

5. Energieforum

Tramlinie und Energie

Jean-Marc Allenbach, Dozent an der HES

Dr. Fabien Vannel, Dozent an der HES



stpg

VÖV UTP
■■■■■

30.01.2018

Hes·SO GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

L'avenir est à créer

h e p i a

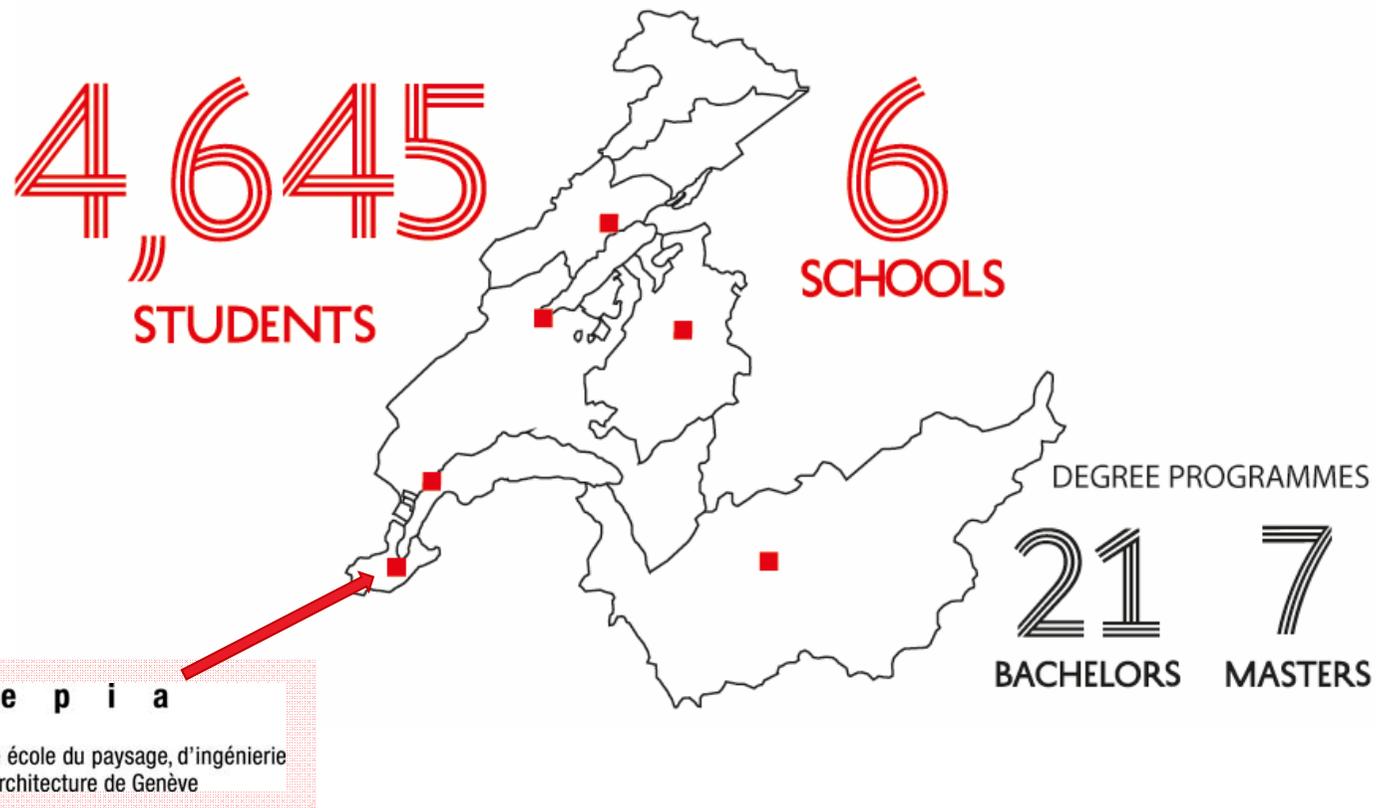
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

Übersicht

- hepia, eine Ingenieurschule im Dienste der Mobilität
- EnergiTram, eine Forschung zur Energiereduktion
- ... System zur Datensammlung
- ... Dynamik eines Trams
- ... Fahrenergie der Tramlinie
- ... Fahrweise und Verbrauch
- ... Bremsenergie
- ... Lüftung und Heizung
- Sparpotenzial Verbrennungsmotor

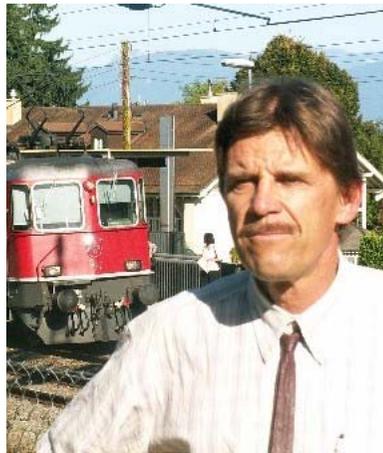
hepia, eine Ingenieur-Fachhochschule

- hepia ist Teil des Netzwerkes der Fachhochschule HES-SO
- 9 Studiengänge
- 4 Forschungsinstitute
- 1000 Studierende



hepia – Kompetenzgruppe Transport und Ökomobilität

- Aus mehreren Dozenten, Forschern und Ingenieuren bestehende Gruppe bei hepia
- Zusammenarbeit mit internationalen Unternehmen im Bereich Transport und Mobilität



