

**Institut français
des sciences et technologies
des transports, de l'aménagement
et des réseaux**

**Estimation d'indicateurs
d'exposition et de performance en sécurité
routière à partir de l'observation en continu
d'une flotte de véhicules**

Arnaud Bonnard
Corinne Brusque
Myriam Hugot



IFSTTAR

Objectifs de la présentation

- Discuter de la plus value et de la pertinence de l'observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs en sécurité routière
- Proposer de nouveaux indicateurs tirant profit des caractéristiques de l'observation en continue de la conduite
- Identifier les développements méthodologiques nécessaires pour l'estimation de ces indicateurs



Les indicateurs d'exposition et de performance en sécurité routière

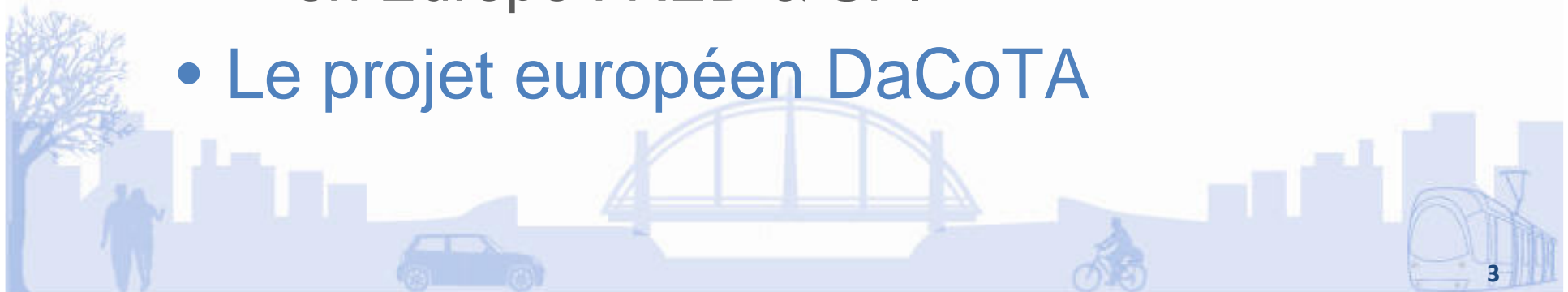
- Contexte

- Le projet européen SafetyNet et l'ERSO

- Observatoire européen de la sécurité routière (http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/)

- Mise en place d'un cadre de référence pour la mesure d'indicateurs de sécurité routière en Europe : RED & SPI

- Le projet européen DaCoTA



Les indicateurs d'exposition et de performance en sécurité routière

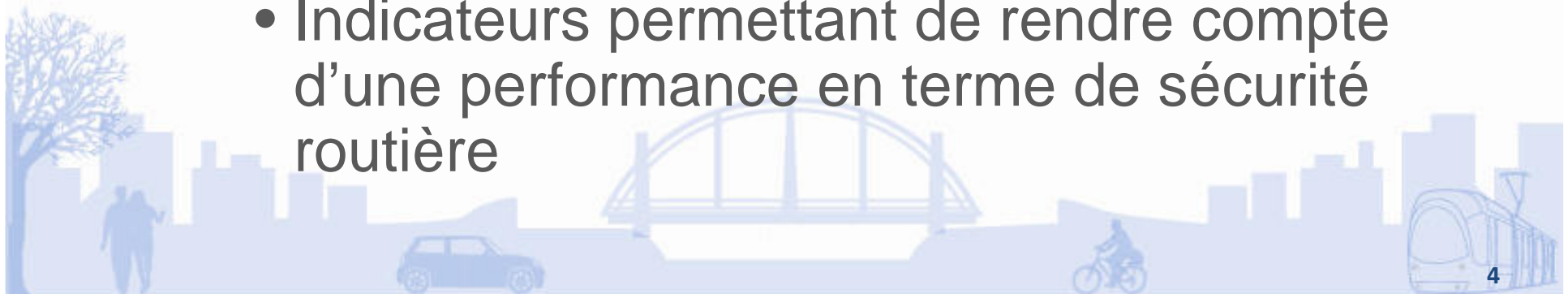
- Définitions

- RED : Risk Exposure Data

- Données quantifiant l'exposition au risque et permettant de comparer des indicateurs de sécurité routière entre différents pays ou périodes

- SPI : Safety Performance Indicators

- Indicateurs permettant de rendre compte d'une performance en terme de sécurité routière



Les indicateurs d'exposition et de performance en sécurité routière

- ERSO : Moyens d'estimation actuels
 - RED
 - Enquêtes
 - Carnets de bord
 - Comptage du trafic routier
 - Etude de phénomènes corrélés
 - ...
 - SPI
 - Observation en bord de voie
 - Enquêtes
 - ...



Les indicateurs d'exposition et de performance en sécurité routière

- Principales limites des estimations
 - RED
 - Principalement déclaratif
 - SPI
 - Les observations en bord de voie sont très localisées et ponctuelles



Observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs pertinents

→ Enregistrer les comportements de conduite en situation naturelle

- Les conducteurs conduisent, au volant d'un véhicule instrumenté, où ils veulent et quand ils veulent
- Un moyen pour étudier les comportements dangereux dans la conduite de tous les jours, en dehors du cadre artificiel des expérimentations
- Constituer une base de données comprenant des informations sur le comportement du conducteur, la dynamique du véhicule et le contexte de conduite.

→ Pallier les défauts inhérents aux approches d'observation actuelles



Observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs pertinents

- **Des questions préliminaires...**
 - **Instrumentation**
 - Quelles données collecter et comment le faire?
 - **Échantillon**
 - Quel échantillon recruter ? Comment obtenir un échantillon représentatif ? Quel sera le pouvoir de généralisation ?
 - **Durée**
 - Combien de temps observer la flotte ? Sur quelle échelle de temps souhaite-t-on obtenir des indicateurs ? Comment maintenir dans le temps l'observation ?

Observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs pertinents

- **Et la question centrale**
 - **Comment estimer des indicateurs d'exposition et de performance en sécurité routière à partir de données collectées par une observation en continu d'une flotte de véhicules ?**



Observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs pertinents

- **Et la question centrale**
 - **Comment estimer des indicateurs d'exposition et de performance en sécurité routière à partir de données collectées par une observation en continu d'une flotte de véhicules ?**

➔ **Une réponse illustrée avec le cas des indicateurs associés à la vitesse**



Les indicateurs de sécurité liés à la vitesse

Méthode actuelle (SafetyNet)

- Données des vitesses instantanées à un point du réseau routier
- Procédure d'échantillonnage pour choisir un ensemble réduit de points de mesures représentatifs du réseau
- Choix de la période d'observation
- Mesure des vitesses dans des conditions de trafic raisonnablement fluides
- Calculs d'indicateurs spécifiques
- Désagrégation des indicateurs par type de route, type de véhicule, période du jour et de la semaine

Flotte de véhicules

- Variations de la vitesse du véhicule durant chaque trajet du conducteur
- Procédure d'échantillonnage pour choisir un ensemble réduit de conducteurs représentatifs de la population
- Choix de la période d'observation
- Filtrer les données de vitesse du véhicule pour ne garder que celles en situation raisonnablement fluide
- Calculs d'indicateurs spécifiques
- Désagrégation des indicateurs par vitesse maximale autorisée, type de route, caractéristiques du conducteur, période du jour et de la semaine

Les indicateurs de sécurité liés à la vitesse

Méthode actuelle (SafetyNet)

- Données des vitesses instantanées à un point du réseau routier
- Procédure d'échantillonnage pour choisir un ensemble réduit de points de mesures représentatifs du réseau
- Choix de la période d'observation
- Mesure des vitesses dans des conditions de trafic raisonnablement fluides
- Calculs d'indicateurs spécifiques
- Désagrégation des indicateurs par type de route, type de véhicule, période du jour et de la semaine

