

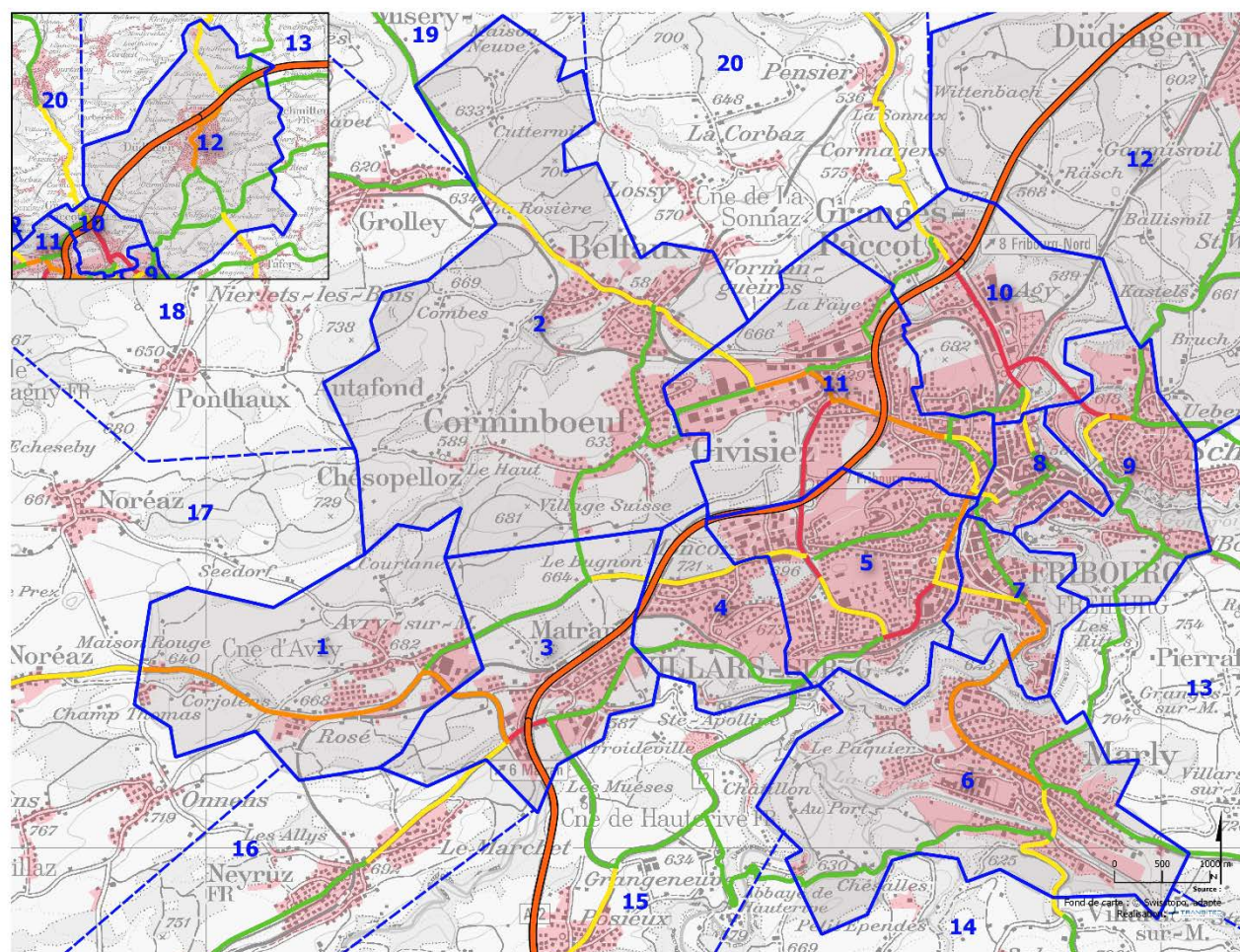
# Projet d'Agglomération Fribourg de 4<sup>ème</sup> génération

## Modélisation du trafic 2032 – démarche, hypothèses et résultats

Modélisation des charges futures -  
Poches

Légende

-  Poches
-  TJM > 20'000
-  TJM 15'000 à 20'000
-  TJM 10'000 à 15'000
-  TJM < 10'000
-  Routes nationales
-  Secteurs urbanisés



# 1. Objectif de l'analyse

La modélisation des déplacements a pour but d'évaluer l'adaptation entre offre et demande en matière de déplacements multimodaux à l'horizon 2032 pour les déplacements au sein de l'agglomération et les déplacements sortant/entrant ayant leur point de départ/d'arrivée dans l'agglomération.

**S'agissant d'une modélisation pour laquelle seul un certain nombre de données de base sont disponibles et basée sur de nombreuses hypothèses, l'ensemble des valeurs indiquées sont à considérer comme indicative et ne reflètent pas forcément la réalité, tant pour la situation actuelle que future.**

## 2. Démarche

### 2.1 Bases de la modélisation

La modélisation des charges à l'horizon 2032 est basée sur l'estimation du nombre de déplacements entre les zones prédéfinies (nommées **poches** ci-après) qui composent l'agglomération. Les limites entre poches ont été définies en fonction des barrières physiques (rivières, autoroute, voies ferrées) et du réseau TIM déterminant (minimisation des points de franchissement), tout en favorisant une certaine homogénéité des secteurs en matière de développements urbains et structure du territoire.

Les **modes** de transport suivants sont considérés dans la modélisation :

- **TIM** (transports individuels motorisés) : ensemble des véhicules motorisés à l'exception des bus de ligne;
- **TC** (transports collectifs) : trains (lignes régionales), bus (lignes urbaines et lignes régionales);
- **vélo.**

Si deux poches contigües sont connectées par le réseau TIM, TC et/ou cyclable, un **écran** est défini entre ces deux poches. L'écran quantifie le nombre de déplacements multimodaux totaux entre les poches concernées et se compose de l'addition des déplacements sur chacun des **axes** franchissant l'écran. Un axe peut être monomodal (par exemple train) ou multimodal (par exemple voiture + vélo ou voiture + bus + vélo).

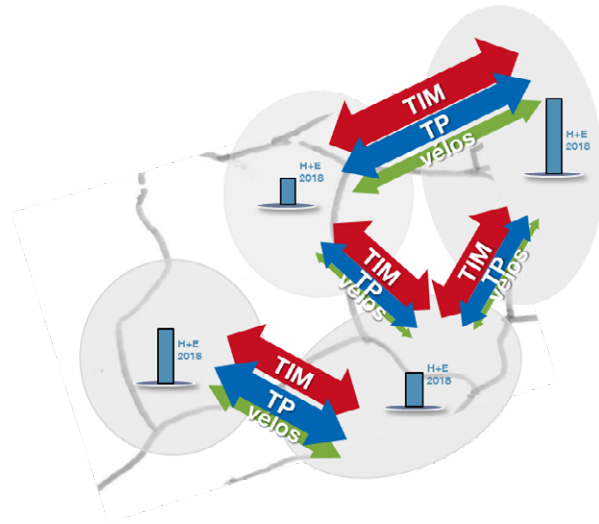
Pour le TIM, seuls les axes structurants franchissant les écrans ont été considérés. Il a été jugé plus pertinent de ne pas intégrer les axes secondaires (pour lesquels les données de trafic ne sont pas disponibles), plutôt que d'estimer des données de manière aléatoire.

L'ensemble des valeurs indiquées correspondent à des **déplacements par jour moyen**. Pour les TIM, un taux d'occupation moyen de 1.35 personne / véhicule est considéré (correspondant à une valeur généralement observée à l'échelle de ce type d'agglomération). L'équivalence avec le Trafic journalier moyen (TJM) s'obtient donc en divisant le nombre de déplacements TIM par 1.35.

La modélisation basée sur un système de poches ne permet pas d'évaluer de manière quantitative le **potentiel des déplacements à pied**. Ceux-ci jouent en effet un rôle important avant tout pour les déplacements de courte distance (< 500-1'000 m) et prennent donc essentiellement place à l'intérieur des poches. En outre, ils sont très souvent effectués en complémentarité avec un autre mode (accès à l'arrêt de bus ou à la place de stationnement). Les analyses aux écrans qui sont présentées ci-après ne permettent donc pas de tenir compte de manière réaliste de ces déplacements courts. Il s'agit cependant de ne pas négliger leur importance potentielle en termes de volumes dans les choix d'aménagements qui seront réalisés.

## 2.2 Déplacements actuels (2015-2019)

Les **volumes de déplacements actuels** (TIM, TC, vélos) **aux interfaces des poches** ont été estimés de la manière suivante :



- **Charges de trafic TIM actuelles** : afin d'estimer les déplacements entre poches, les charges actuelles par axe (années des données entre 2015 et 2019) sur le réseau déterminant (autoroute y compris) ont été récoltées notamment en consultant le canton et les communes afin d'assurer une base de travail la plus récente possible.