J.-M. Allenbach

- Elektroantrieb
- Fahrzeugdynamik



Dr. F. Vannel

- Bordelektronik
- Informatik
- Ökomobilität



Ing. C. Abegg

- Bordelektronik
- Informatik
- Passagierkomfort



Ing. J. Antezana

- Mathematische Modelle
- Energieanalysen

- <http://hepialsn.hesge.ch/ecomobility>

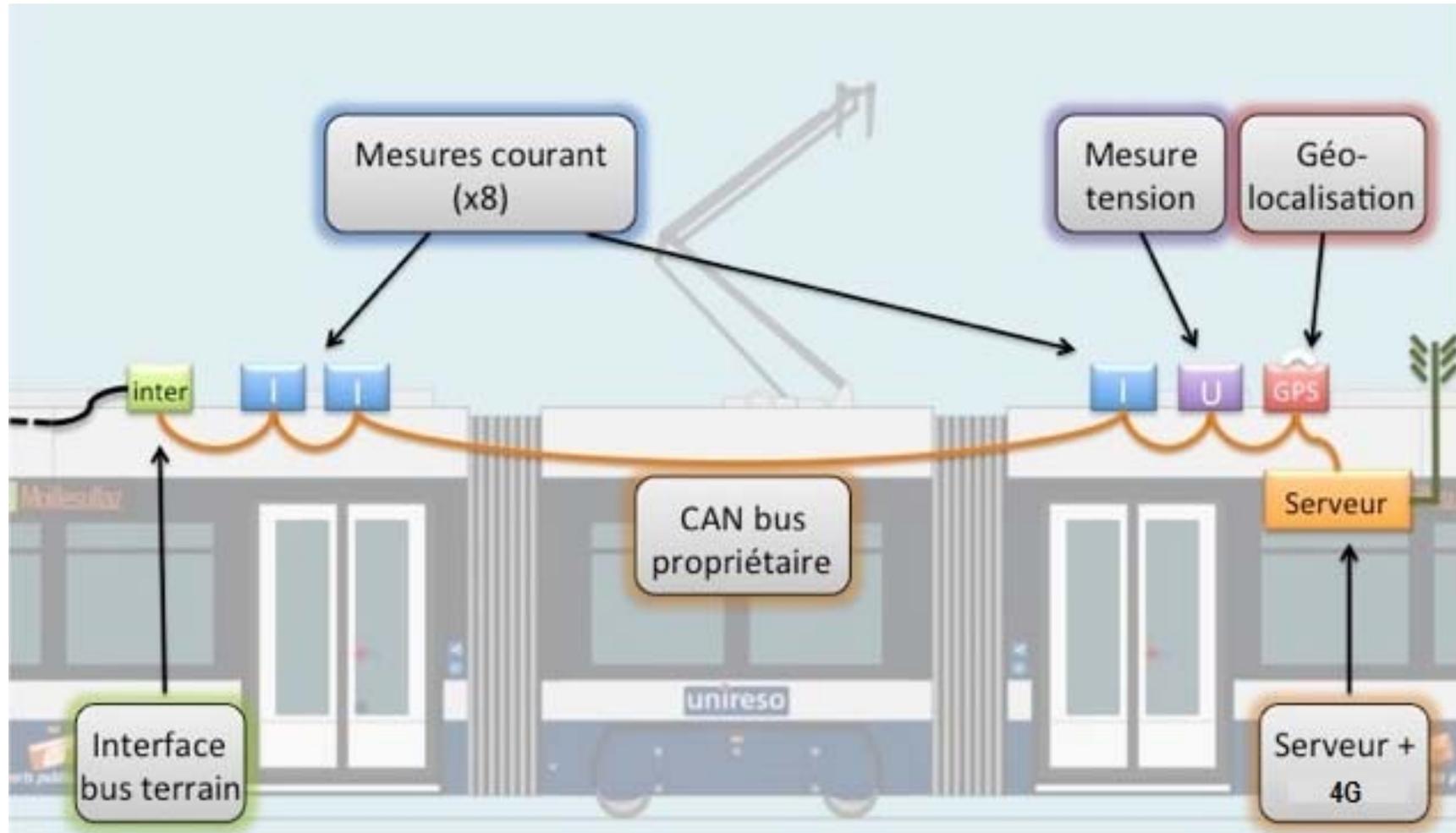
hepia, akademisches Forschungszentrum

- Verschiedene Methoden für die Zusammenarbeit:
 - Mandate
 - Beispiele:
 - Instrument zur Schulung von Fahrzeuglenkern für energiebewusstes Fahren
 - Analyse des Leistungsflusses von Trams
 - Analyse des Einsparungspotenzials von Kraftstoff und Verbrauchsgütern durch eine Sensibilisierung für umweltbewusstes Fahren
 - Forschungsprojekte (BAV, CTI, europäische Projekte, ...)
 - Kompetenzgruppen: MOVI+