Flotte de véhicules

- Variations de la vitesse du véhicule durant chaque trajet du conducteur
- Procédure d'échantillonnage pour choisir un ensemble réduit de conducteurs représentatifs de la population
- Choix de la période d'observation
- Filtrer les données de vitesse du véhicule pour ne garder que celles en situation raisonnablement fluide
- Calculs d'indicateurs spécifiques
- Désagrégation des indicateurs par vitesse maximale autorisée, type de route, caractéristiques du conducteur, période du jour et de la semaine

Exemple : estimation d'indicateurs de vitesse du trafic « en condition raisonnablement fluide »

- **Méthode actuelle (SafetyNet)**
 - **Sélection des lieux et heures de mesure**
 - Uniquement sur des routes droites et plates
 - En dehors des heures de pointe du matin et du soir (e.g. jamais de mesures entre 7h30-9h30 et entre 16h30-19h00)
 - En évitant les conditions météorologiques dégradées (vent, brouillard, pluie, neige...)
 - En évitant la proximité d'intersections, de radars automatiques, de travaux...
 - **Définition de la fréquence des collectes et des lieux des collectes selon un guide méthodologique commun**

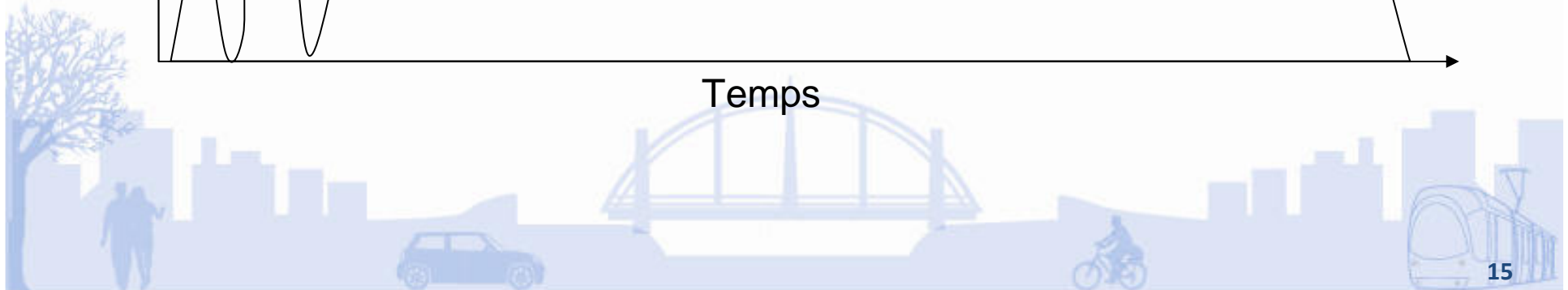
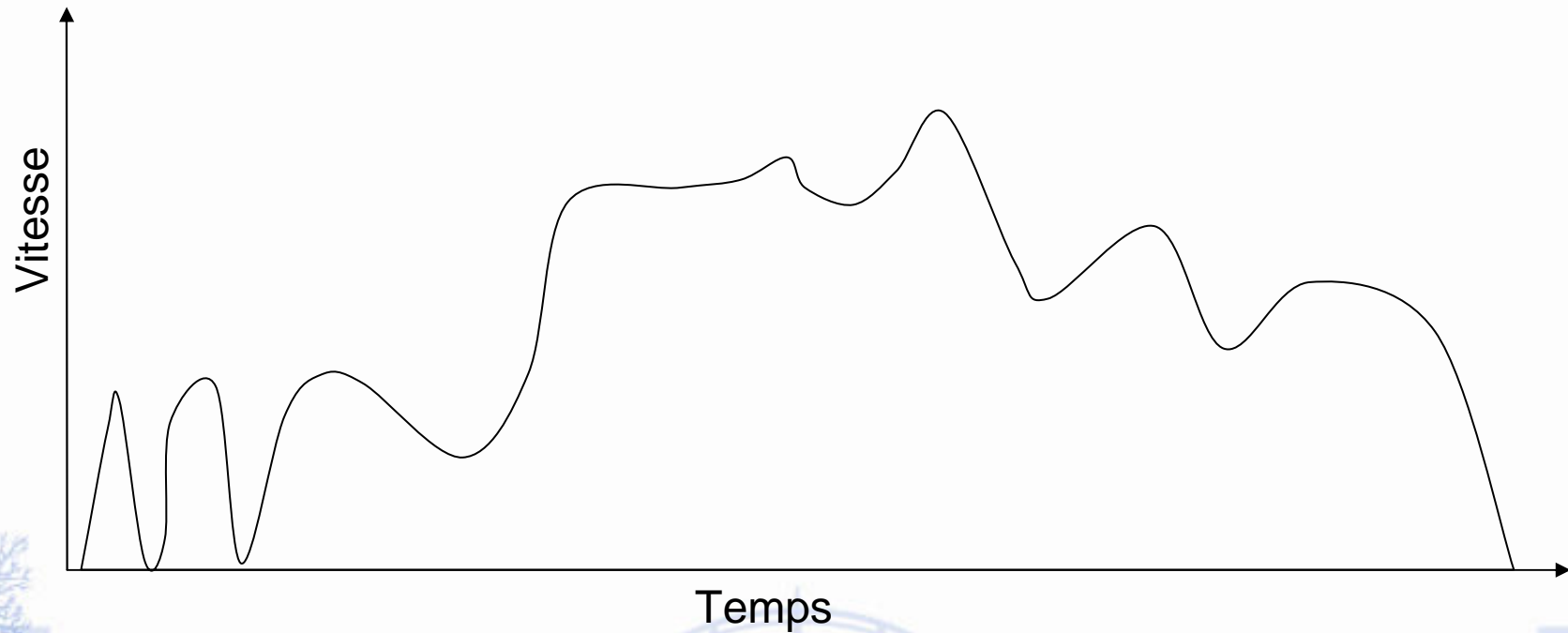


