00
Extrait du 05/03/2024



02 – Calage du modèle et diagnostic de l'actuel

Résultats

La vérification du calage du modèle est réalisée sur la base de l'indicateur GEH » pour chaque cible retenue pour les **modes VP**, dont la formule est rappelée ci-dessous :

$$GEH = \sqrt{\frac{(f-c)^2}{(f+c)/2}}$$

avec f correspondant au flux affecté dans le modèle, et c les comptages.

Au regard des limites et des contraintes inhérentes à l'utilisation du modèle MM06, les objectifs de calage de la situation actuelle ont été les suivants :

- A minima, d'améliorer globalement et successivement la qualité des critères de calage ;
- Autant que possible, de maximiser la part d'indicateurs GEH inférieurs à 5 et à 10.

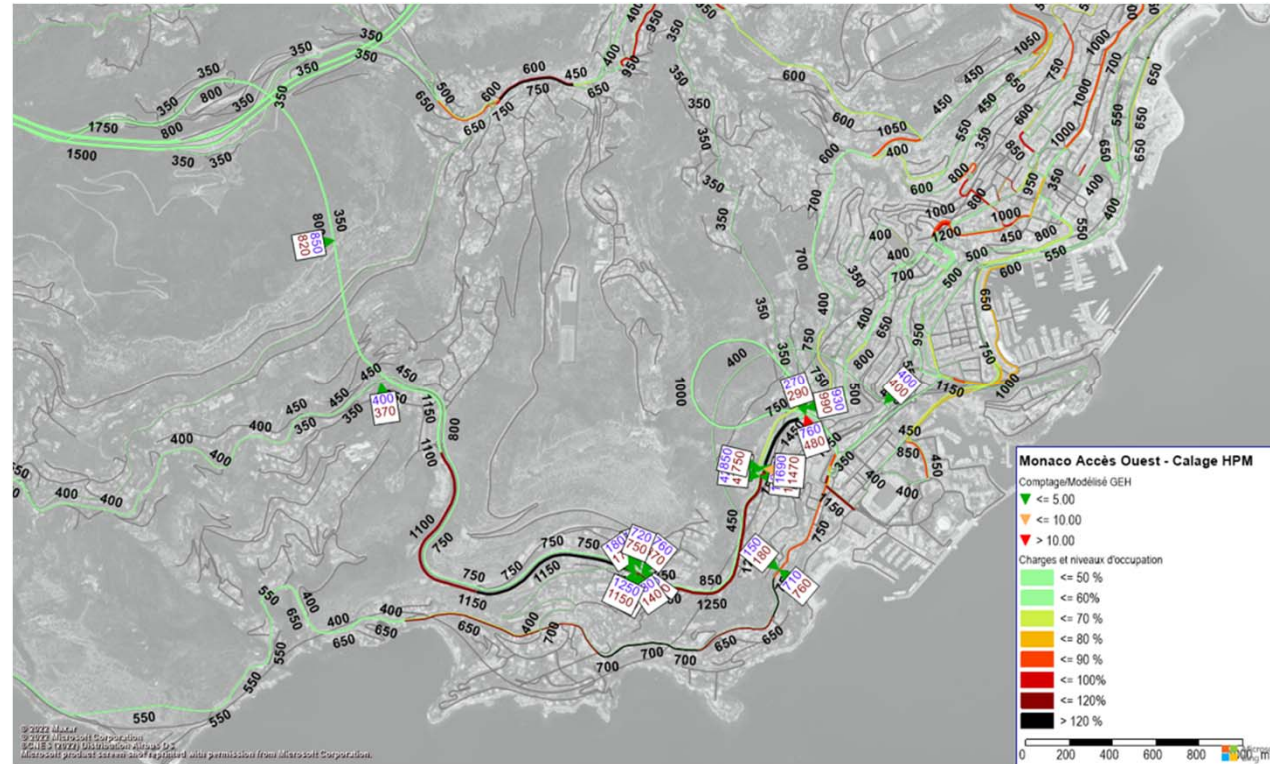
Sur le périmètre d'étude (23 postes), 87% des postes ont un GEH <= 5 suite au recalage.

État initial	GEH<=5	GEH<=10	GEH global
Seuil à atteindre	> 80%	> 95%	< 4
État	59%	73%	15,4

État après calage	GEH<=5	GEH<=10	GEH global
Seuil à atteindre	> 80%	> 95%	< 4
État	91%	95%	3,5

Concernant la **demande TC**, l'ordre de grandeur des montées et descentes journalières en gare de Monaco est bien reproduit par le modèle (13000 montées et descentes / jour modélisées contre les 11300 montées et descentes / jour comptées en mai 2022).