Cas spécial autoroute A12 : pour l'autoroute, des écrans supplémentaires reliant les différentes jonctions de l'agglomération ont été intégrés dans le modèle lors que les jonctions ne se situent pas dans des poches voisines :

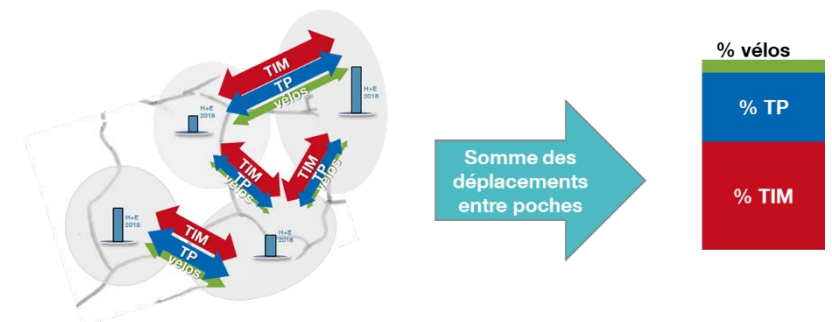
- Matran – Fribourg Sud (écrans supplémentaires 3-5 et 3-11);
- Fribourg Sud – Fribourg Nord (écran supplémentaire 5-10).

- **Déplacements TC actuels** : la plupart des données ont été fournies par les entités compétentes (canton et tpf). Pour les axes bus, quelques données manquantes ont été estimées sur la base d'axes de bus présentant des cadences similaires (proportionnalité au nombre de départ aux arrêts à proximité de la limite entre deux poches). La charge sur le réseau ferroviaire entre Düdingen et Schmittlen a également été estimée (basé sur les déplacements sur l'écran avoisinant).

- **Déplacements vélo actuels** : en raison d'un manque de données général sur les déplacements de cyclistes dans l'agglomération, la quasi totalité des déplacements vélo a été estimée :

- pour les axes de la Transagglo sans données, en fonction de données situées à proximité;
- pour tous les axes du réseau routier sans données spécifiques aux cycles, sur la base d'une estimation dépendant de la charge de trafic, de l'éloignement par rapport au centre, des conditions de déplacement et de la situation dans le réseau.

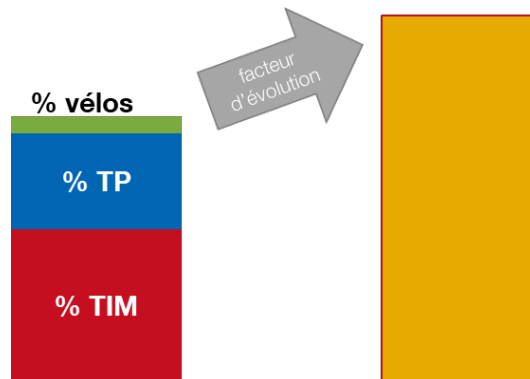
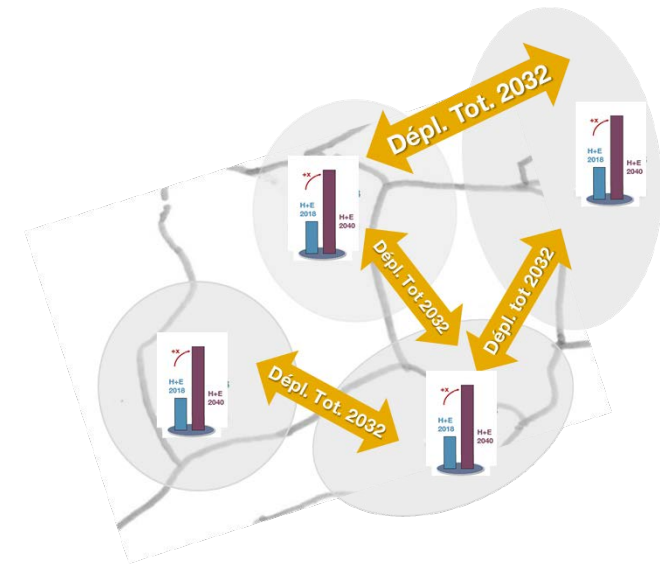
La représentation par mode permet **une estimation des parts modales actuelles aux écrans basée sur les déplacements totaux de l'écran.**



## 2.3 Calcul des déplacements totaux futurs (2032)

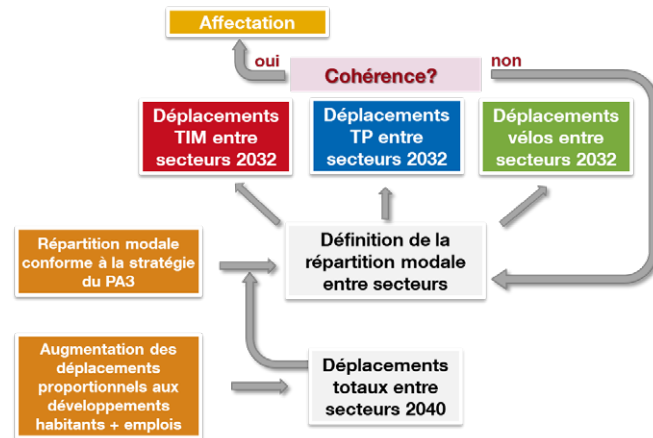
L'élaboration du modèle pour le plan de charge 2032 se base sur des éléments issus de l'état actuel et des estimations/hypothèses pour l'état futur. L'hypothèse servant de base pour le calcul des déplacements totaux aux écrans est la proportionnalité entre l'augmentation des habitant/emplois et l'augmentation des déplacements à l'échelle de l'agglomération et des districts de la Sarine et de la Singine. Les déplacements totaux 2032 sont ainsi calculés à partir des déplacements actuels et un **facteur d'évolution** des habitants/emplois entre les poches concernées. La formule suivante est utilisée :

$$\frac{(\text{Hab} + \text{empl})_{2032} \text{ poche } x + (\text{hab} + \text{empl})_{2032} \text{ poche } y}{(\text{Hab} + \text{empl})_{2018} \text{ poche } x + (\text{hab} + \text{empl})_{2018} \text{ poche } y} \times \text{nbre de dépl. 2018}$$



	Données actuelles	Estimations 2032
Données de base habitants/emplois	Données OFS (2018/2017)	Etude GEA
Plan de charge TIM actuel	Données 2015-2019 selon les tronçons	<b>Résultat de la modélisation</b>
Occupation TC	Données du canton, des tpf et estimations	
Charges pour les cycles	Majoritairement estimé (2 points de comptage Transagallo, 2 comptages Transitec)	

## 2.4 Répartition modale future des déplacements (2032)



Conformément au PA3, les déplacements sont répartis de façon volontariste : **le nombre de déplacements en TIM est donc considéré inchangé par rapport au nombre de déplacements en TIM de 2018**. Sont comparées les sommes de déplacement TIM sur l'ensemble des écrans considérés. Dans la plupart des cas, les charges TIM sur les écrans individuels sont considérées stables, avec cependant des diminutions au niveau des écrans situés dans le centre, pour lesquels les alternatives en TC ou en vélo sont importantes. A contrario, une augmentation des déplacements TIM est attendu au niveau de l'autoroute ainsi que sur certaines liaisons tangentielles à l'agglomération ne bénéficiant pas d'alternative crédible. L'ensemble des diminutions et des augmentations du trafic TIM aux écrans se compense.

La part modale vélo est estimée sur la base d'un objectif fixé sur la base de ce qui peut être observé dans des agglomérations de taille similaire avec une politique cyclable volontariste :

- écrans en zone urbaine centrale : part modale vélo de 8%
- écrans en périphérie : part modale vélo de 5%

**Le modèle initial suppose que l'excédents des déplacements supplémentaires en 2032 qui ne peut être pris en charge par l'augmentation estimée des charges vélo, est absorbé par les TC.** Un contrôle de la capacité du réseau a été effectué afin de valider les charges attribuées, basé sur le réseau 2032 élaboré pour le PA4. La capacité journalière est calculée sur la base des hypothèses suivantes :

- Cadence sur le réseau de bus à l'heure de pointe :
  - les lignes de bus structurantes de l'agglomération (1,2,3,5,6) présentent une cadence de 6 min (10 bus/h),
  - les autres lignes (7,8,9,11) présentent une cadence de 10 min (6 bus/h)
  - les bus régionaux disposent d'une offre de 2 bus/h (cadence 30 min)
- En accord avec l'étude Ribbi, cette capacité théorique est transformée en capacité effective moyennant un facteur de réduction de 50%
- La capacité horaire dans le sens déterminant est transformée en déplacements journaliers sur la base des hypothèses suivantes :
  - Capacité horaire dans les deux sens : facteur 1.7, pour tenir compte du fait que les deux sens ne sont pas fortement équilibrés.
  - Les déplacements à l'heure de pointe représentent 10% des déplacements journaliers.

Ainsi, **pour une ligne urbaine cadencée à 6 minutes**, la capacité journalière estimée est de 10 courses par heure x 110 places par bus x 50 % x 1.7 x 10 = **environ 9'000 personnes transportées par jour**.