Exemple : estimation d'indicateurs de vitesse

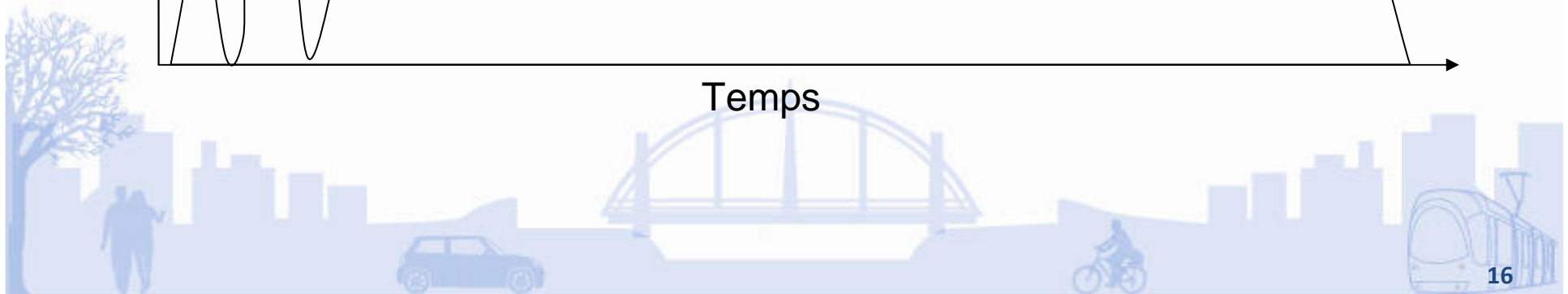
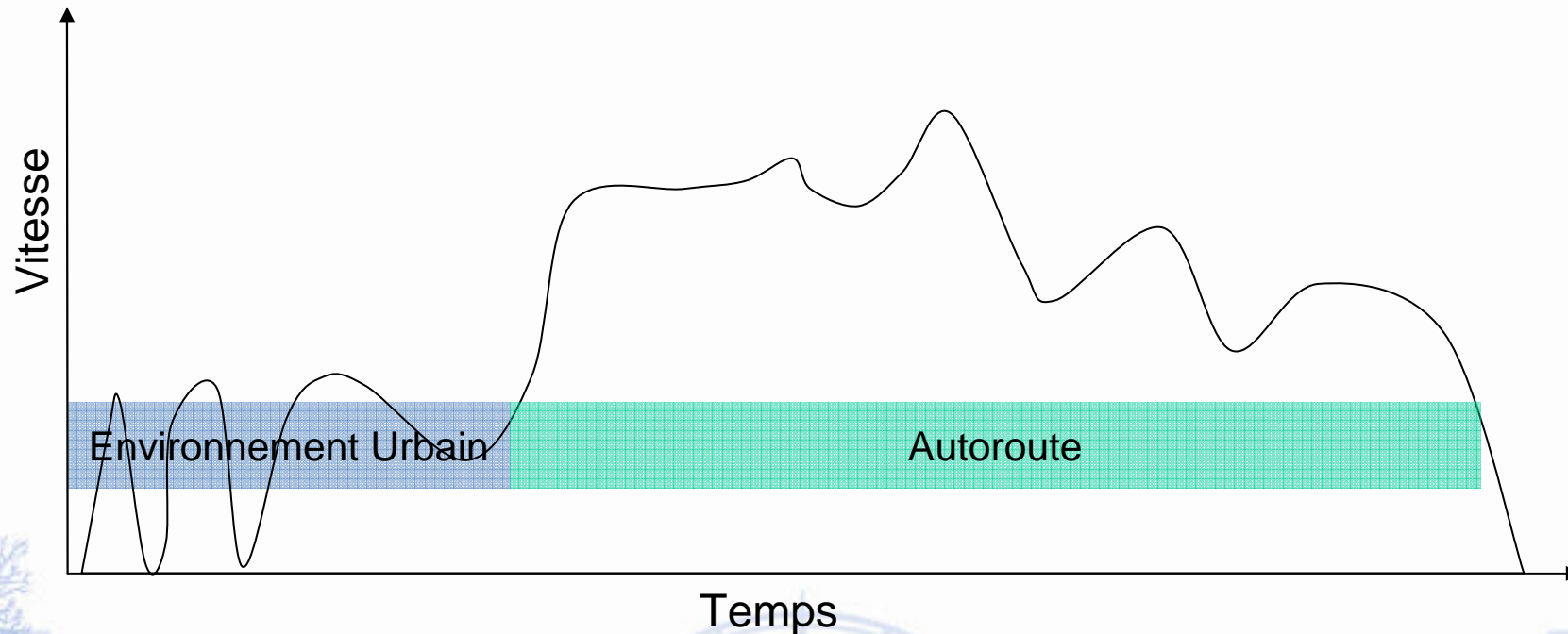
- A partir des données d'une flotte
 - Etude des données disponibles, de leur précision et de leur signification
 - Choix du filtrage et de l'agrégation
- Obtention d'indicateurs rendant compte de différents aspects, au niveau du conducteur
 - Indicateurs descriptifs
 - Indicateurs comportementaux
 - Indicateurs situationnels



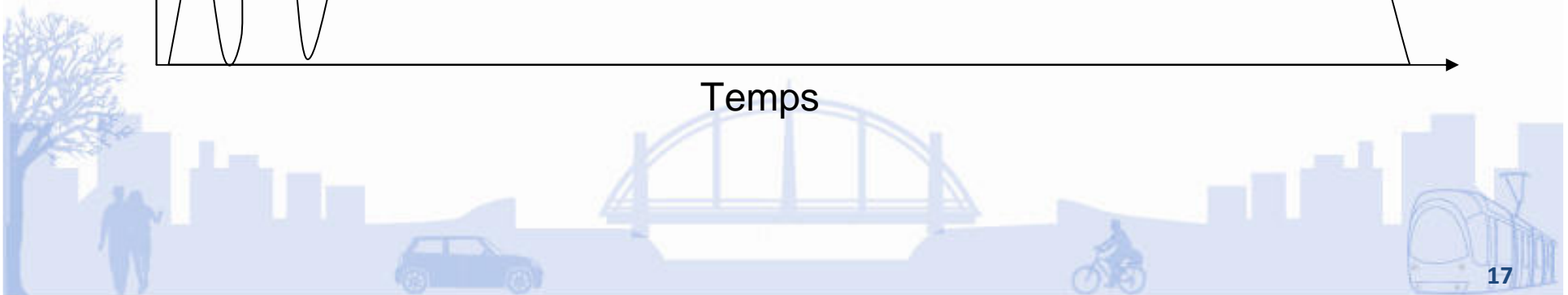
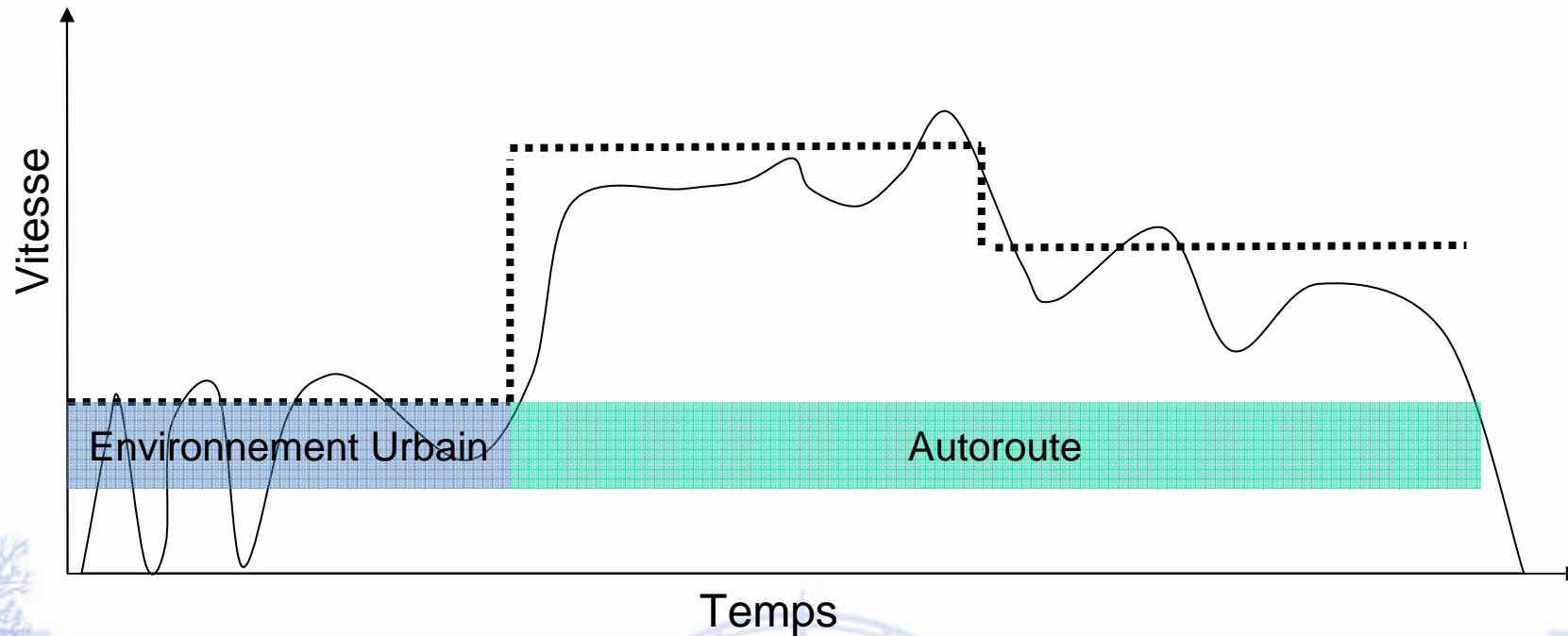
- Donnée disponible : vitesse