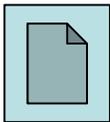
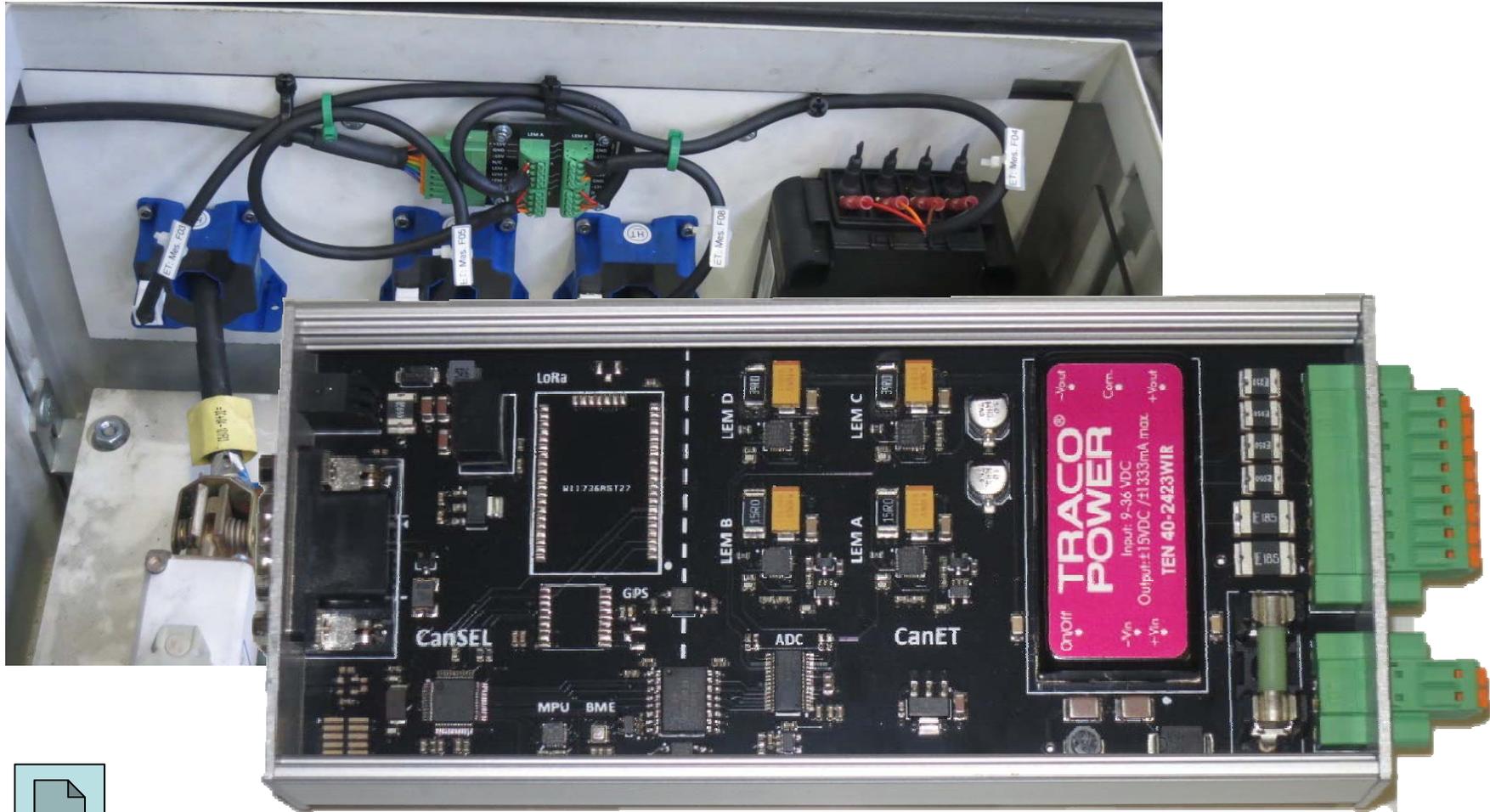
Energieanalyse Verbrauch einer TPG-Tramlinie

- System zur Ermittlung des unterschiedlichen Verbrauchs einer kommerziell genutzten Tramlinien
- System zur Ermittlung eines Einsparungspotenzials
- Stärken:
 - Aufzeichnung der Verbrauchparameter einer Strecke
 - Geolokalisierung
 - Interaktion mit den Betriebsbedingungen des Trams
 - Vergleichsanalyse mehrerer Strecken
 - Modular und in Teilsysteme zerlegbar