Niveau de calage, charge et saturation à l'HPM



02 – Calage du modèle et diagnostic de l'actuel

Résultats

Le modèle arrive à reproduire plutôt bien la demande et les congestions observées en HPM en entrée de Monaco, notamment la saturation de l'axe RM6007 avec les points durs constituée par :

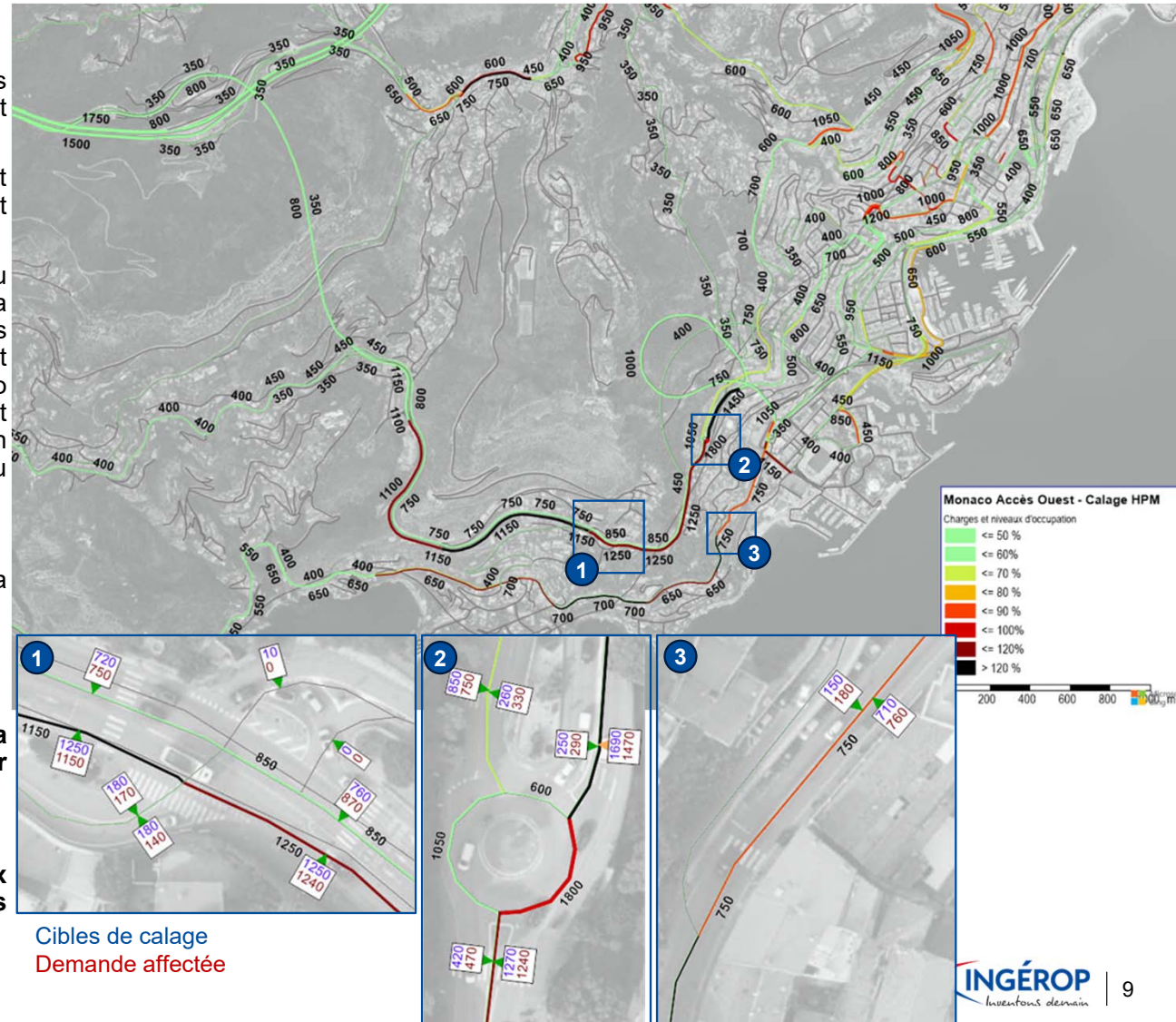
- Le carrefour De Gaulle / M6007 : la branche ouest est particulièrement saturée, avec des congestions qui se propagent jusqu'à l'entrée du tunnel A500.
- Le giratoire de l'Hôpital et Bd du Jardin Exotique en entrée du Tunnel Albert II : le modèle reproduit bien les congestions sur la RM6007 à l'ouest du giratoire de l'Hôpital, en revanche les congestions sur le Bd du Jardin Exotique en direction de l'est semblent trop prononcées. La demande en entrée vers Monaco depuis la RM6007 Ouest sur le giratoire de l'Hôpital est globalement bien estimée, toutefois le modèle n'arrive pas à bien reproduire la répartition du trafic vers la RM6007 Est et le Bd. du Jardin Exotique.

En situation actuelle, nous remarquons aussi des congestions sur la M6098, notamment à l'ouest de l'Av. Savorani.

Le niveau de calage est jugé globalement satisfaisant sur la majorité du réseau viaire du secteur et il est donc adapté pour poursuivre la modélisation du scénario projet.

Toutefois, un recalage local des mouvements tournants aux carrefours est réalisé préalablement aux calculs des réserves de capacité.

Charge et saturation à l'HPM



02 – Calage du modèle et diagnostic de l'actuel

Calculs des réserves de capacité en situation actuelle

Giratoire de l'Hôpital

Le calcul de capacité réalisé avec GIRABASE montre des réserves de capacité très faibles sur la branche RM6007 Ouest. Les remontées de file issues du calcul de capacité du sont bien plus conséquentes que les remontées de file relevées le 23 mai 2023 à l'HPM (retentions chroniques = 130m, retentions ponctuelles = 270m).