- Donnée disponible : type de route

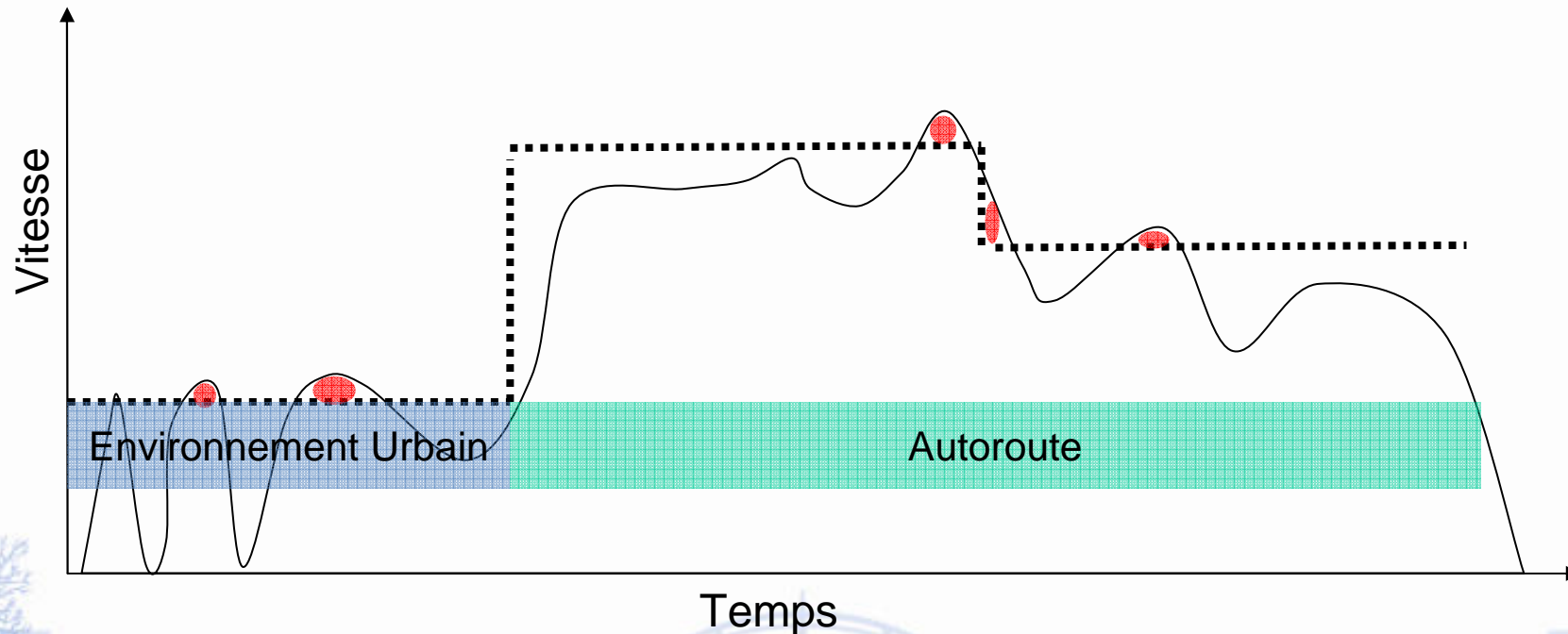


- Donnée disponible : vitesses limites



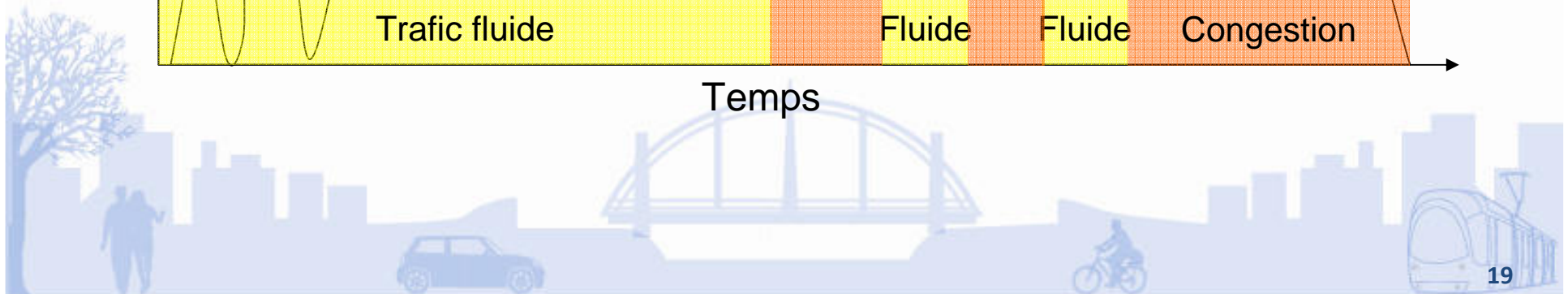
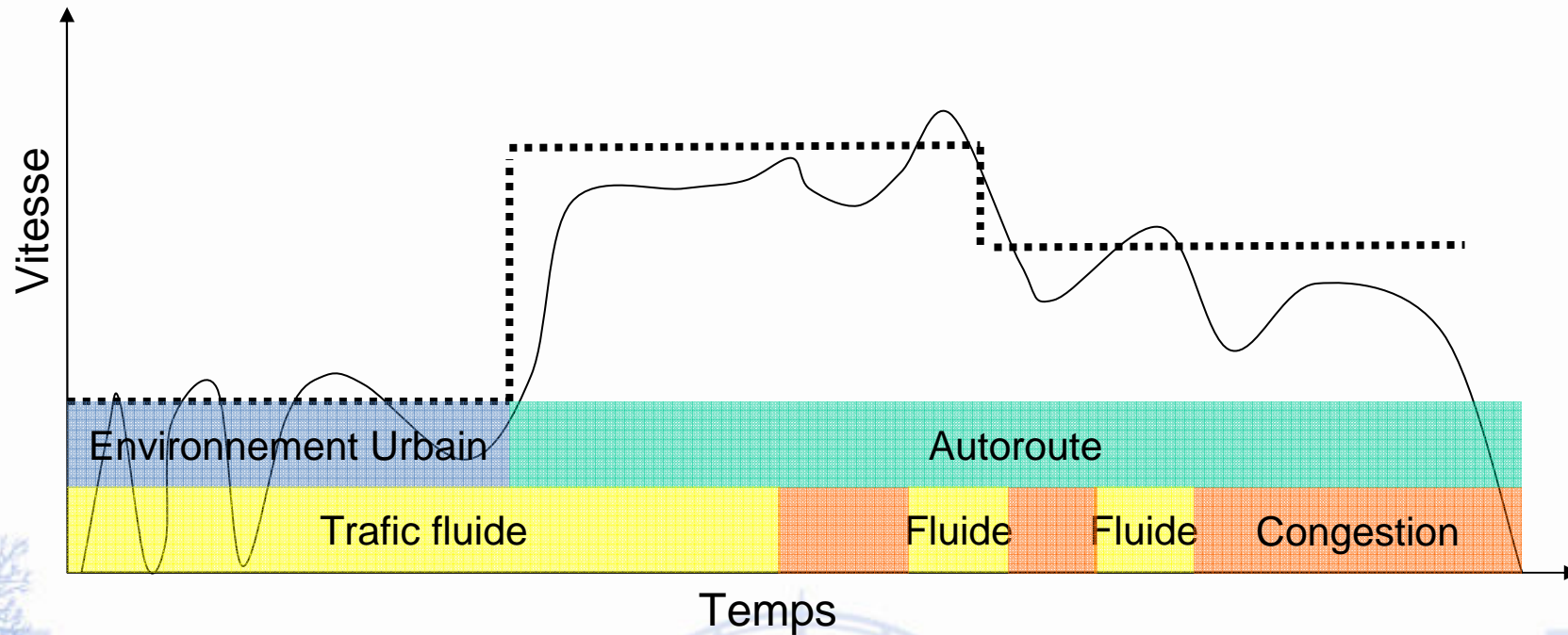
Un indicateur descriptif