Dans un premier temps, les déplacements excédant la capacité du réseau de bus sont reportés sur le réseau ferroviaire pour les écrans où cela est pertinent / possible. Une fois ce report effectué, l'ensemble des lignes disposent de capacités suffisantes pour absorber les déplacements TC attribués aux axes, avec trois exceptions :

- Axe b\_13: la cadence de 30 min du bus régional ne sera plus suffisante, une cadence de 20 minutes assure une capacité suffisante → l'excédent de déplacement est donc estimé négligeable et reste attribué au TC sur l'axe en question.
- Ligne 7 (axe a\_57) et nouvelle ligne (axe a\_511): une cadence de 10 min n'est pas suffisante pour absorber les déplacements supplémentaires. Une cadence de 7.5 min permet de compenser cette différence (8 bus/h) → l'excédent de déplacement est donc estimé négligeable et reste attribué au TC sur les axes en question.
- Pont de la Poya (axe a\_910): le réseau TC ne prévoit pas de ligne de bus sur le pont de la Poya à l'horizon 2032. L'implémentation d'une ligne tangentielle est nécessaire pour subvenir aux besoins → le trafic attribué au TC est à ce stade maintenu sur le réseau TC, un changement d'affectation est nécessaire si une ligne tangentielle n'est pas planifiée.

Sur le réseau ferroviaire (RER), la capacité est dans tous les cas suffisante pour absorber l'excédent de déplacements. **La capacité journalière d'une ligne RER cadencée au quart d'heure** est estimée à 4 trains par heure x 500 personnes / train x 1.7 (facteur sens déterminant) x 10 (facteur journalier) = **34'000 déplacements / jour**.

Il existe 3 axes pour lesquels l'excédent des déplacements ne peut être reporté sur le TC car une ligne de bus n'est pas prévue et que le report sur le réseau ferroviaire n'est pas pertinent. Il s'agit des axes a\_23, a\_69 et a\_615. Les déplacements attribués au TC sont réaffectés comme suit:

- a\_23 et a\_69: la part des déplacements vélo est augmenté à 10% des déplacements totaux, le reste est affecté au TIM
- a\_615 (future liaison Marly-Matran): une augmentation des déplacements vélo n'est pas réaliste sur cet axe, l'ensemble des déplacements affecté au TC sont reporté sur le TIM

La conséquence du transfert d'un grand nombre de déplacements sur le réseau ferroviaire se traduit par des augmentations de déplacement importantes sur les écrans qui sont franchis par les voies ferrées. Les axes ferroviaire parallèle à l'autoroute (T\_13, T\_116, T\_211, T\_34, T\_45, T\_510, T\_1011, T\_1012 et T\_1213) sont particulièrement touchées par cette augmentation.

#### Estimation des charges futures sur l'autoroute A12

L'évolution du trafic autoroutier a fait l'objet d'une estimation spécifique, sur la base de la structure du trafic :

- trafic de transit, qui n'emprunte aucune des jonctions autoroutières de l'agglomération
- trafic d'échange accédant à l'agglomération, utilisant une jonction : la jonction de départ ou d'arrivée se trouve dans l'agglomération
- trafic interne utilisant 2 jonctions : la jonction de départ et d'arrivée se trouvent dans l'agglomération

Le tableau ci-après montre la répartition initiale du trafic autoroutier (en TJM) pour les différents tronçons de l'autoroute en traversée de l'agglomération.

TJM 2018	ext-Matran	Matran-Fri.S	Fri.S-Fri.N	Fri.N-Düd	Düd-Ext
Transit Agglo		11000	11000	11000	
1 jonction		18500	10800	9300	
2 jonctions		16500	17000	8500	
<b>TOTAL</b>	<b>40400</b>	<b>46000</b>	<b>38800</b>	<b>28800</b>	<b>25800</b>

Les évolutions à l'horizon 2032 ont été estimées comme suit :

- transit : augmentation de +15%;
- trafic utilisant 1 jonction : augmentation de +20%.
- trafic utilisant 2 jonctions : augmentation estimée en fonction du tronçon autoroutier concerné et en accord avec l'évolution des hab+empl pronostiqué (cf tableau ci-après).

TJM 2032	ext-Matran	Matran-Fri.S	Fri.S-Fri.N	Fri.N-Düd	Düd-Ext
Transit Agglo		12700	12700	12700	
1 jonction		22200	12960	11160	
2 jonctions		26400 (+60%)	28900 (+70%)	15300 (+80%)	
<b>TOTAL</b>	<b>47980</b>	<b>61300</b>	<b>54600</b>	<b>39200</b>	<b>30460</b>

Afin de simplifier les représentations, le trafic de transit (n'empruntant aucune des 4 jonctions de l'agglomération) a été retiré du modèle. Ainsi, seul le trafic en lien avec l'agglomération est représenté, selon les charges indiquées ci-après.

Trafic interne et d'échange pris en compte	ext-Matran	Matran-Fri.S	Fri.S-Fri.N	Fri.N-Düd	Düd-Ext
TJM 2018	40400	46000	38800	28800	25800
TJM 2032	47980	61300	54600	39200	30460

Pour le trafic 2032, un report modal sur les transports collectifs de 10% des déplacements supplémentaires utilisant 1 jonction, respectivement 25% pour le trafic empruntant 2 jonctions, a été considéré.

## 2.5 Scénario avec liaison Marly-Matran

Afin d'établir un modèle 2032 incluant la liaison Marly-Matran, les reports de trafic ont été inclus dans la situation de départ – le modèle de 2018. Les taux de réduction/augmentation du TIM ont été repris des estimations basées sur le TJM de 2015 de l'étude "Liaison Marly-Matran" publié par le SMO en 2016. D'autre part, du trafic induit par le projet est pris en compte sur les axes a\_615, a\_315 et a\_614 (+2'500 déplacements sur chacun de ces axes).

Le modèle 2032 incluant les reports de trafic liés à la liaison Marly-Matran est ensuite généré de la même manière que le modèle 2032 sans nouvelle liaison.

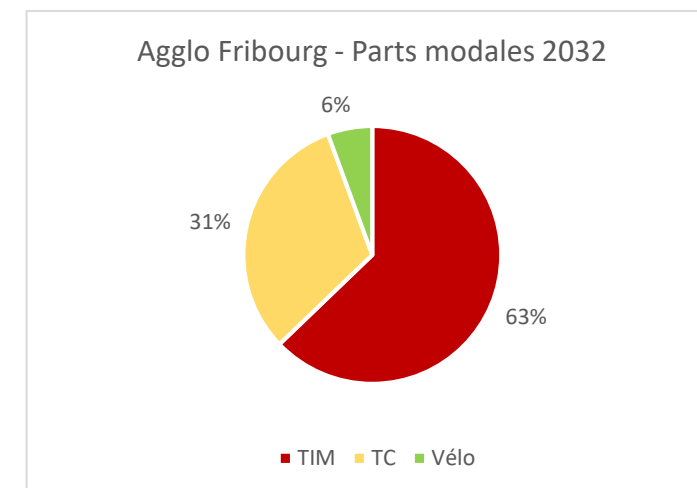
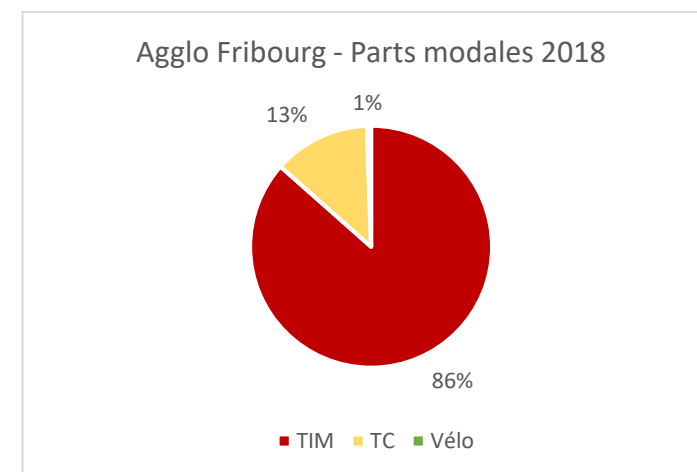
Il est à noter que le trafic lié au pont construit est intégré sur l'axe a\_615, puisque le trafic restant sur la route Hauterive (initialement représenté par cet axe) n'aura plus qu'une charge très basse (trafic restant: 230 véh/j).



### 3. Evolution des parts modales

Le but ambitieux d'absorber les mouvements supplémentaires générés par la croissance de l'agglomération par des reports modaux sur les transports publics et le vélo en gardant une charge TIM constante se reflète dans l'évolution des parts modales résultante de la simulation (somme des déplacements par mode sur l'ensemble des écrans considérés) :

- la part modale des vélos est multipliée par 6, passant de 1% à 6%;
- la part modale des TC est multipliée par 2.4, passant de 13% à 31%;
- la part modale des TIM diminue de 86% à 63%.