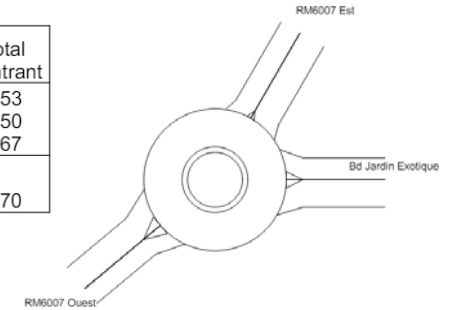
Cependant les retentions estimées par GIRABASE sont cohérentes avec les congestions observables sur Google Trafic (cf. extrait ci-dessous), qui montre bien une interaction entre les remontées de file générées au niveau du giratoire de l'Hôpital et celles au niveau du carrefour De Gaulle, éloignés de 950m.



Résultats

Trafic Véhicules en UVP

	1	2	3	Total Entrant
1	26	73	154	253
2	585	3	262	850
3	1080	184	3	1267
Total Sortant	1691	260	419	2370



Anneau

Rayon de l'îlot infranchissable :	5,00 m
Largeur de la bande franchissable :	1,00 m
Largeur de l'anneau :	7,00 m
Rayon extérieur du giratoire :	13,00 m

Branches

Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)		
				Entrée à 4 m	Îlot à 15 m	Sortie
Bd Jardin Exotique	0			4,00	3,00	5,00
RM6007 Est	60			4,00	1,50	5,00
RM6007 Ouest	220			3,50	4,00	5,00

Résultats

	Réserve de Capacité en uvp/h	Réserve de Capacité en %	Longueur de Stockage moyenne	Longueur de Stockage maximale	Temps d'Attente moyen	Temps d'Attente total
Bd Jardin Exotique	1303	84%	0vh	2vh	0s	0,0h
RM6007 Est	718	46%	0vh	3vh	1s	0,4h
RM6007 Ouest	-339	-37%	169vh	420vh	657s	231h

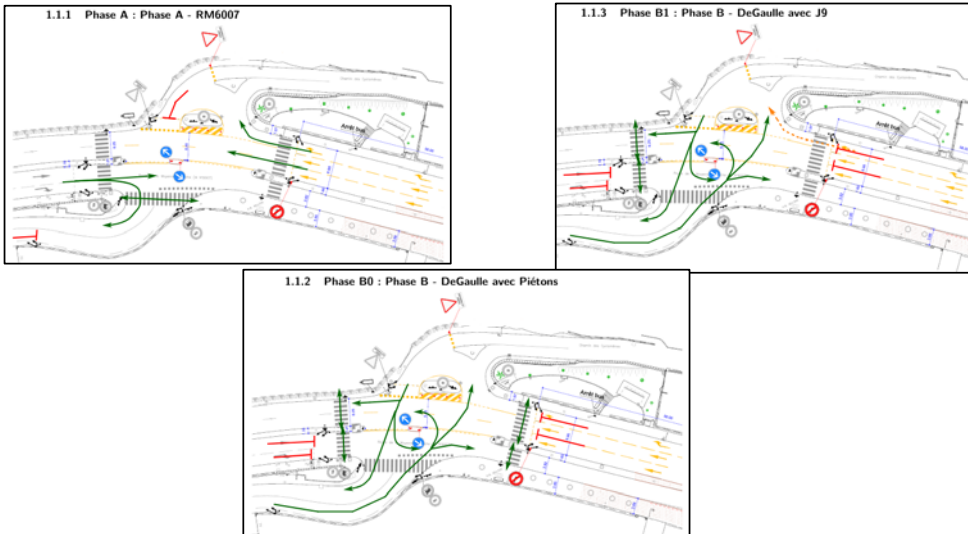
02 – Calage du modèle et diagnostic de l'actuel

Calculs des réserves de capacité en situation actuelle

Carrefour RM6007 / De Gaulle

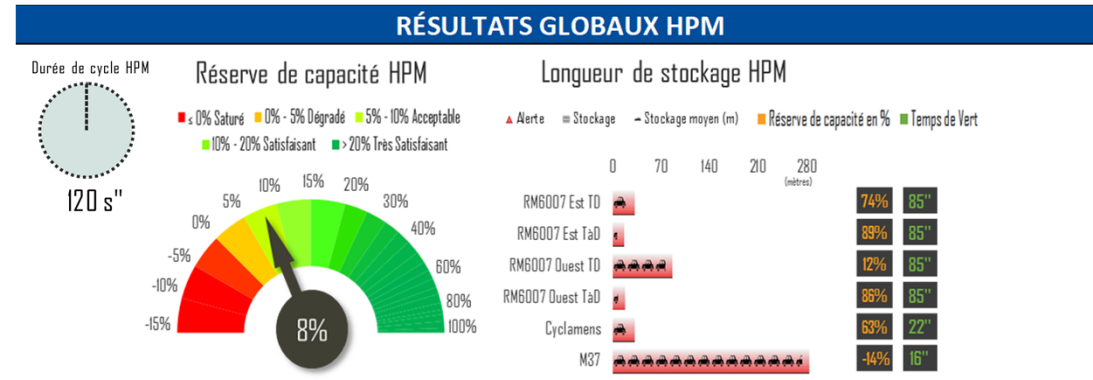
La situation actuelle est étudiée telle quelle, en utilisant les temps de vert et interphases indiqués sur le dossier de régulation existant :

- Phase A : 75s de vert.
- Phase B : 11s de vert.
- De A vers B : de 23s (avec une optimisation de 10s des lignes de feux RM6007 Est et Ouest, et de 5s des lignes de feux Nord et Sud sur cette interphase).
- De B vers A : de 11s.