- Indicateur : survitesse selon le type de route



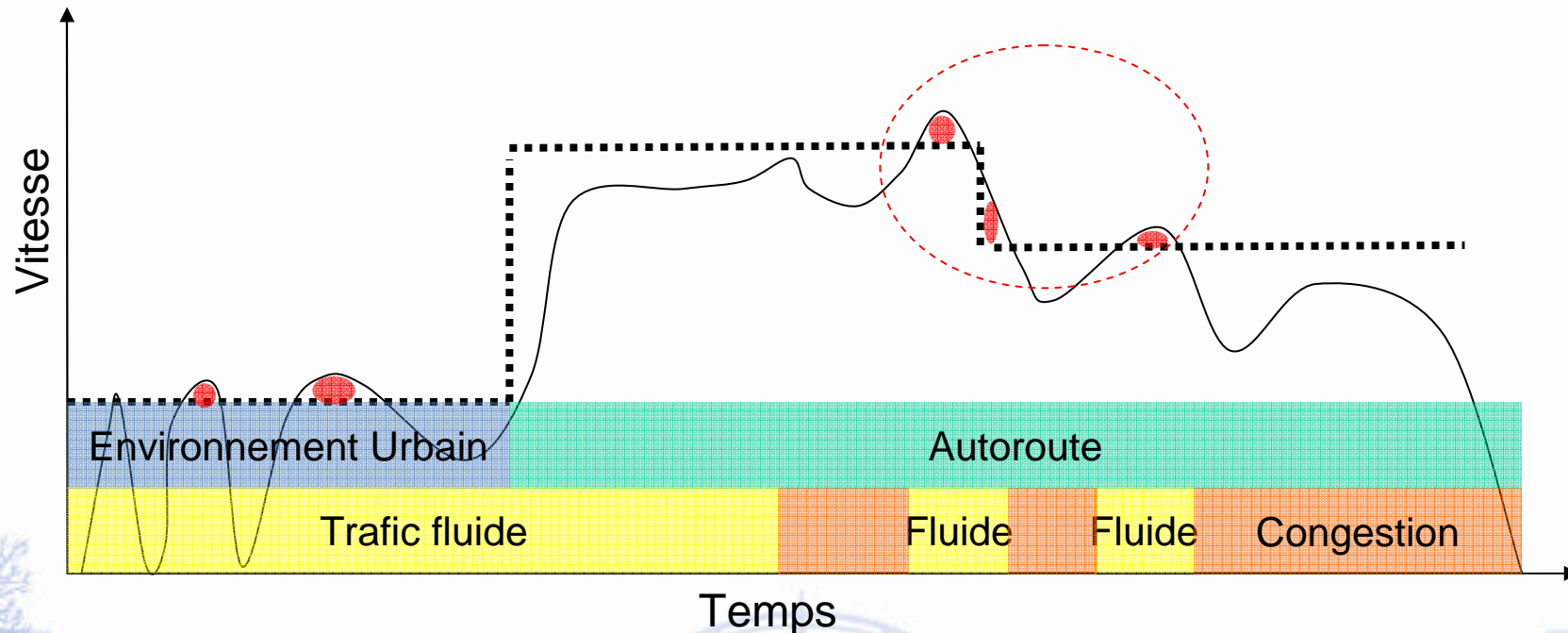
→ « Ce conducteur passe ~5% de son temps total de conduite sur autoroute en survitesse »

- Donnée disponible : état du trafic



Un indicateur comportemental

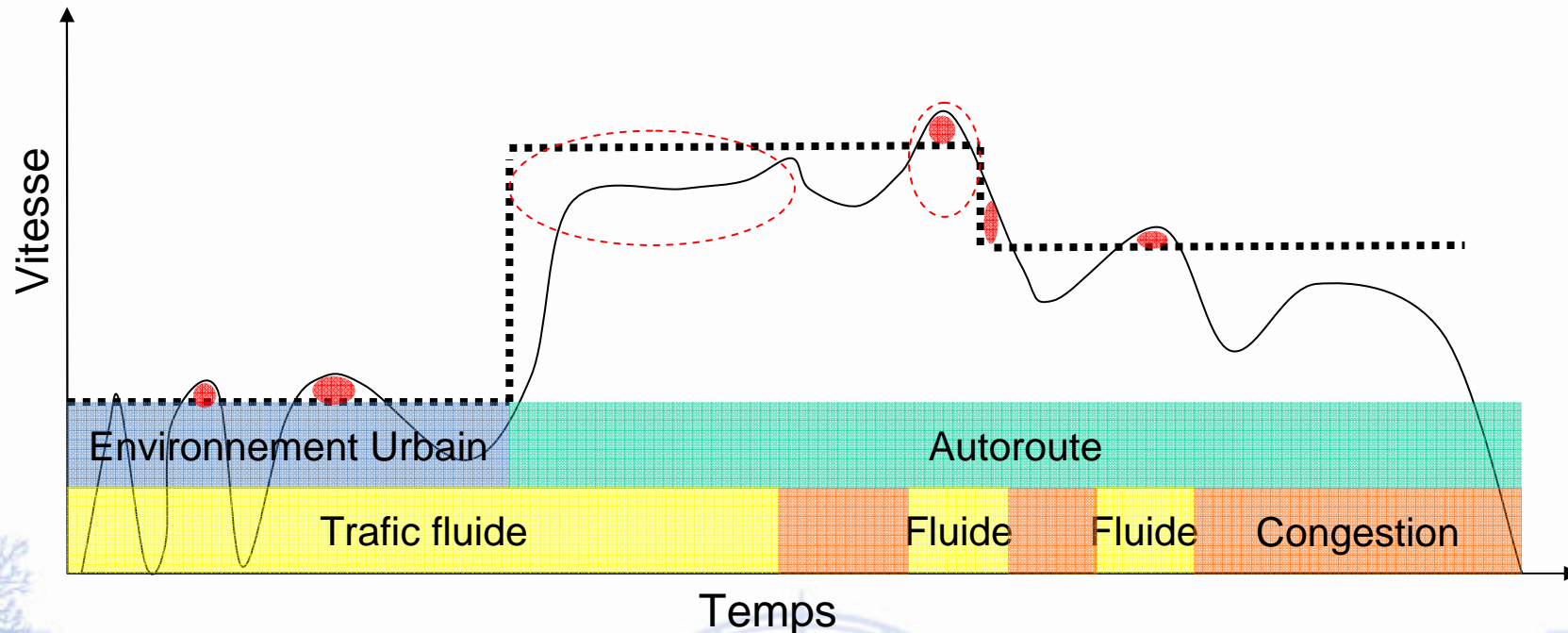
- Autre indicateur : survitesse selon le type de route en situation de conduite fluide



➔ « Lorsque le trafic est fluide sur autoroute (*i.e.* quand il peut choisir librement sa vitesse), ce conducteur passe ~25% de son temps en survitesse »