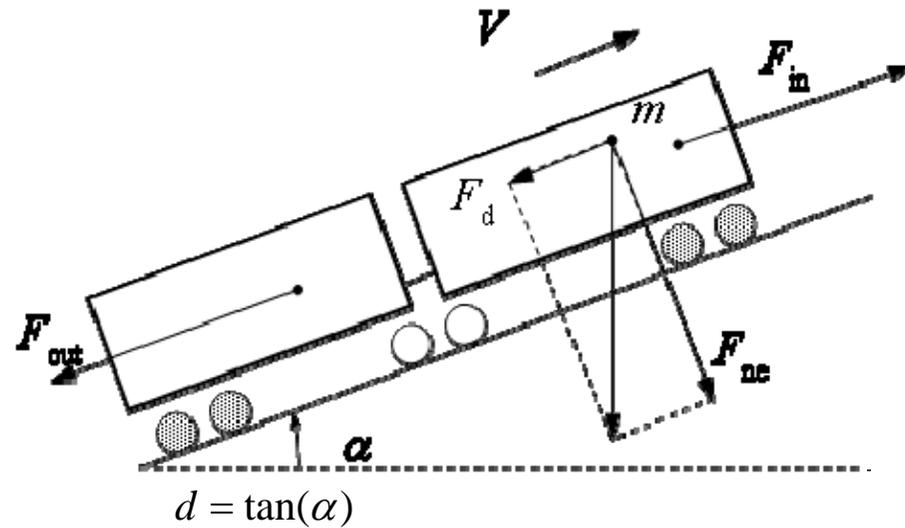
Tram mit Bordelektronik



Tram mit Bordelektronik

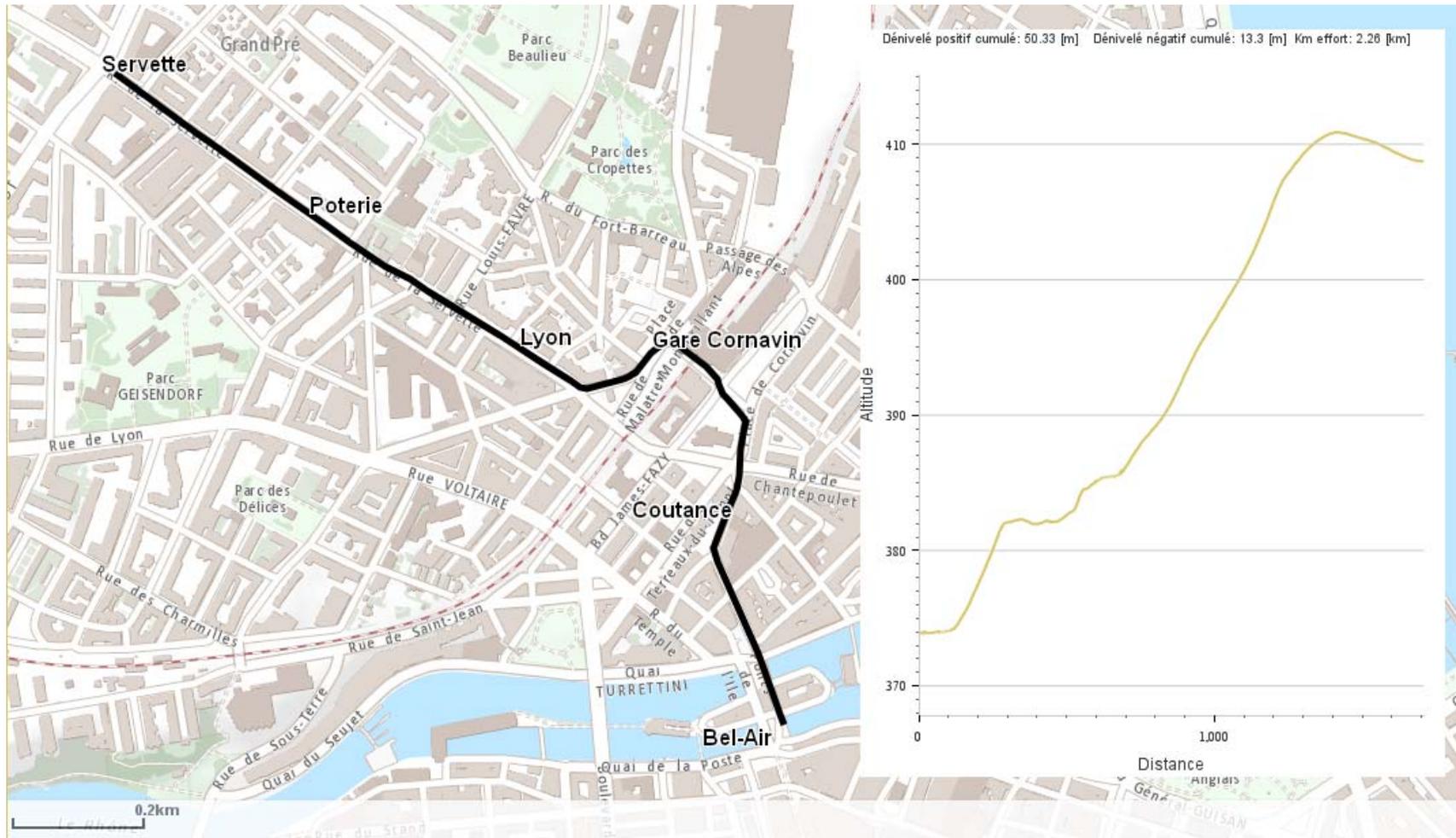