Cette étude renvoie un carrefour en limite de capacité mais offrant un écoulement relativement acceptable au vu de la congestion de la zone.

Une remontée maximale de 120m environ sur la RM6007 Ouest est observable sur ces calculs. L'ampleur des remontées de file de 2130m observé sur le terrain le 29 juin 2023 est donc très probablement imputable à des conséquences externes à ce carrefour, notamment en aval depuis le giratoire de l'Hôpital.



RÉSULTATS DÉTAILLÉS HPM

N° Phase	Nom de ligne	Durées de vert réellement disponibles (yc impact TC & Modes actifs)	Réserve de capacité		Nb véh moy. stockés au rouge	Stockage maxi	Stockage moyen
		en secondes	en uvpd / voie	en %	par cycle et par voie	en mètres	en mètres
Phase 1	RM6007 Est TD	85	947	74%	3	44	22
Phase 1	RM6007 Est TàD	85	1137	89%	1	19	7
Phase 1	RM6007 Ouest TD	85	149	12%	11	116	77
Phase 1	RM6007 Ouest TàD	85	1097	86%	1	21	8
Phase 2	Cyclamens	22	209	63%	3	43	22
Phase 2	M37	16	-34	-14%	5	301	273

02 – Calage du modèle et diagnostic de l'actuel

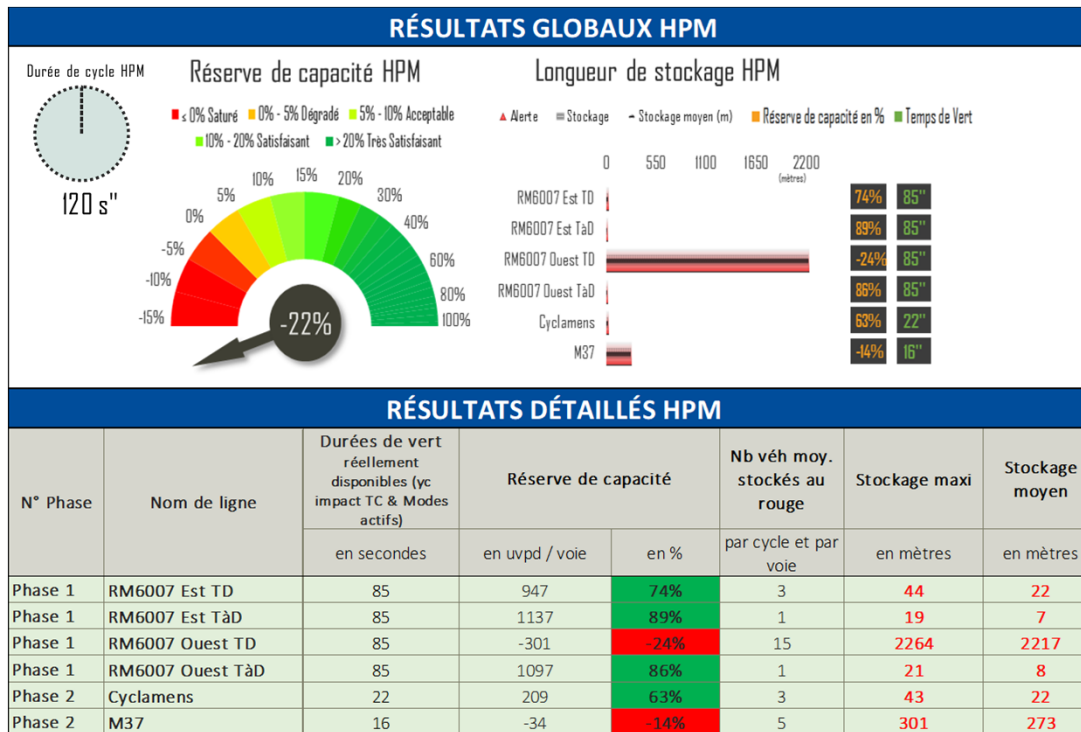
Calculs des réserves de capacité en situation actuelle

Carrefour RM6007 / De Gaulle

Le logiciel de calcul de capacité théorique a pour limite l'étude de l'interdépendance entre plusieurs carrefours. Il ne permet donc pas d'évaluer l'impact des remontées de file d'un carrefour en aval sur celui en amont.

Afin de reproduire l'impact des remontées de file générés au niveau du Giratoire de l'Hôpital sur le carrefour De Gaulle, nous avons estimé à dire d'experts un coefficient de gêne sur le mouvement Tout-Droit depuis la RM6007 Ouest au niveau du carrefour RM6007 / De Gaulle. Ce coefficient est estimé à 1,4.

Le calcul de capacité du Carrefour RM6007 / De Gaulle a donc été révisé en utilisant ce coefficient de gêne.



Les calculs révisés montrent un carrefour en déficit de capacité, avec une branche ouest particulièrement saturée.