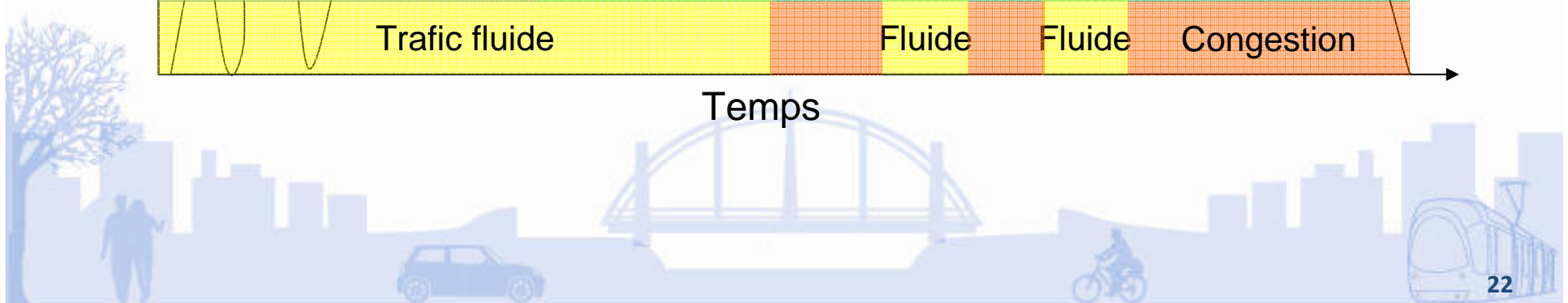
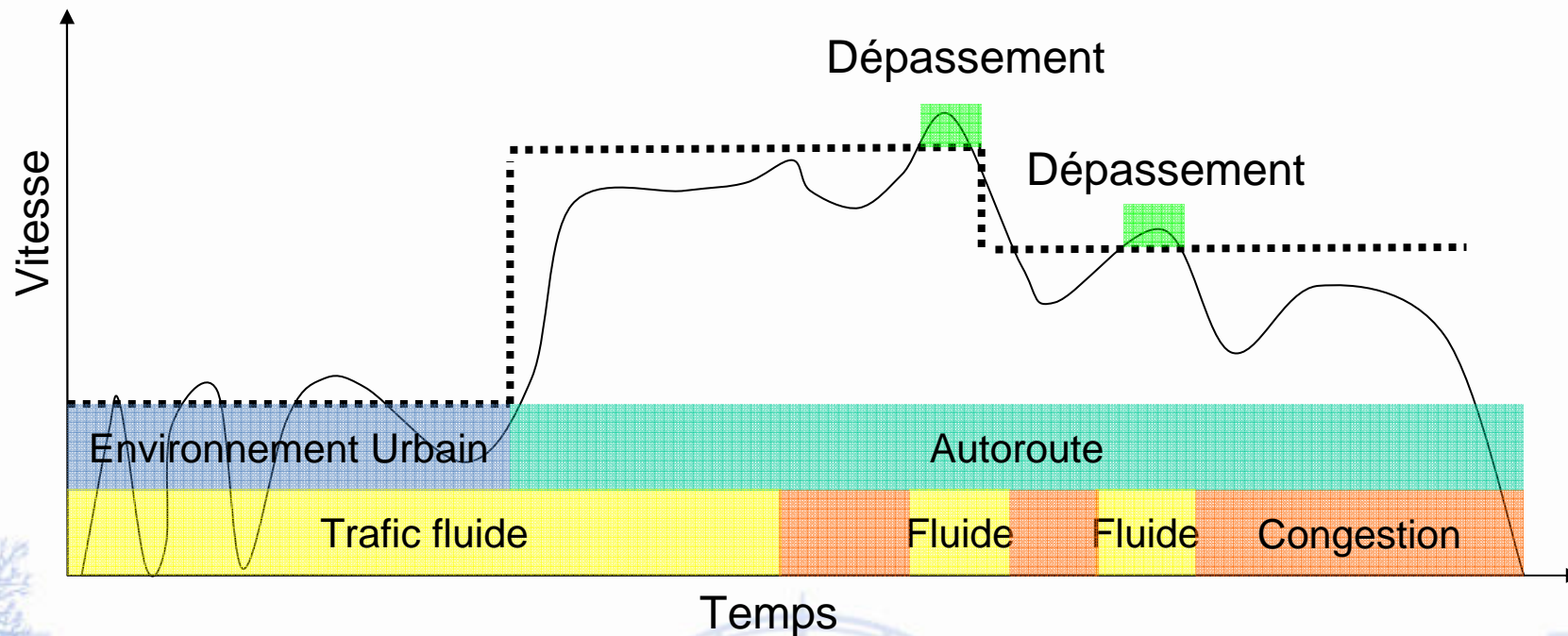
Un indicateur comportemental

- Autre indicateur : Vitesse moyenne selon les vitesses limites en situation de conduite fluide



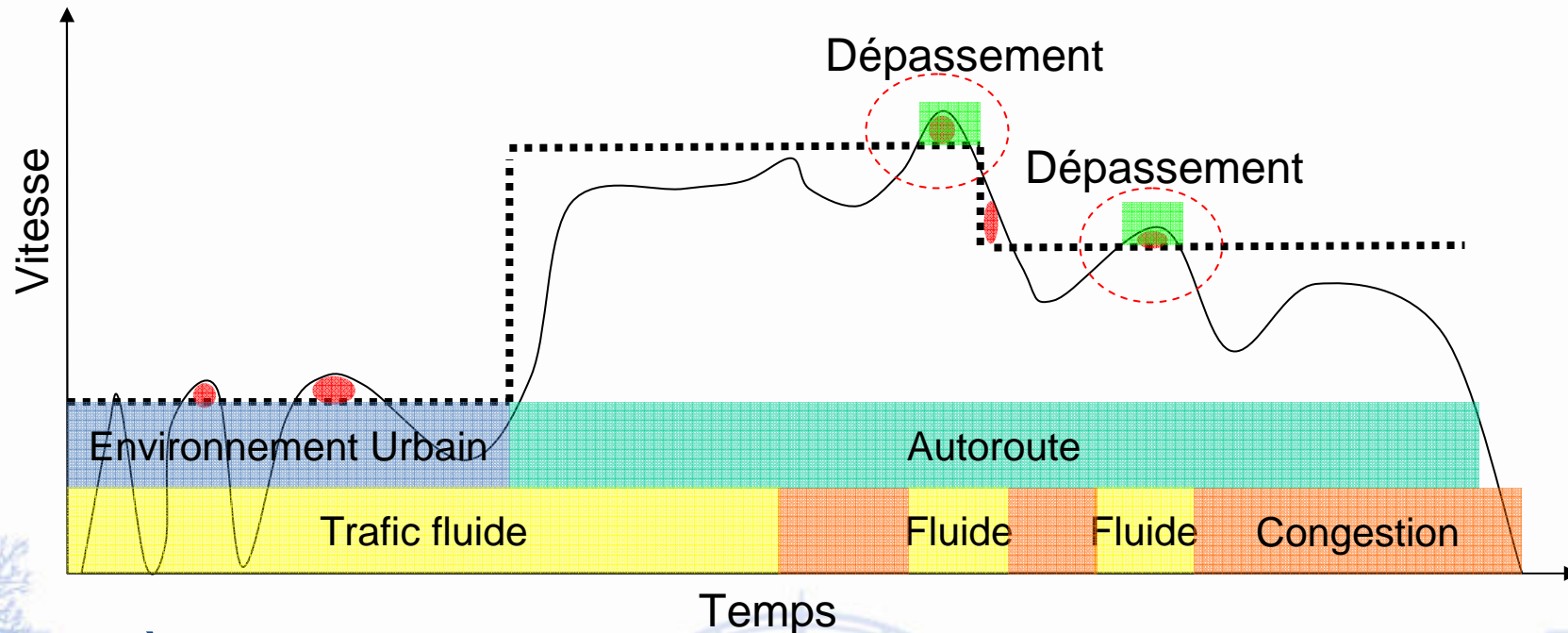
➔ « Lorsque le trafic est fluide sur les routes limitées à 130 km/h, ce conducteur roule en moyenne à 125km/h »