## 4. Cartographie des données de base

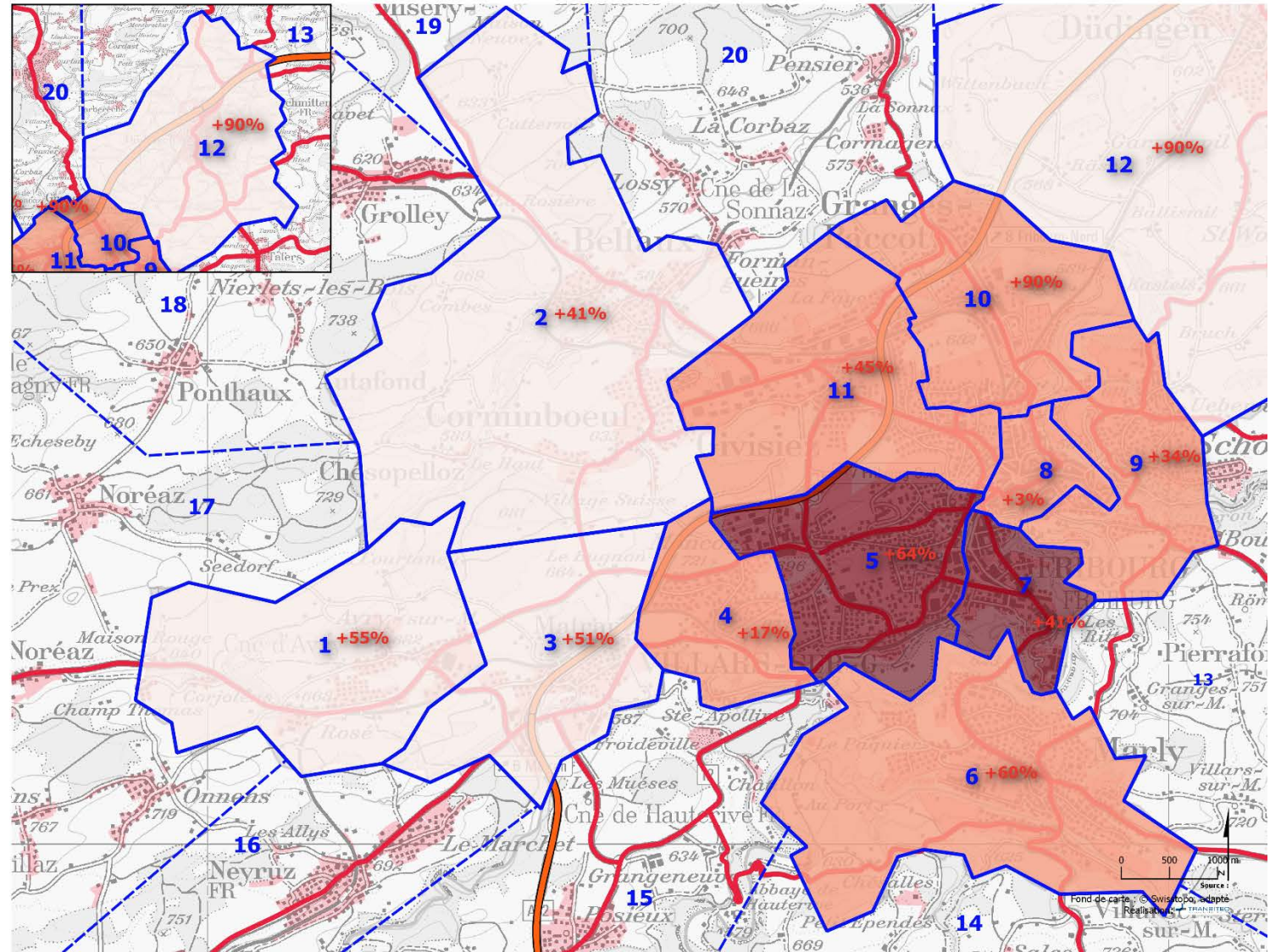
Les cartes suivantes sont présentées ci-après :

- évolution des habitants + emplois par poche 2018 -> 2032
- répartition des habitants + emplois par poche en 2032
- tableau d'évolution des habitants + emplois par poche
- nomenclature des axes (violets)
- nomenclature des écrans (bleus)

**Modélisation des charges futures - Poches et évolution hab/empl**

**Légende**

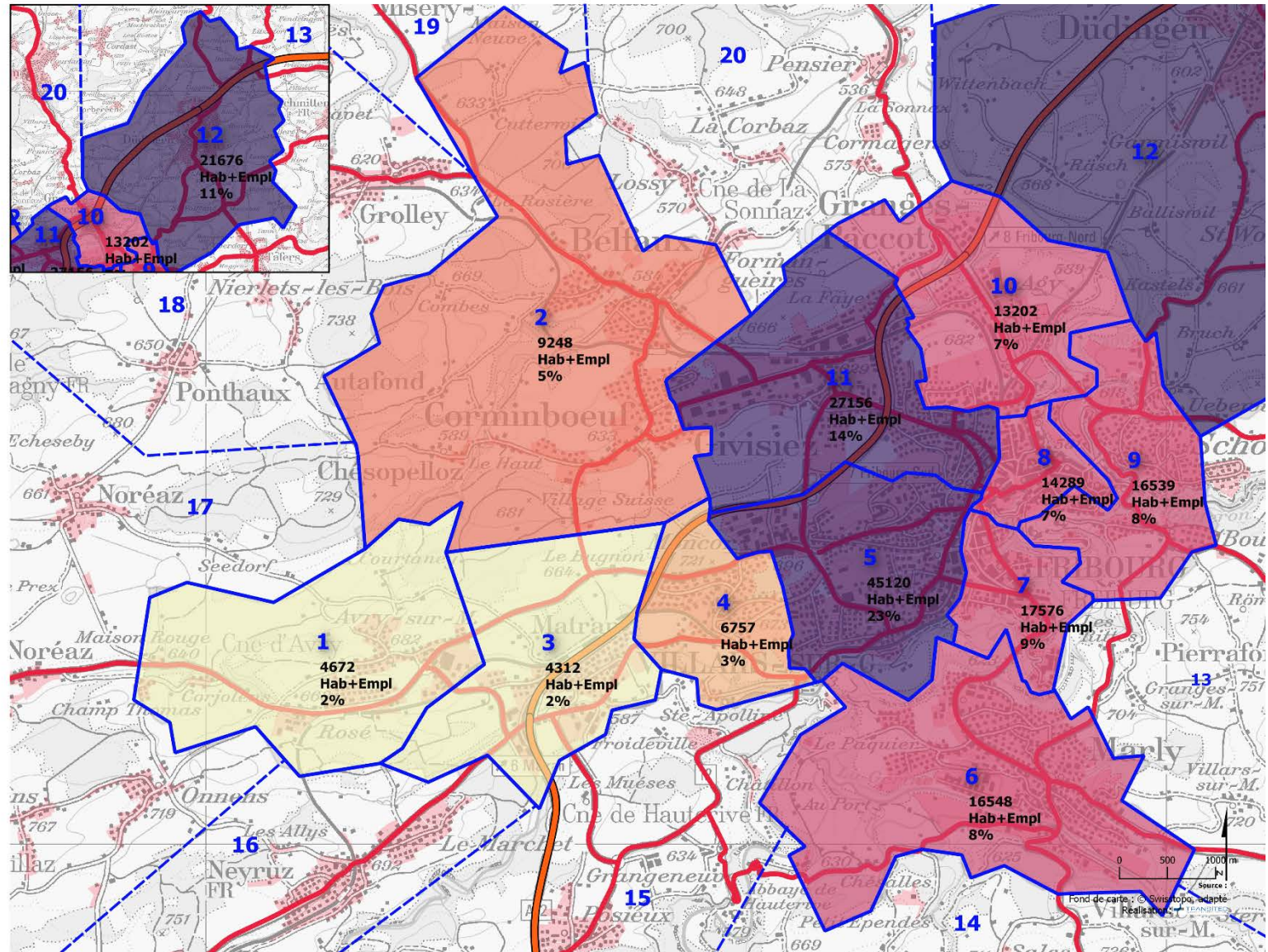
- +XX% Augmentation des Hab + Empl [%] entre 2018 et 2032
- Poches
- Habitants + Emplois à l'horizon 2032**
- 0 - 20 Hab+Empl par ha
- 20 - 60 Hab+Empl par ha
- 100 - 120 Hab+Empl par ha
- Réseau routier déterminant
- Routes nationales
- Secteurs urbanisés



Modélisation des charges futures - Habitants + Emplois 2032  
et répartition selon poches

Légende







- Poches
- Part des Habitants + Emplois 2032
- 2%
- 2-5%
- 5-7%
- 7-9%
- 9-13%
- 13-23%
- Réseau routier déterminant
- Routes nationales
- Secteurs urbanisés