Les calculs réalisés sur les deux carrefours sont corroborés par les observations terrain de 2023 :

- 914 véhicules sont comptés sur la voie RM6007 Ouest du giratoire de l'Hôpital.
- Les résultats du test de capacité du giratoire montrent une réserve de capacité de -339 uvp/h sur cette même voie, ce qui, retiré à la demande effective de 1267 uvp/h donne 928 uvp, valeur très proche et cohérente avec les 914 uvp comptés. Le giratoire écoule donc actuellement le maximum de sa demande possible.
- Les remontées de file moyennes et maximales calculées sur la RM6007 à l'ouest du carrefour RM6007 / De Gaulle sont d'environ 2km, valeur très proche à la valeur observée sur cette branche en 2023.

03 – Scénario projet

Méthodologie

Le scénario projet inclut uniquement la réalisation de la trémie M6007 / De Gaulle, sans le redimensionnement du giratoire Hôpital.

La création du scénario projet est basé sur les hypothèses suivantes :

- Création d'une trémie bidirectionnelle, avec une capacité de 1600 UVP/h/sens, et report des mouvements de tout-droit de la RM6007 vers la trémie.
- Réduction de la capacité des voies de surface de au droit du carrefour De Gaulle à 1000UVP/h.
- Augmentation de la capacité de la section de RM6007 entre le carrefour de la Turbie et le carrefour de Gaulle en direction de l'est de 900UVP/h à 1600UVP/h, afin de reproduire les effets de la suppression du verrou sur le carrefour De Gaulle.
- Augmentation de la capacité de la section en voie unique de RM6007 à l'ouest du carrefour de la Turbie de 1000UVP/h à 1300UVP/h. L'évolution de la capacité sur cette section a été estimée sur la base du débit maximal qui peut être écoulé au niveau du carrefour à feux de la Turbie (durée de vert de la phase associée au mouvement ouest-est).



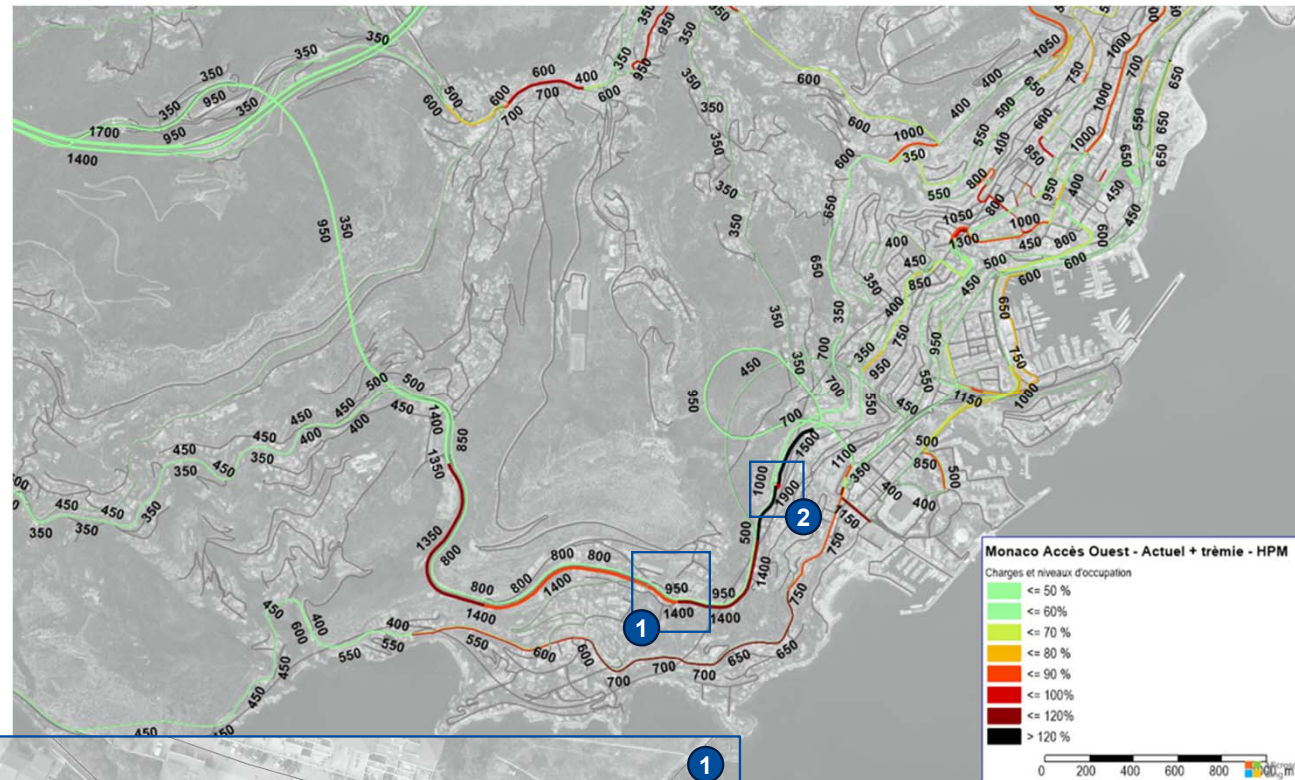
03 – Scénario projet

Résultats

L'analyse des résultats de simulation permet de tirer plusieurs conclusions :

- Avec la mise en service de la trémie, une amélioration des conditions de circulation est observée sur la RM6007 en direction de Monaco à l'ouest du carrefour RM6007 / De Gaulle.
- L'induction de demande supplémentaire sur la RM6007, liée à la suppression du verrou RM6007/De Gaulle, est limitée par la capacité de la RM6007 à l'ouest du carrefour de la Turbie (le débit maximal qui peut être écoulé au niveau du carrefour à feux de la Turbie est de 1300 UVP/h).
- La réalisation de la trémie a pour effet la suppression du verrou au niveau du carrefour RM6007 / De Gaulle, mais elle entraîne en même temps l'accentuation du point dur constitué par le Giratoire Hôpital.
- Des possibilités de remontées de file dans la trémie sont donc à craindre.