Fahrzeugdynamik Tram

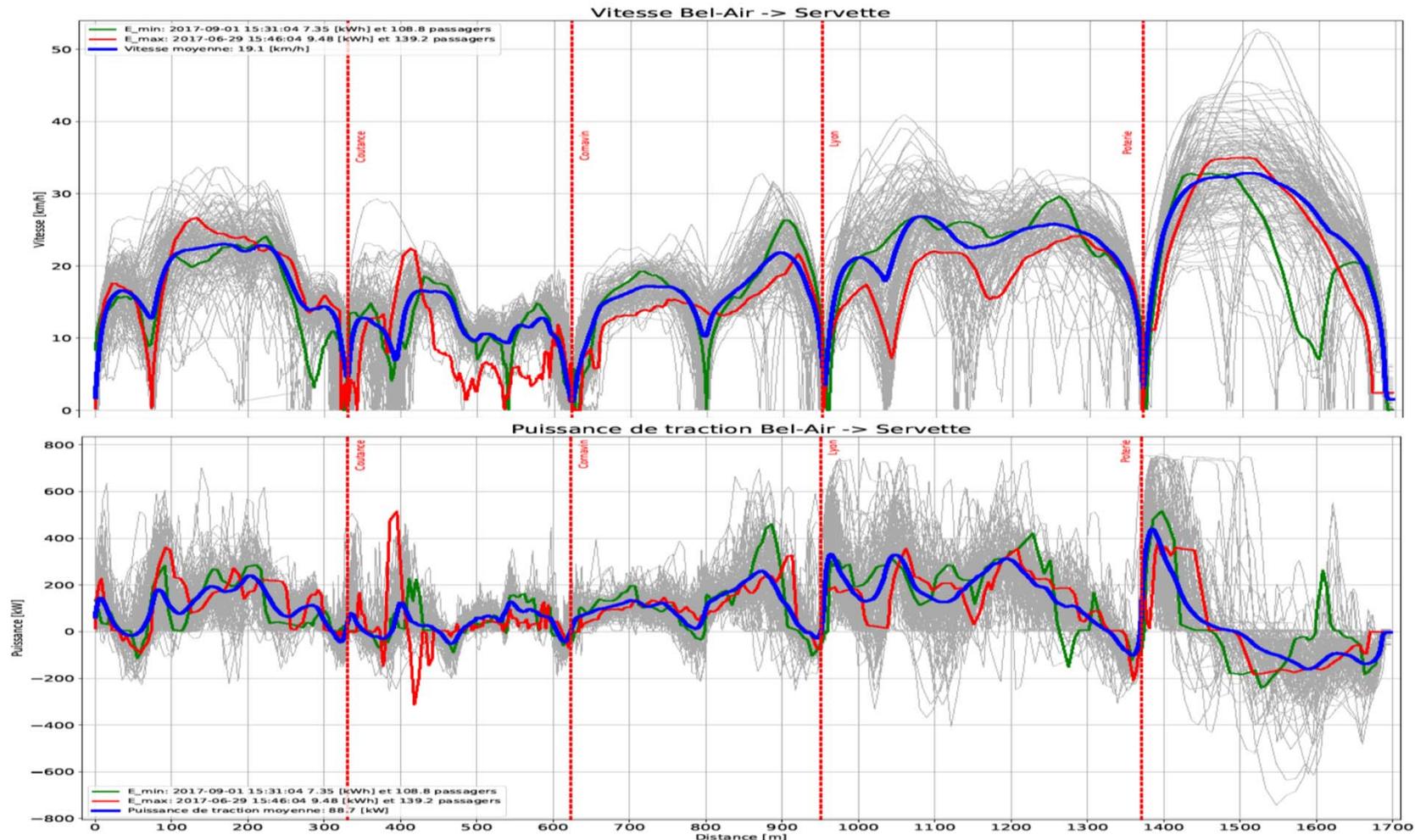


$$m^* \cdot a = Z - B - m \cdot g \cdot d - F_f$$