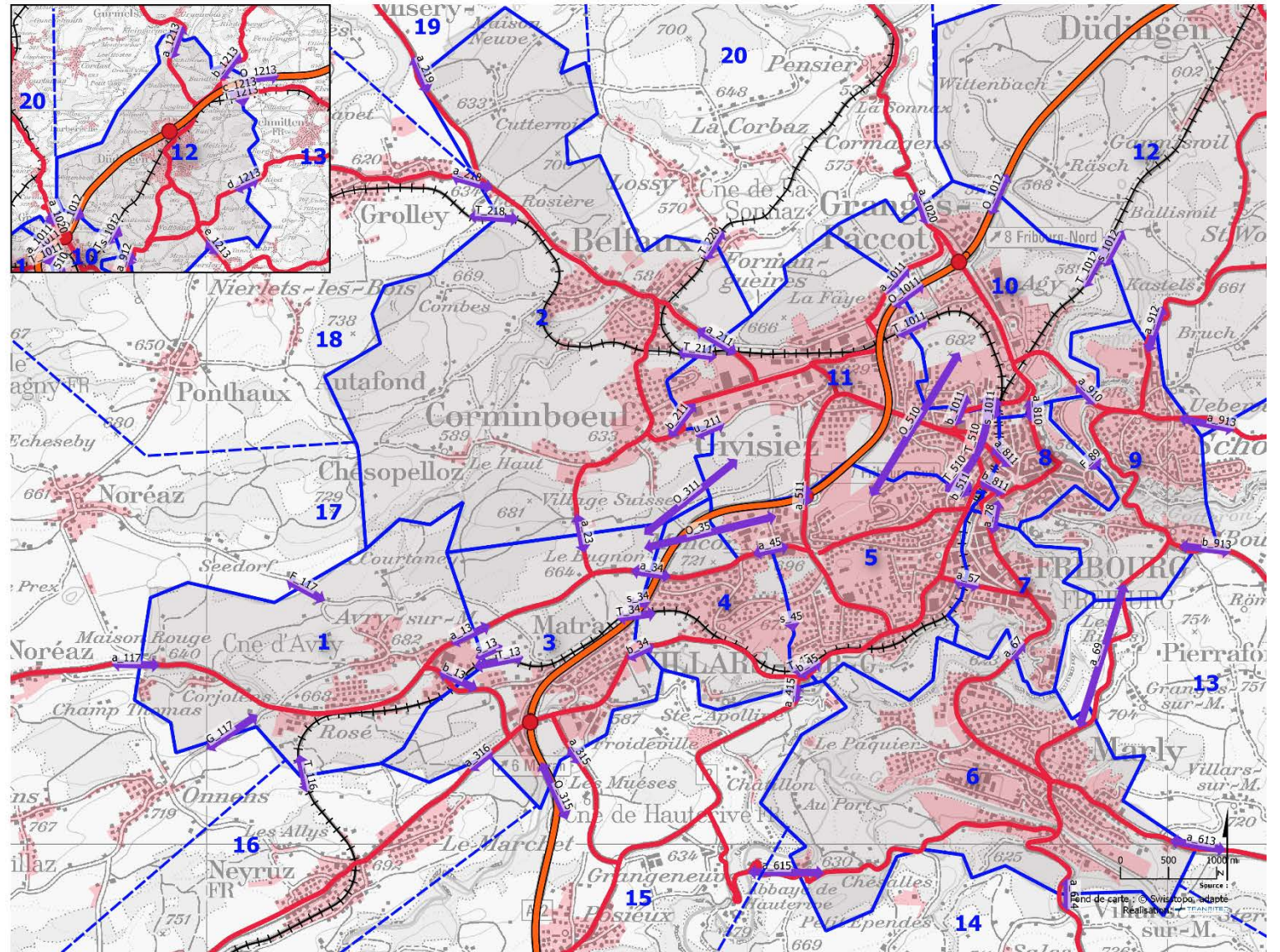


Poches du périmètre	Communes de la poche	Surface [ha]	Population 2018	Emplois 2017	Hab+Empl 2018 (2017)	Hab+Empl GEA 2032	Augmentation Hab+Empl 2032	Augmentation Hab+Empl [%]
1	Avry	610	1934	1087	3021	4672	1651	55%
2	Corminboeuf Belfaux	1378	5742	838	6580	9248	2668	41%
3	Matran	479	1561	1298	2859	4312	1453	51%
4	Villars-sur-Glane Ouest	241	4453	1325	5778	6757	979	17%
5	Villars-sur-Glane Est Fribourg Ouest	409	16189	11274	27463	45120	17657	64%
6	Marly	768	8211	2115	10326	16548	6222	60%
7	Fribourg Perolles	164	5837	6632	12469	17576	5107	41%
8	Fribourg Vielle Ville	101	5740	8104	13844	14289	445	3%
9	Fribourg Schönberg	337	10848	1527	12375	16539	4164	34%
10	Granges-Paccot	434	4223	2715	6938	13202	6264	90%
11	Givisiez	562	10400	8310	18710	27156	8446	45%
12	Duedingen	3080	8069	3340	11409	21676	10267	90%
<b>TOTAUX</b>		<b>8560</b>	<b>83'210</b>	<b>48'570</b>	<b>131'780</b>	<b>197'100</b>	<b>65'320</b>	

**Modélisation des charges futures - nomenclature des axes**







**Légende**

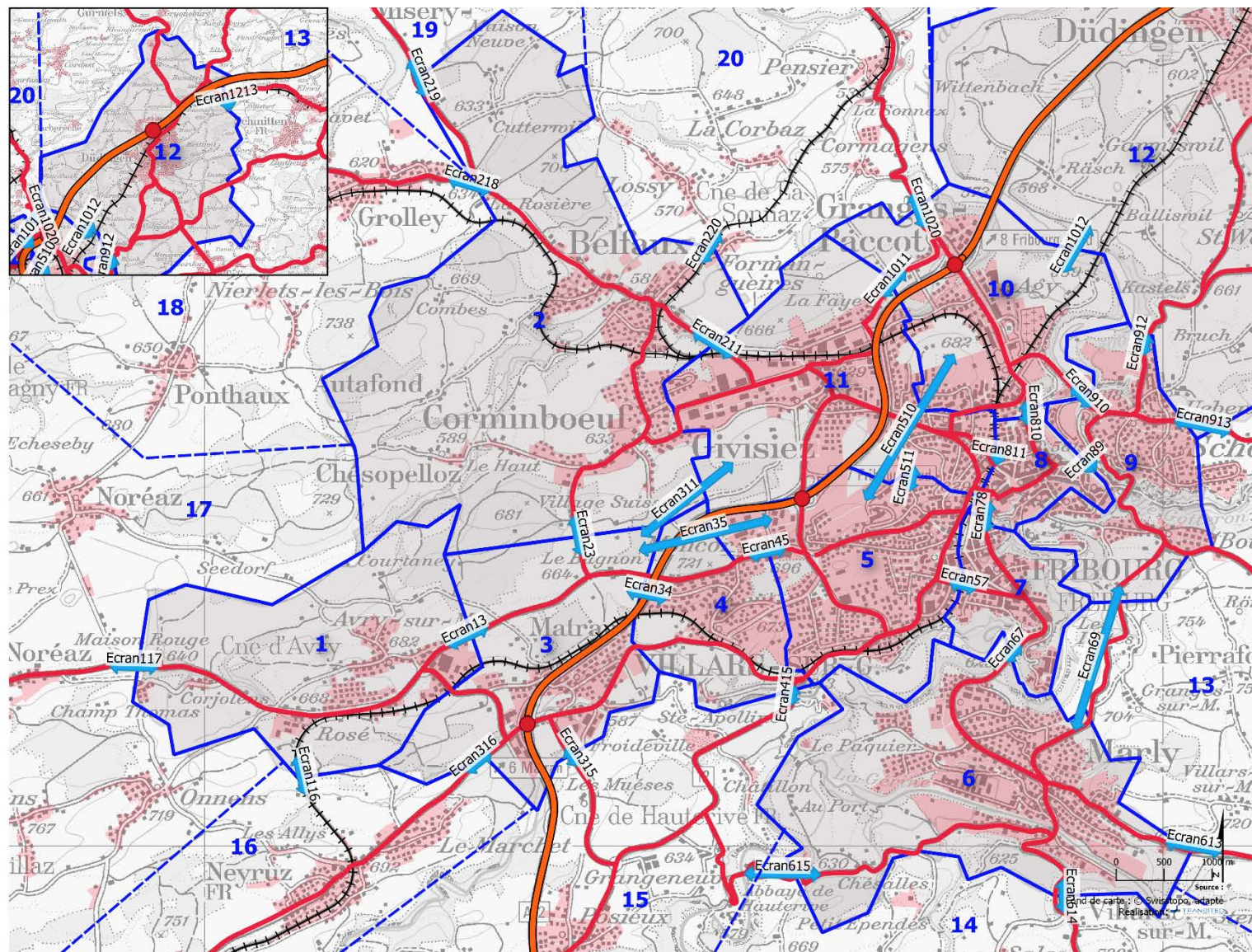
-  Déplacements par axe [dépl./j]
-  Poches
-  Réseau routier déterminant
-  Secteurs urbanisés
-  Autoroute A12
-  Jonctions autoroutières



Modélisation des charges futures -  
Nomenclature des écrans

Légende

-  Ecrans 2018/2032 [dépl./j]
-  Poches
-  Réseau routier déterminant
-  Secteurs urbanisés
-  Autoroute A12
-  Jonctions autoroutières



## 5. Cartographie des résultats

Les cartes suivantes sont présentées ci-après **pour le scénario sans liaison Marly-Matran** :

- déplacements 2018 *par axe (violet)* et mode de transport (TIM, TP, vélo)
- déplacements 2018 *totaux aux écrans (bleu)* et parts modales (TIM, TP, vélo)
- évolution des déplacements *totaux aux écrans (bleu)* 2018 -> 2032
- déplacements 2032 *totaux aux écrans (bleu)* et parts modales (TIM, TP, vélo)
- déplacements 2032 *par axe (violet)* et mode de transport (TIM, TP, vélo)






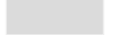
Suivent les cartes **pour le scénario avec liaison Marly-Matran** :