Charge et saturation à l'HPM



03 – Scénario projet

Résultats

La carte de différence entre la situation projet et la situation de référence (situation de calage) indique une augmentation de la charge en entrée vers Monaco :

- +240 UVP/h en amont de la trémie.
- +170 UVP/h au droit du giratoire de l'Hôpital.

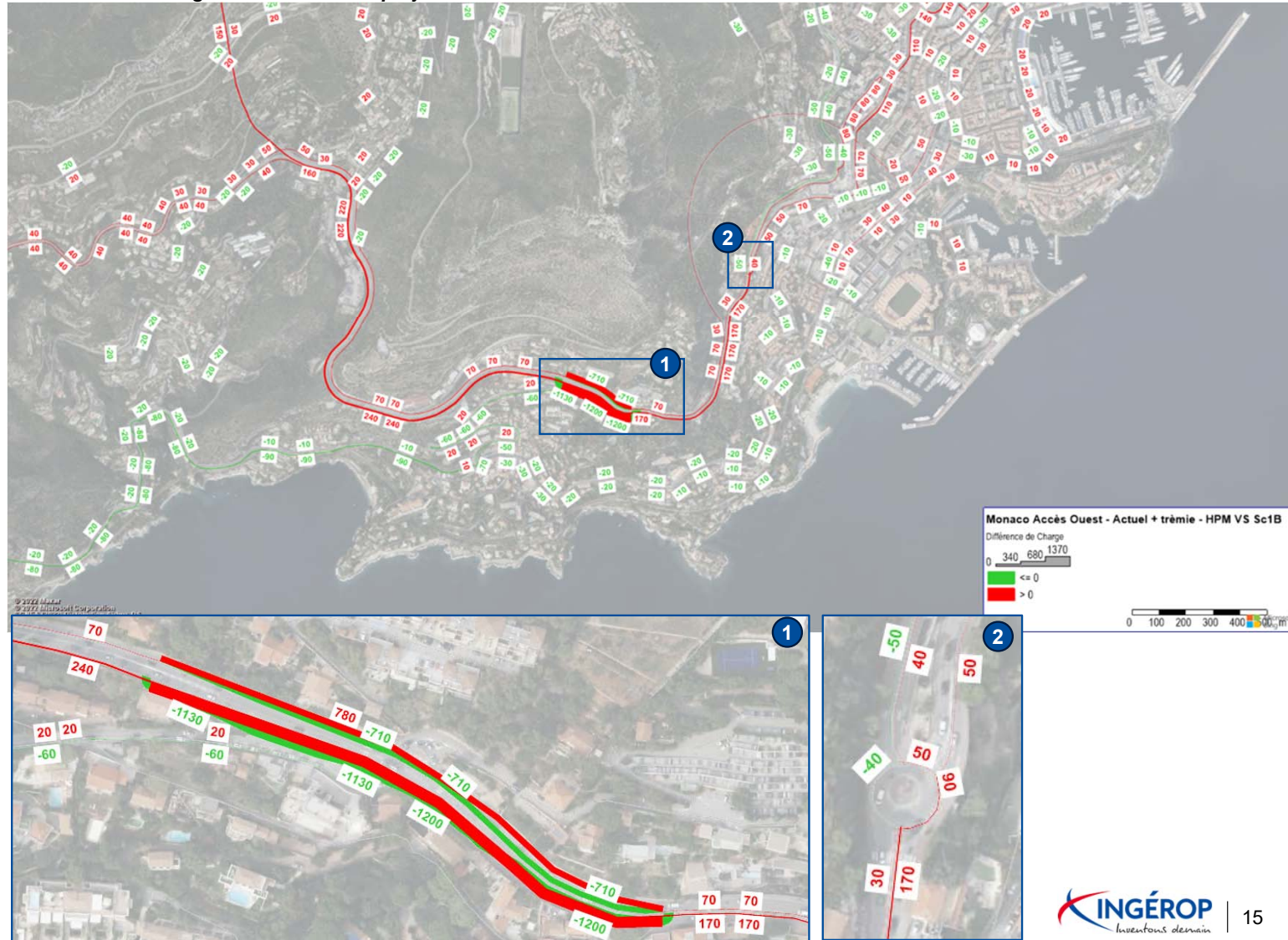
Cette demande induite provient en grande partie du tunnel A500.

L'induction depuis la Basse Corniche est faible.

La charge globale entrant sur le giratoire de l'Hôpital augmente de +5% en situation projet.

Sur la branche RM6007 Ouest, l'évolution de la demande atteint +13%.