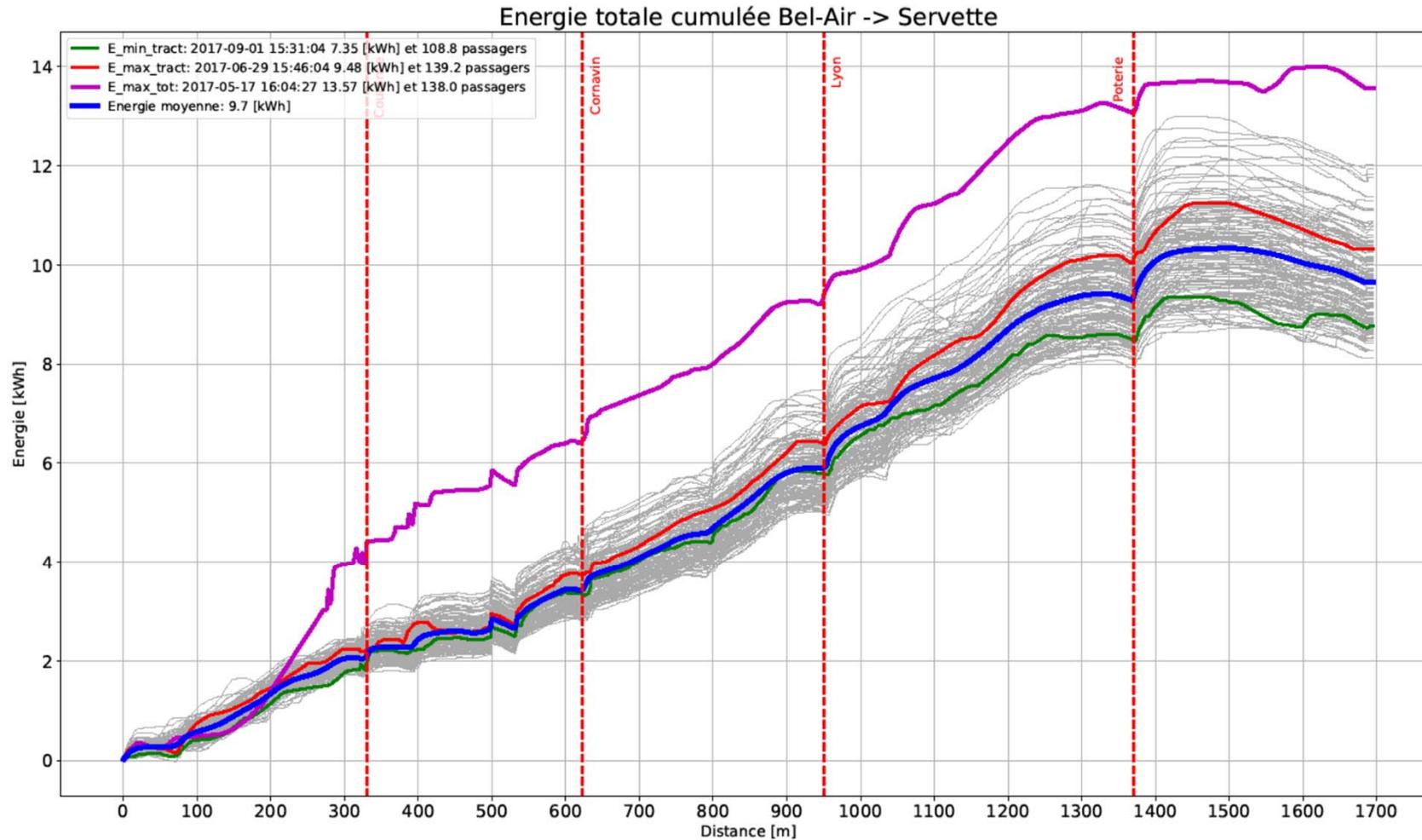
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke Bel-Air – Servette