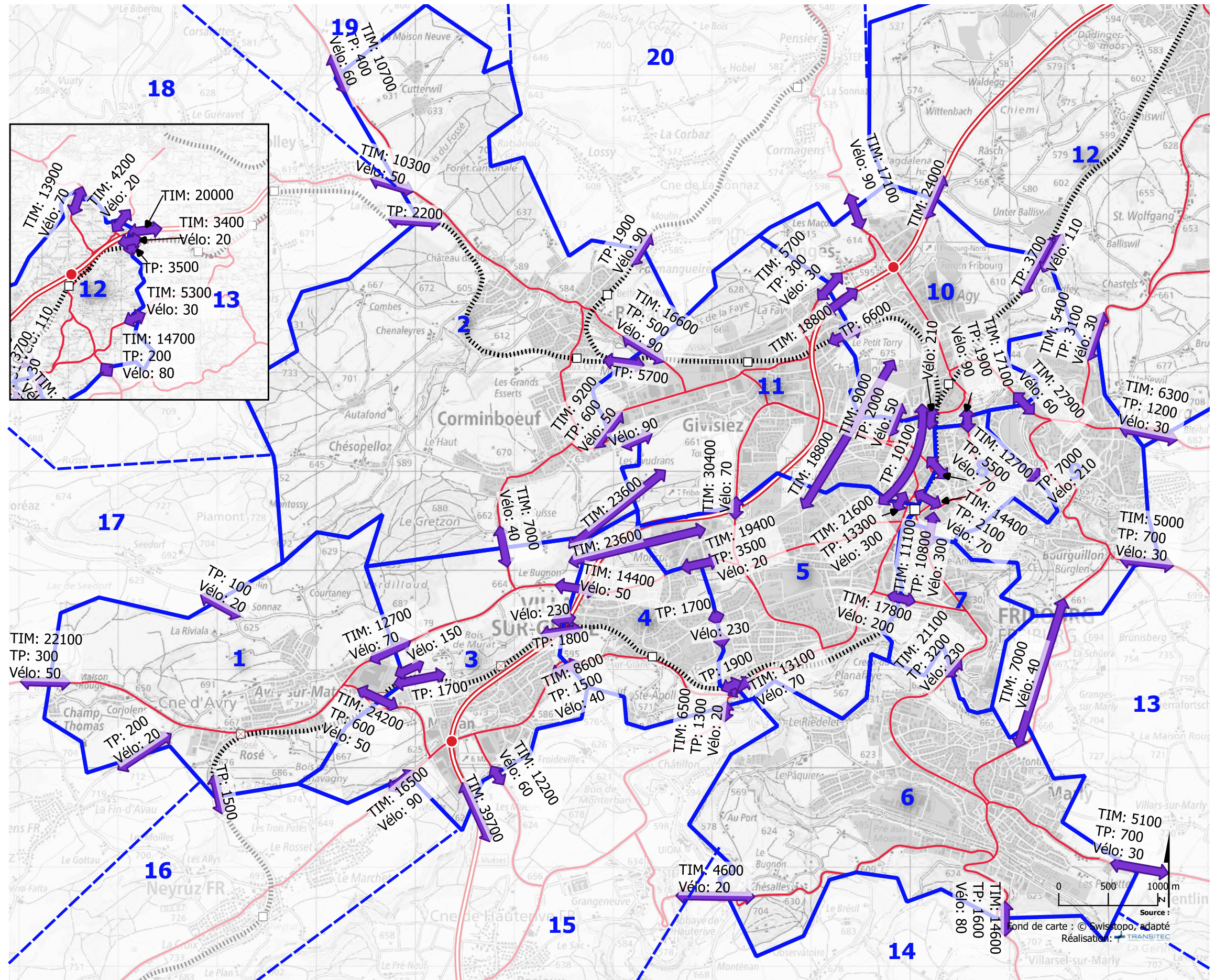
- évolution des déplacements *totaux aux écrans (bleu)* 2018 sans Marly Matran -> 2032 avec Marly-Matran
- déplacements 2032 *par axe (violet)* et mode de transport (TIM, TP, vélo) avec Marly-Matran



### Modélisation des charges multimodales Déplacements 2018 par axe et mode de transport







#### Légende

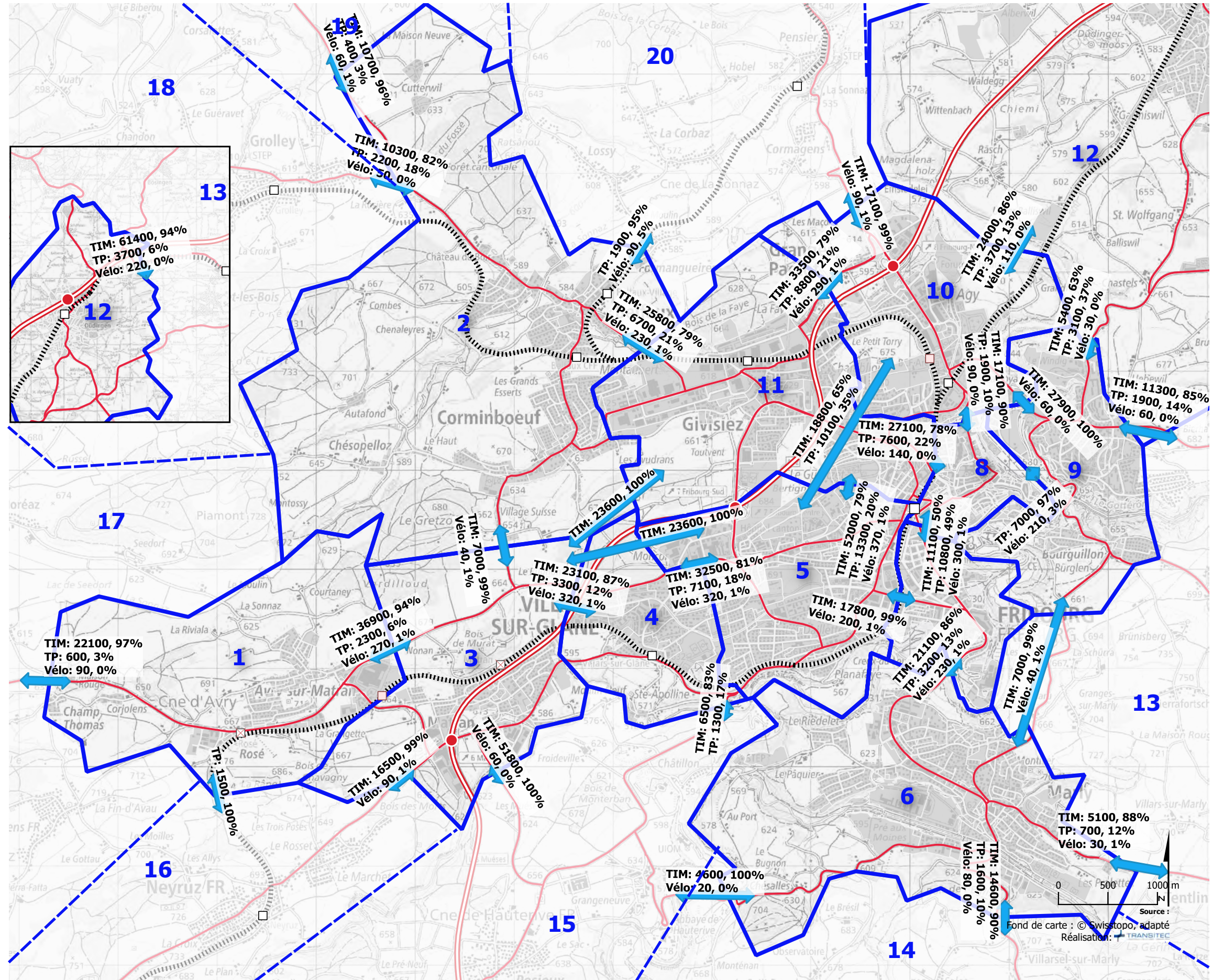
-  Déplacements par axe [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