- Donnée disponible : manœuvres de conduite



Un indicateur situationnel

- Indicateur : survitesse selon les manœuvres



➔ « À chaque dépassement sur une autoroute en trafic fluide, ce conducteur est en survitesse »

Synthèse

- **Indicateurs descriptifs**

« Ce conducteur passe ~5% de son temps total de conduite sur autoroute en survitesse »

- **Indicateurs comportementaux**

« Lorsque le trafic est fluide sur autoroute (i.e. quand il peut choisir librement sa vitesse), ce conducteur passe ~25% de son temps en survitesse »

« Lorsque le trafic est fluide sur les routes limitées à 130 km/h, ce conducteur roule en moyenne à 125km/h »

- **Indicateurs situationnels**

« À chaque dépassement sur une autoroute en trafic fluide, ce conducteur est en survitesse »

→ **À partir des données, il faut choisir avec soin le filtrage et les agrégations que l'on effectue et évaluer leurs impacts sur la signification de l'indicateur final**

→ **Les différents types d'indicateurs renseignent sur différentes dimensions d'une même question de sécurité routière.**

Propositions de définitions

- **Indicateurs descriptifs**

- Permettent de quantifier l'occurrence d'un phénomène et peuvent être utiles pour évaluer si une politique de sécurité routière est correctement appliquée ou pas. Cependant, ils ne permettent pas d'en expliquer les raisons.

- **Indicateurs comportementaux**

- Permettent de décrire le comportement des conducteurs par rapport à une question spécifique de sécurité routière et autorise une identification de certains de ses déterminants.

- **Indicateurs situationnels**

- Permettent de décrire le comportement des conducteurs dans des situations de conduite très spécifiques qui présentent un enjeu en terme de sécurité routière.

Echelle de temps des indicateurs et précision

- **Calcul des indicateurs**

- Données d'une année
- Données d'un (ou plusieurs) mois

- **Impact de la mobilité sur la collecte des données**

- **Période de vacances où les conducteurs roulent davantage**
 - Plus de kilomètres
 - Réseaux plus variés
- **Selon l'endroit où vivent les conducteurs**
 - Spécificité du réseau routier (routes de montagne...)
 - Différentes variétés météorologiques

→ Plus la collecte dure longtemps, plus on aura de chances d'obtenir des données variées pour chaque conducteur : meilleure fiabilité des indicateurs

Importance de la base de temps : caractéristiques du sous-échantillon des données (SSC = sub sample characteristics)

- **Indicateurs descriptifs**

« Ce conducteur passe ~5% de son temps total de conduite sur autoroute en survitesse »

e.g. SSC = 1542 minutes d'autoroute

- **Indicateurs comportementaux**

« Lorsque le trafic est fluide sur autoroute (i.e. quand il peut choisir librement sa vitesse), ce conducteur passe ~25% de son temps en survitesse »

e.g. SSC = 927 minutes d'autoroute fluide

« Lorsque le trafic est fluide sur les routes limitées à 130 km/h, ce conducteur roule en moyenne à 125km/h »

e.g. SSC = 835 minutes d'autoroute fluide limités à 130km/h

- **Indicateurs situationnels**

« À chaque dépassement sur une autoroute en trafic fluide, ce conducteur est en survitesse »

e.g. SSC = 25 minutes de dépassement sur autoroute fluide

Importance de la base de temps : caractéristiques du sous-échantillon des données

- **Outils de contrôle sur la quantité de données utilisées pour calculer l'indicateur**
 - « Quelle a été, en 2012, la vitesse moyenne des automobilistes franchissant des zones limitées à 30km/h entre 3h et 4h du matin, dans la nuit de samedi à dimanche alors qu'il pleuvait ? »

$V_{moyenne} = 54\text{km/h}$

e.g. SSC = 3 minutes de données

→ Cela permet de faire varier la fenêtre de temps de calcul d'indicateur et les paramètres d'agrégation en suivant leurs impacts sur la fiabilité du résultat

Agrégation des résultats à l'échelle d'un pays

- L'indicateur est d'abord calculé par participant
- On cherche à étudier les comportements sécuritaires de chaque conducteur de la flotte
 - Possibilité de comparaisons selon les caractéristiques des conducteurs (e.g. âge, genre...)
 - Mise en évidence de « profils » de conducteurs (e.g. mobilité exclusivement urbaine ou mixte...)
 - Possibilité d'agrégation ultérieures plus fine



Agrégation des résultats à l'échelle d'un pays

- Exemple d'indicateur : moyenne et écart-type de la vitesse en situation « raisonnablement » fluide, par vitesse limite

	30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	110 km/h	120 km/h	130 km/h
Driver 1	mean speed = 35,2 stdev = 5,23 SSC = 7	mean speed = 55,4 stdev = 6,23 SSC = 45	mean speed = 86,4 stdev = 7,23 SSC = 28	...	...	...	...	...
Driver 2	...	...	...	...	...	...	...	...
...

SPI : Mean speed and standard deviation of speed in free flowing traffic conditions in march 2012*

* Filters provoke the removal of data collected during

Peak hours

Week ends driving

Car speed is less than 5km/h

Weather conditions are bad

SSC = sub sample characteristics (total aggregated driving time in cluster in minutes)

Agrégation des résultats à l'échelle d'un pays

- On étudie les SSC de chaque participant pour décider de les inclure dans le calcul final d'indicateur pour le pays
- On applique des facteurs de pondération afin de redresser l'échantillon pour qu'il soit représentatif de la population du pays
- On formule le SSC global en indiquant le nombre de participants inclus et le volume de données traité



Agrégation des résultats à l'échelle d'un pays

- Exemple d'indicateur : moyenne et écart-type de la vitesse en situation « raisonnablement » fluide, par vitesse limite

	30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	110 km/h	120 km/h	130 km/h
Country 1	mean speed = 32,4 stdev = 1,23 SSC = 12 / 34	mean speed = 56,4 stdev = 2,23 SSC = 26 / 89	mean speed = 76,4 stdev = 5,12 SSC = 35 / 115	...	...	...	...	...
Country 2	...	...	...	...	...	...	...	...
...

SPI : Mean speed and standard deviation of speed in free flowing traffic conditions in march 2012*

* Filters provoke the removal of data collected during
 Peak hours
 Week ends driving
 Car speed is less than 5km/h
 Weather conditions are bad

SSC = sub sample characteristics (number of drivers included / total aggregated driving time in cluster in minutes)

Observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs pertinents

- **En conclusion**

- **3 familles d'indicateurs**

- Filtres et agrégations différents = significations différentes

- **Une évaluation sur la quantité de données utilisée pour chaque indicateur**

- SSC : Sub Sample Characteristics

- **Des résultats d'abord par participant puis à l'échelle du pays**

- Accent mis sur les comportements des conducteurs en terme de sécurité routière



Observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs pertinents

- **En conclusion (2/2)**

- **Besoins en termes de données et d'algorithmes**

Données cibles + données sur contextes (heure, position GPS, système d'information géographique) + algorithmes de traitements

- **Qualité des données dépend de**

La fenêtre temporelle utilisée pour le calcul et le nombre de paramètres d'agrégation

La taille de l'échantillon, sa représentativité et les critères utilisés pour le constituer

La disponibilité et la précision des données GPS, des systèmes d'information géographiques et des fonctions de Map-Matching



DaCoTA FP7 Project

- Rédaction d'un guide pratique pour le calcul d'indicateurs de sécurité
 - Guide méthodologique détaillant les éléments évoqués précédemment
 - Guide technique détaillant l'implémentation des calculs de chaque indicateur

Référence : Bonnard, A., Brusque, C., Hugot, M., Commandeur, J. and Christoph, M. (2012) Study design of Naturalistic Driving observations within ERSO – Development of innovative indicators for exposure and safety performance measures, Deliverable 6.2.A of the EC FP7 project DaCoTA.