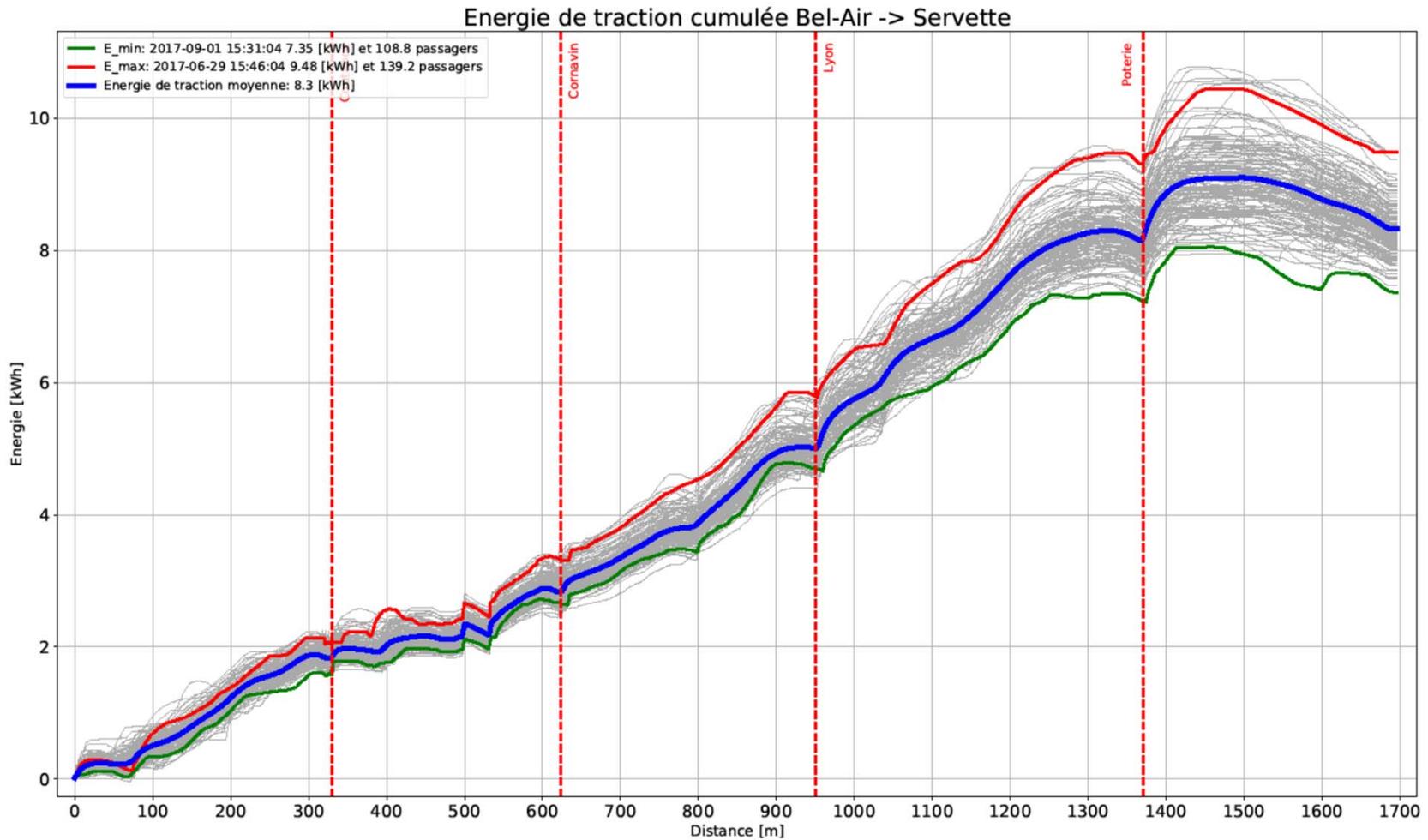
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke Bel-Air – Servette



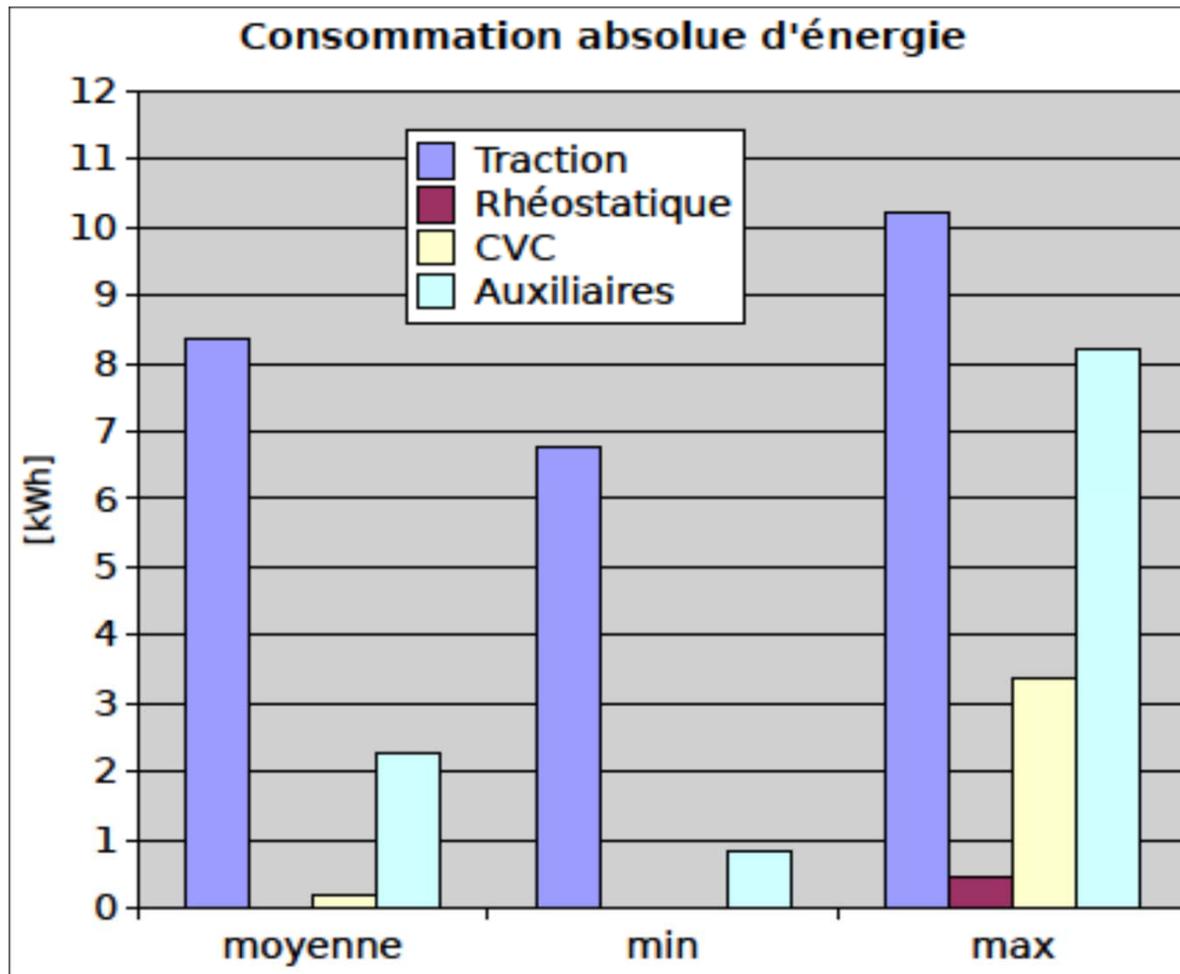
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke Bel-Air – Servette