Différence de charge entre la situation projet et la situation de référence

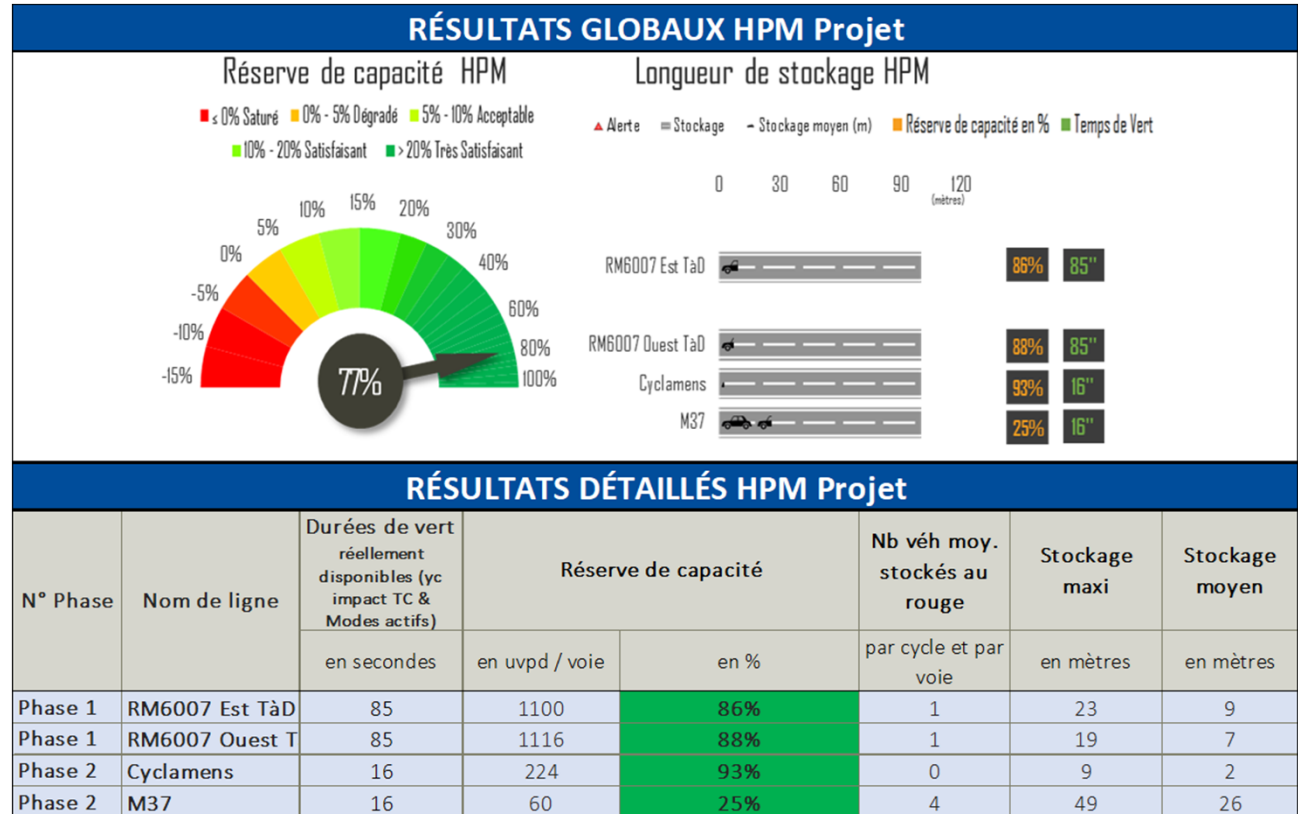


03 – Scénario projet

Calculs des réserves de capacité

Carrefour RM6007 / De Gaulle

Comme prévu, avec le report des mouvements tout-droit de la RM6007 sur la trémie, le carrefour à feux RM6007 / De Gaulle gagne fortement en réserve de capacité.



03 – Scénario projet

Calculs des réserves de capacité

Giratoire de l'Hôpital

L'augmentation de la demande sur le Giratoire de l'Hôpital suite à la mise en service de la trémie entraîne une détérioration des réserves de capacité de la RM6007 Ouest.

Sur cette branche, la longueur moyenne des files d'attente augmente de 240 mètres : le nombre de véhicules en attente passe de 169 à 217vh, ce qui se traduit par une longueur moyenne de file d'attente de plus de 1 km.

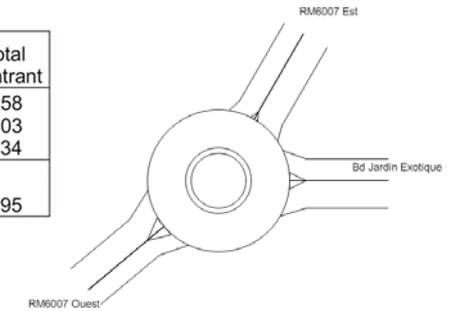
Les files d'attente maximales observables ponctuellement peuvent atteindre plus de 2,5 km.

Les remontées de file générées au niveau du giratoire de l'Hôpital peuvent donc se propager à l'intérieur de la trémie sous le carrefour RM6007 / De Gaulle.

Résultats

Trafic Véhicules Mode UVP

	1	2	3	Total Entrant
1	26	73	159	258
2	509	3	291	803
3	1204	227	3	1434
Total Sortant	1739	303	453	2495



Anneau

Rayon de l'îlot infranchissable :	5,00 m
Largeur de la bande franchissable :	1,00 m
Largeur de l'anneau :	7,00 m
Rayon extérieur du giratoire :	13,00 m

Branches

Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			
				Entrée		Ilôt	Sortie
				à 4 m	à 15 m		
Bd Jardin Exotique	0			4,00		3,00	5,00
RM6007 Est	60			4,00		1,50	5,00
RM6007 Ouest	220			3,50		4,00	5,00

Résultats

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Bd Jardin Exotique	1224	83%	0vh	2vh	1s	0,1h
RM6007 Est	753	48%	0vh	3vh	1s	0,3h
RM6007 Ouest	-435	-43%	217vh	522vh	783s	312h

04 – Évolutions à court terme (2027)

Évolutions socio-économiques à court terme

Les hypothèses d'évolution socio-économique future sur le territoire de Monaco sont présentées dans le tableau ci-dessous. L'attractivité du territoire monégasque continue de progresser, notamment en ce qui concerne les emplois.