SPI proposés dans le projet DaCoTA

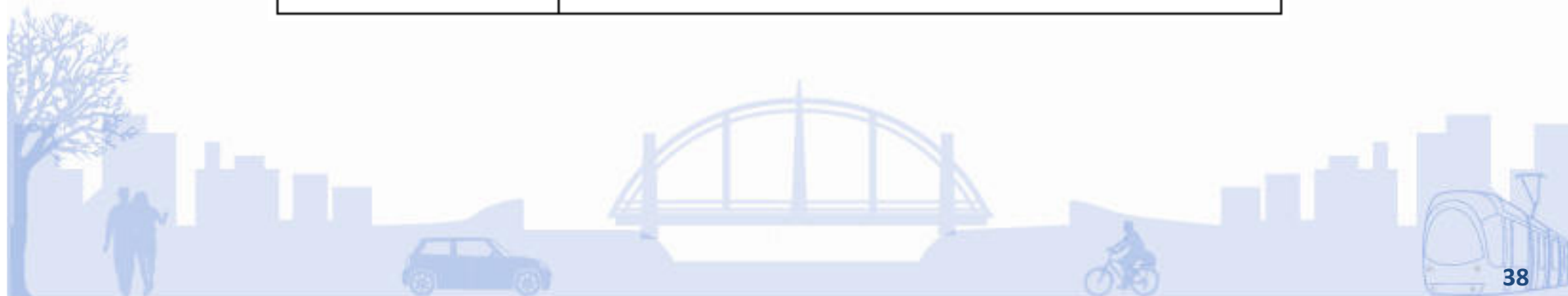
SPI category	Behavioural SPI	Descriptive SP
Excessive speed	<p>Mean speed and standard deviation of speed in free flowing traffic conditions</p> <p>V85 in free flowing traffic conditions</p> <p>Percentage of driving time over the legal speed limit in free flowing traffic conditions</p> <p>Percentage of driving time 10 km/h over the legal speed limit in free flowing traffic conditions</p>	<p>Percentage of driving time over the legal speed limit</p> <p>Percentage of driving time 10 km/h over the legal speed limit</p>
Seat belt use	<p>Percentage of trips without seat belt use, with partial seat belt use, with total seat belt use</p> <p>Systematic use of seat belt: percentage of trips with immediate seat belt fastening</p>	<p>Percentage of driving time with seat belt fastened for drivers, front passengers and rear passengers.</p>
Daytime running light use	<p>Percentage of trips without DRL use, with partial DRL use, with total DRL use during daytime and clement weather conditions</p> <p>Systematic use of DRL: percentage of trips with immediate DRL switching on during daytime and clement weather conditions</p>	<p>Percentage of driving time with DRL switched on during daytime and clement weather conditions</p>

SPI proposés dans le projet DaCoTA

SPI category	Behavioural SPI	Descriptive SP
Short headway	<p>15th percentile of the headway in vehicle following situations</p> <p>Percentage of driving time with headway greater than 2 seconds, between 1 and 2 seconds, , between 0.5 and 1 second and less than 0.5 second in vehicle following situations</p> <p>Frequency of occurrences of short headway epochs(headways less than 0.5 second during at least 0,2 seconds) in vehicle following situations per hour driven</p>	<p>Percentage of driving time with headway greater than 2 seconds, between 1 and 2 seconds, , between 0.5 and 1 second and less than 0.5 second</p> <p>Frequency of occurrences of short headway epochs (headways less than 0.5 second during at least 0,2 seconds) per hour driven</p>
Strong deceleration	<p>15th and 85th percentile of the vehicle in deceleration situation</p> <p>Percentage of deceleration time with deceleration greater than -0.25g, between -0.25g and -0.50.g and less than -0.50.g, in deceleration situation</p>	<p>Frequency of occurrences of strong decelerations per hours driven (deceleration less than -0.5.g during at least 0,2 seconds)</p>
Safety Systems use		<p>Frequency of occurrences of safety system (Anti-lock braking system and Electronic stability control system...) activation per hours driven</p>

RED proposés dans le projet DaCoTA

RED	RED definition
Vehicle Kilometre	Total amount of kilometres driven by passenger vehicles during one year in the country
Driver Kilometre	Total amount of kilometres driven by drivers at the wheel of their main vehicle during one year in the country
Driver Time in traffic	Total amount of time spent by drivers at the wheel of their main vehicle during one year in the country
Trip Number	Total number of trips made by drivers at the wheel of their main vehicles during one year in the country
Trips Characteristics	Characteristics of trips made by drivers at the wheel of their main vehicle during one year in the country



Objectifs de la présentation

- Discuter de la plus value et de la pertinence de l'observation d'une flotte de véhicules pour estimer des indicateurs en sécurité routière
- Proposer de nouveaux indicateurs tirant profit des caractéristiques de l'observation en continue de la conduite
- Identifier les développements méthodologiques nécessaires pour l'estimation de ces indicateurs



Identification de besoins de définitions de référence

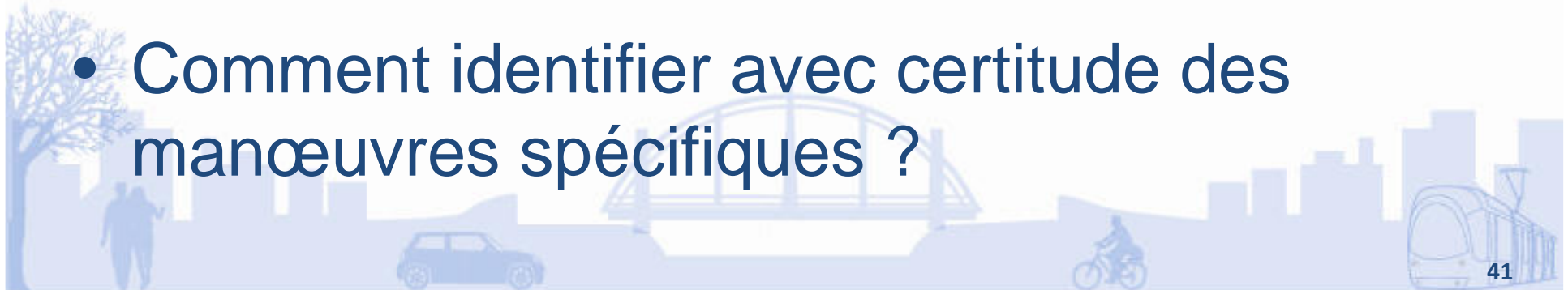
- Quand on calcule des indicateurs, certaines variables d'agrégation doivent avoir une définition précise
 - Indicateur par trajet : qu'est ce qu'un trajet ?
 - Indicateur selon la météo : qu'est ce que le « beau temps » et le « mauvais temps » ?
 - Indicateur selon la période du jour : quand s'arrête « le jour » et commence « la nuit », et inversement ?

- ...



Limites méthodologiques et perspectives

- Comment construire un échantillon représentatif et quelle représentativité choisir ?
- Quelle confiance peut-on avoir dans les systèmes d'information géographiques ?
- Comment établir avec certitude les situations en trafic fluide ?
- Comment identifier avec certitude des manœuvres spécifiques ?



Merci pour votre attention

Ifsttar

14-20 Bld. Newton

Cité Descartes

Champs-sur-Marne

77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

France

Tél. +33 (0)1 81 66 80 00

www.ifsttar.fr