### Modélisation des charges multimodales Déplacements 2018 par écran et par mode de transport






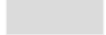
#### Légende

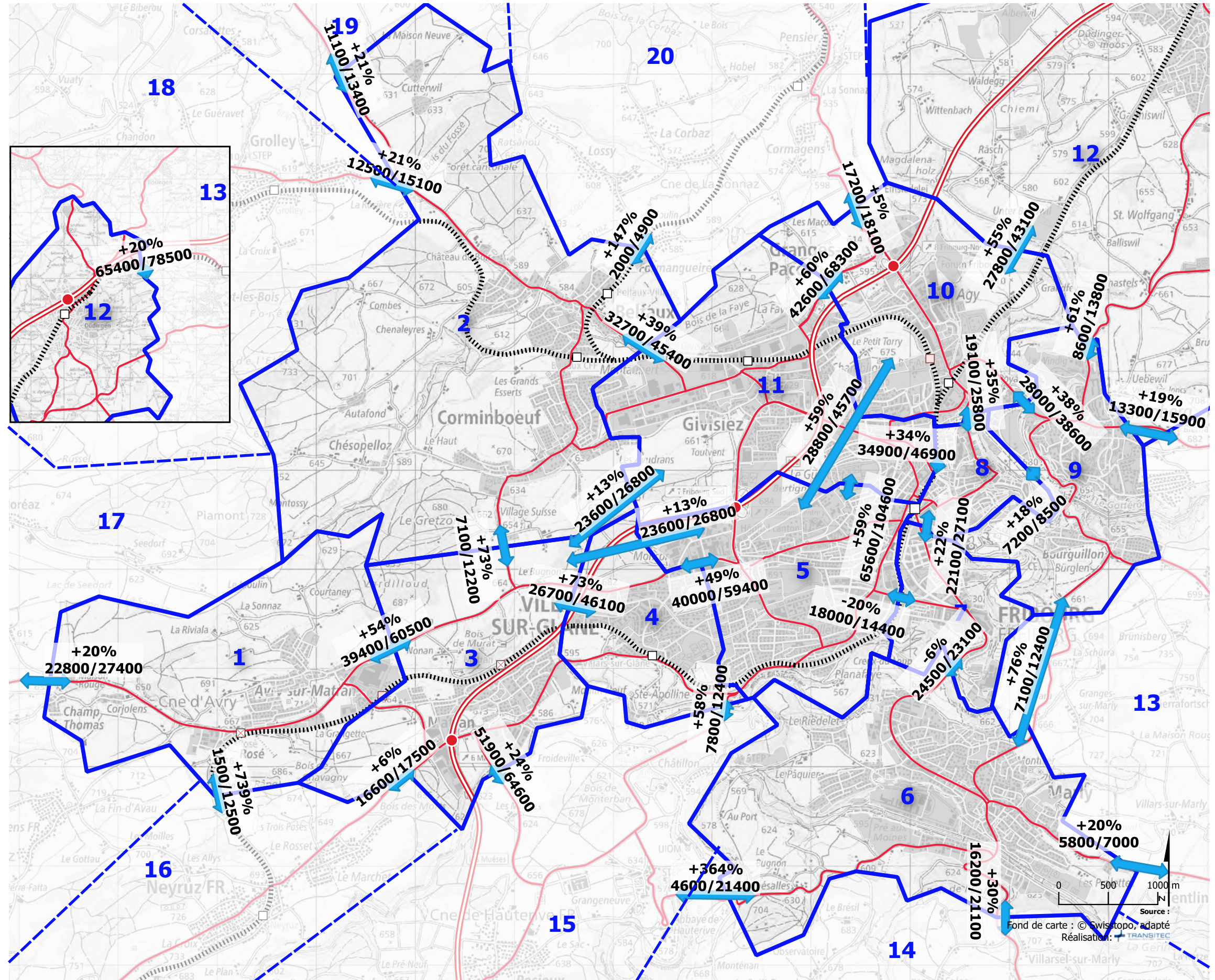
-  Ecrans 2018/2032 [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



**Modélisation des charges multimodales**  
**Déplacements 2018/2032 totaux sans liaison Marly-Matran**







**Légende**

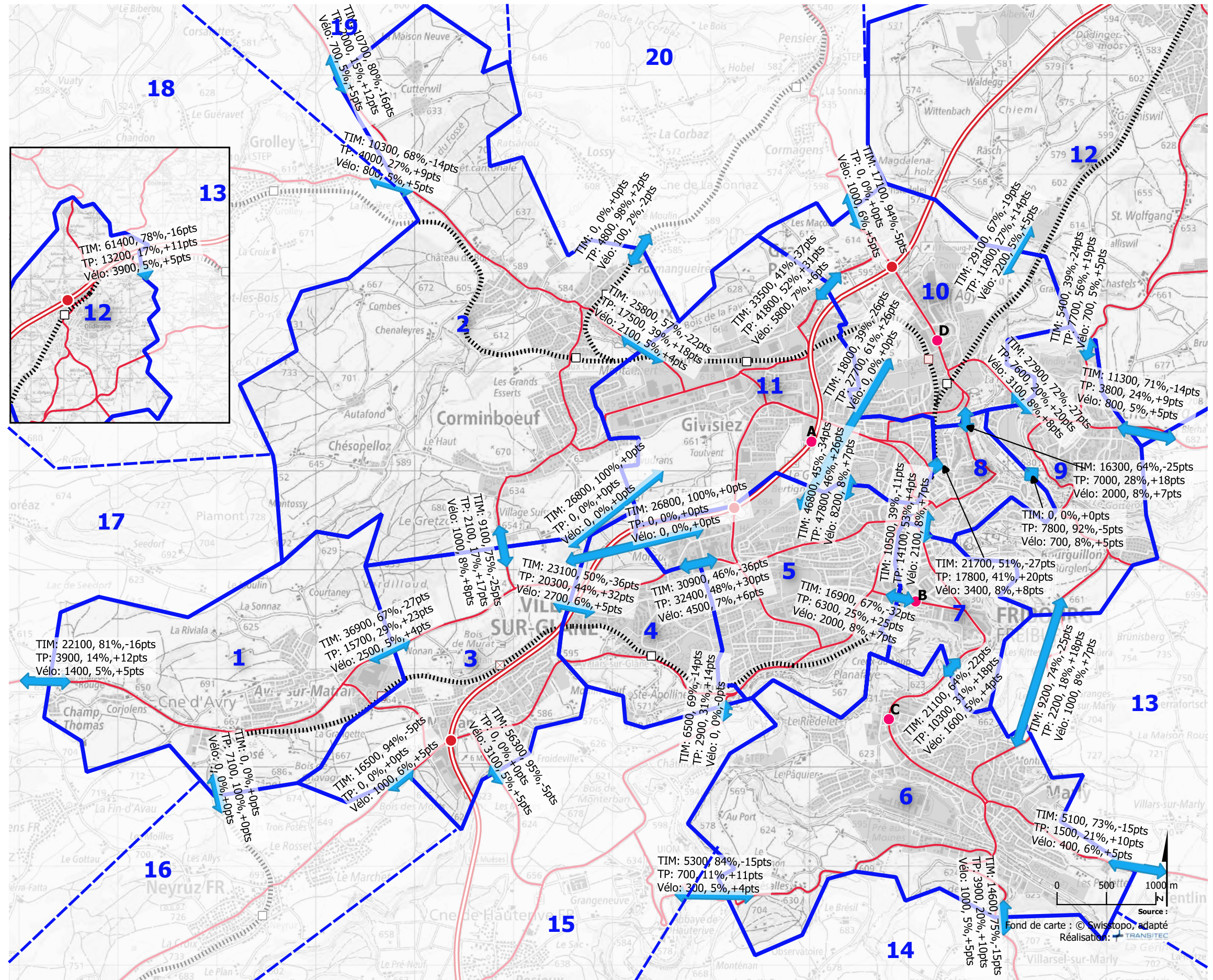
-  Ecrans 2018/2032 [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



**Modélisation des charges multimodales**  
**Déplacements 2032 par écran et mode de transport sans liaison Marly-Matran**







**Légende**

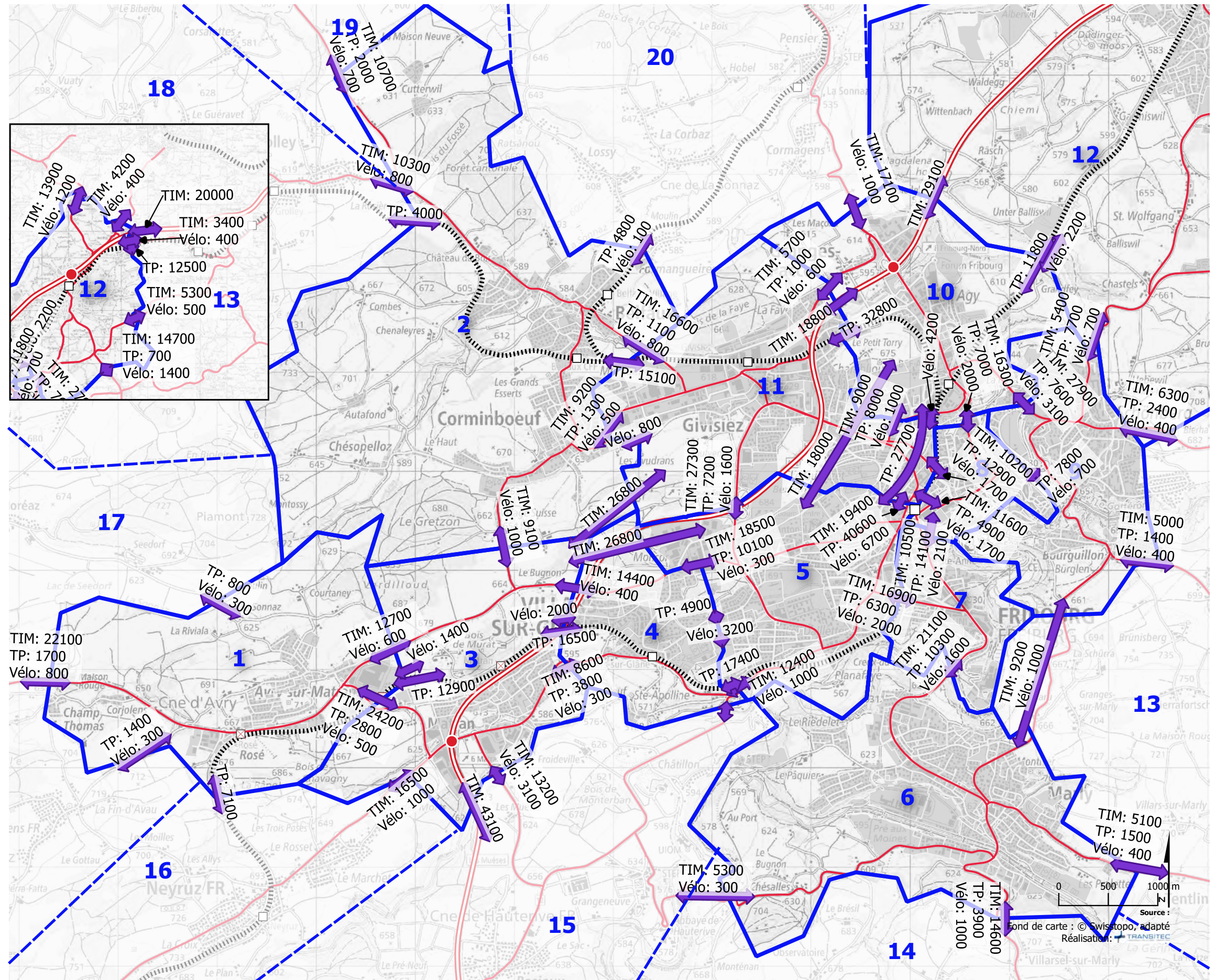
-  Ecrans 2018/2032 [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