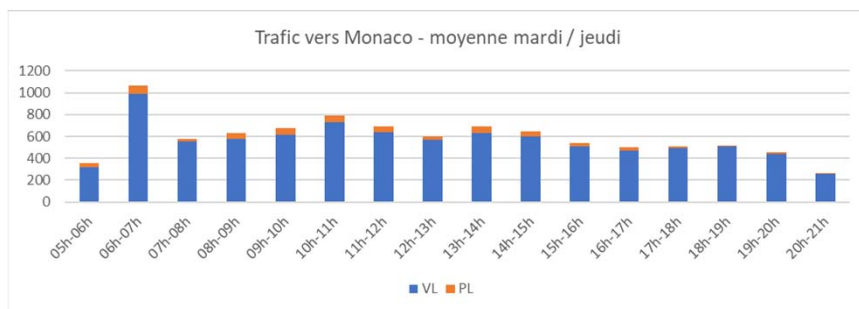
Group	2019	2027	2030	2035	2047	Croissance annuelle	
						2015-2030	> 2030
Pop. résidente	38150	41658	43056	44143	46866	1,11%	0,50%
Emploi	57870	64510	67000	72000	84000	Interp. linéaire	1000
Pop. touristique	3270	3704	3881	4195	5057		1,57%

Projets d'infrastructure à court terme

Projet	Description	2027
Projet Evos	<ul style="list-style-type: none"> P+R de 1 820 places ainsi qu'une douzaine de places dédiées aux cars de tourisme Plate-forme logistique, 50 logements et 5 000 m² de bureaux Liaison piétonne souterraine avec ascenseur vers l'av. Pasteur et liaisons TC 	X
Bretelle Beausoleil	<ul style="list-style-type: none"> Bretelle mise en service en janvier 2024 	X
Ligne expresse Fontvieille – Larvotto	<ul style="list-style-type: none"> Ligne 6D entre Fontvieille - Larvotto sans passage par Monte-Carlo 	X

Tunnel A500 – trafic en direction de Monaco suite à l'ouverture de la bretelle Beausoleil

	05h-06h			06h-07h			07h-08h			08h-09h			09h-10h		
	TV	PL	UVP	TV	PL	UVP	TV	PL	UVP	TV	PL	UVP	TV	PL	UVP
moy lun – ven	317	34	351	985	70	1054	547	28	575	580	54	633	634	60	694
moy mar - jeu	317	36	353	989	74	1063	553	26	579	578	52	630	618	59	676



Les effets observés à l'horizon de calage seront probablement accentués à court terme, en raison de la croissance socio-économique continue et importante du territoire monégasque, qui progresse plus vite que les délestages qu'on aurait pu espérer par les projets de transport, notamment la bretelle Beausoleil mise en service en janvier 2024.

L'analyse des comptages à l'intérieur du tunnel A500 sur la période du 12 au 23 février 2024 indique en effet que, malgré l'ouverture de la bretelle Beausoleil, une demande importante persiste dans le tunnel, avec une charge de 1050 UVP/h en direction de Monaco pendant la pointe matinale.

05 – Conclusions

L'étude met en évidence que la suppression du verrou constitué par le carrefour RM6007 / De Gaulle par la dénivellation du mouvement de tout droit de la RM6007 entraînerait une amélioration des conditions de circulation en direction de Monaco à l'ouest du carrefour. L'induction de demande supplémentaire sur cette section est limitée par la persistance du verrou constitué par le carrefour à feux de la Turbie.

Cette amélioration s'accompagne cependant d'une augmentation de la charge entrante sur le giratoire de l'Hôpital à l'heure de pointe du matin, exacerbant les problèmes de circulation déjà présents sur ce point dur du réseau. La réserve de capacité de la branche d'entrée depuis la RM6007 Ouest est particulièrement affectée. Sur cette branche, des remontées de file assez conséquentes, pouvant se propager à l'intérieur de la trémie ne sont pas à exclure.

Pour limiter ce risque, il est envisageable de procéder à un réaménagement du giratoire de l'Hôpital visant à le rendre plus capacitaire, en même temps que la mise en service de la trémie la métropole ayant engagé le process partenarial de projet de réaménagement du giratoire avec la principauté de Monaco.

Nous pouvons supposer une accentuation des impacts constatés sur le court terme, en raison de la croissance socio-économique continue et importante du territoire monégasque, qui semble progresser plus rapidement que les délestages qu'on pourrait espérer par les projets de transport sur le territoire, visant à capter une partie une partie de la demande en entrée vers Monaco par de nouveaux itinéraires ou des modes de transport alternatifs à la voiture.

Ces conclusions préliminaires concernant la perspective à court terme devront être réévaluées à la lumière des futures étapes de l'étude prévues pour les horizons 2027 et 2047.



Merci



ingerop.com