**Modélisation des charges multimodales**  
**Déplacements 2032 par axe et mode de transport sans liaison Marly-Matran**






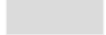
**Légende**

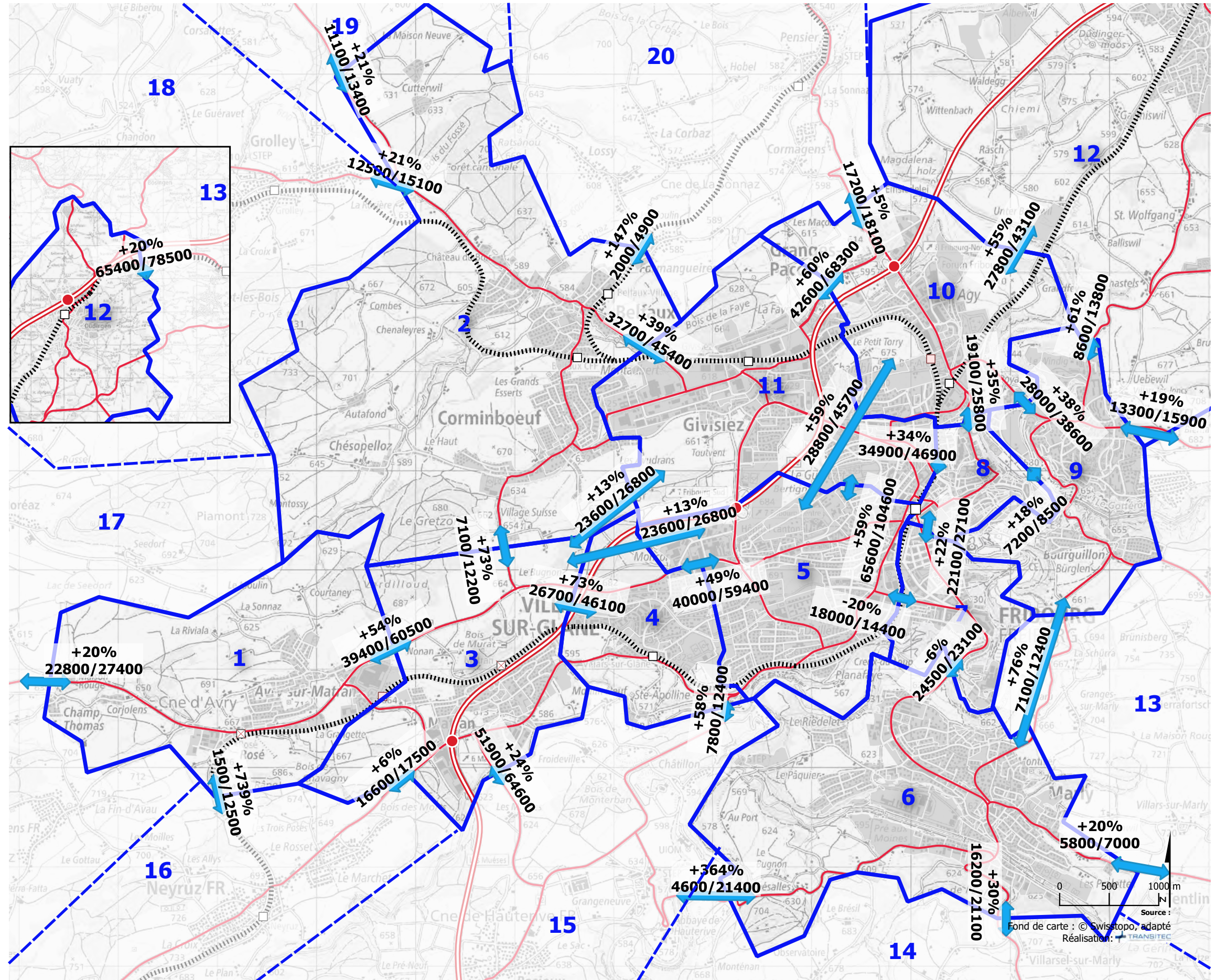
-  Déplacements par axe [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



**Modélisation des charges multimodales**  
**Déplacements 2018/2032 totaux avec liaison Marly-Matran**







**Légende**

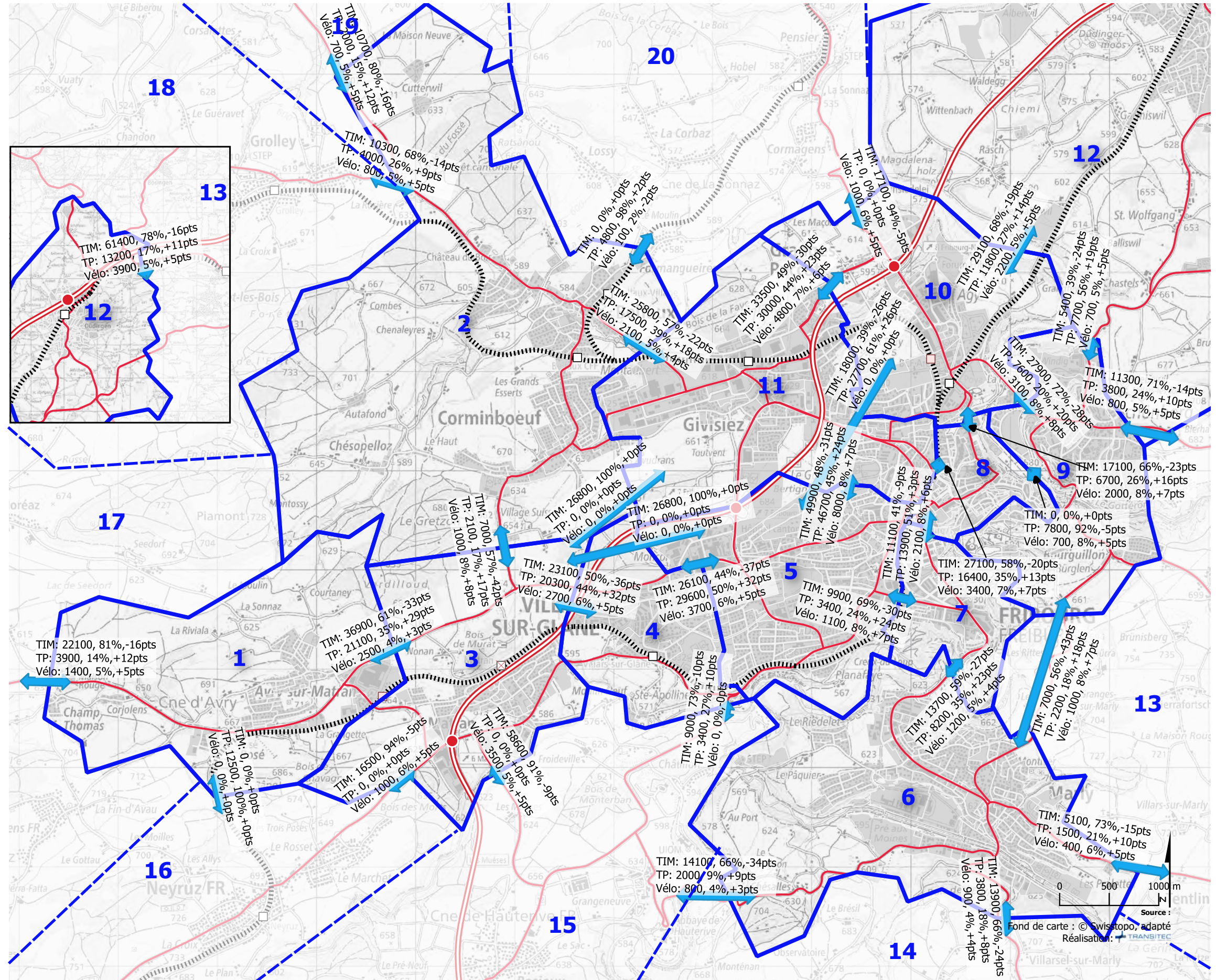
-  Ecrans 2018/2032 [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



**Modélisation des charges multimodales**  
**Déplacements 2032 par écran et mode de transport avec liaison Marly-Matran**







**Légende**

-  Ecrans 2032 [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonctions
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée



**Modélisation des charges multimodales**  
**Déplacements 2032 par axe et mode de transport avec liaison Marly-Matran**

**Légende**

-  Déplacements par axe [dépl./j.]
-  Poches
-  Autoroute
-  Jonction
-  Réseau routier déterminant
-  Zone urbanisée