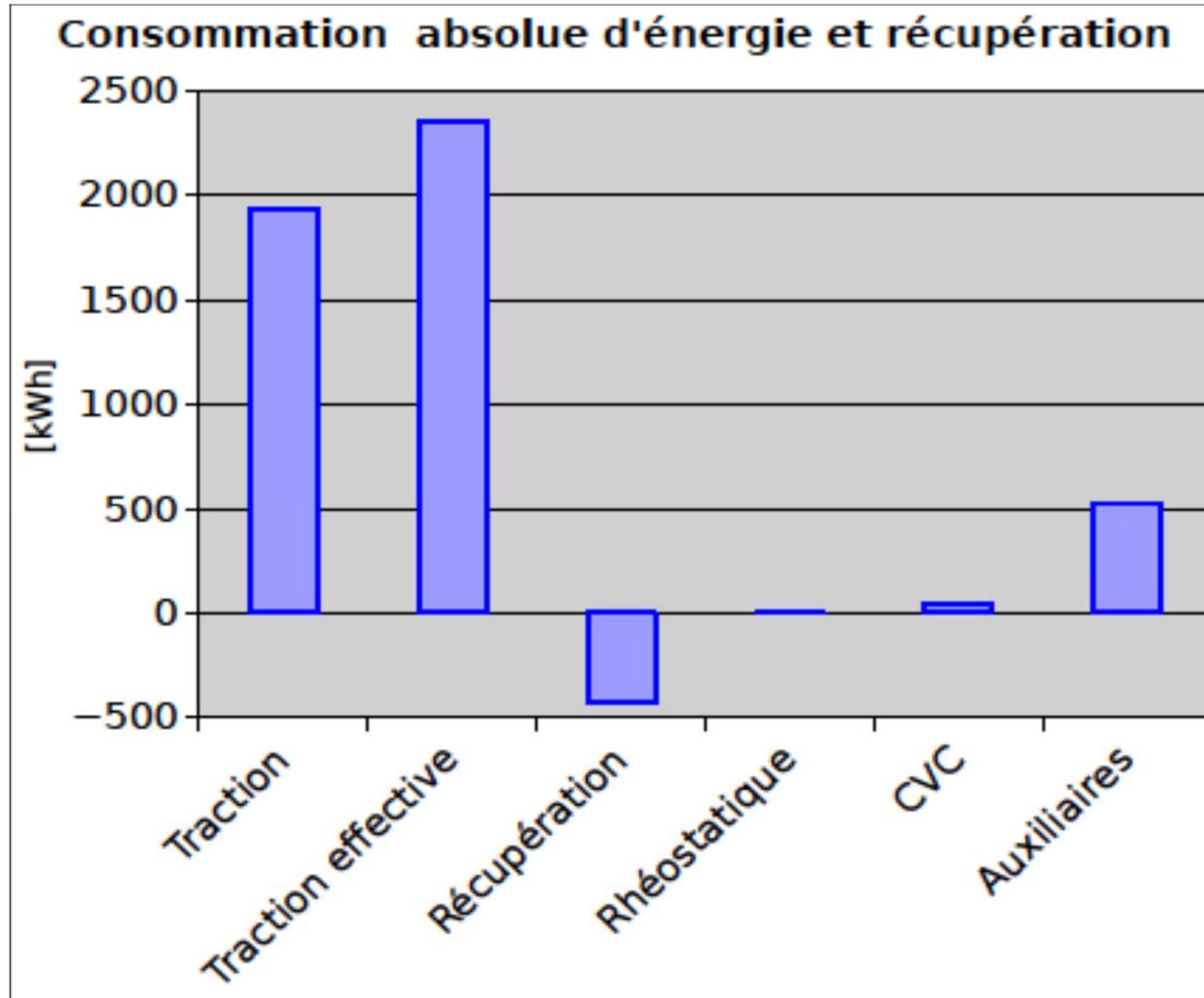
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke Bel-Air – Servette



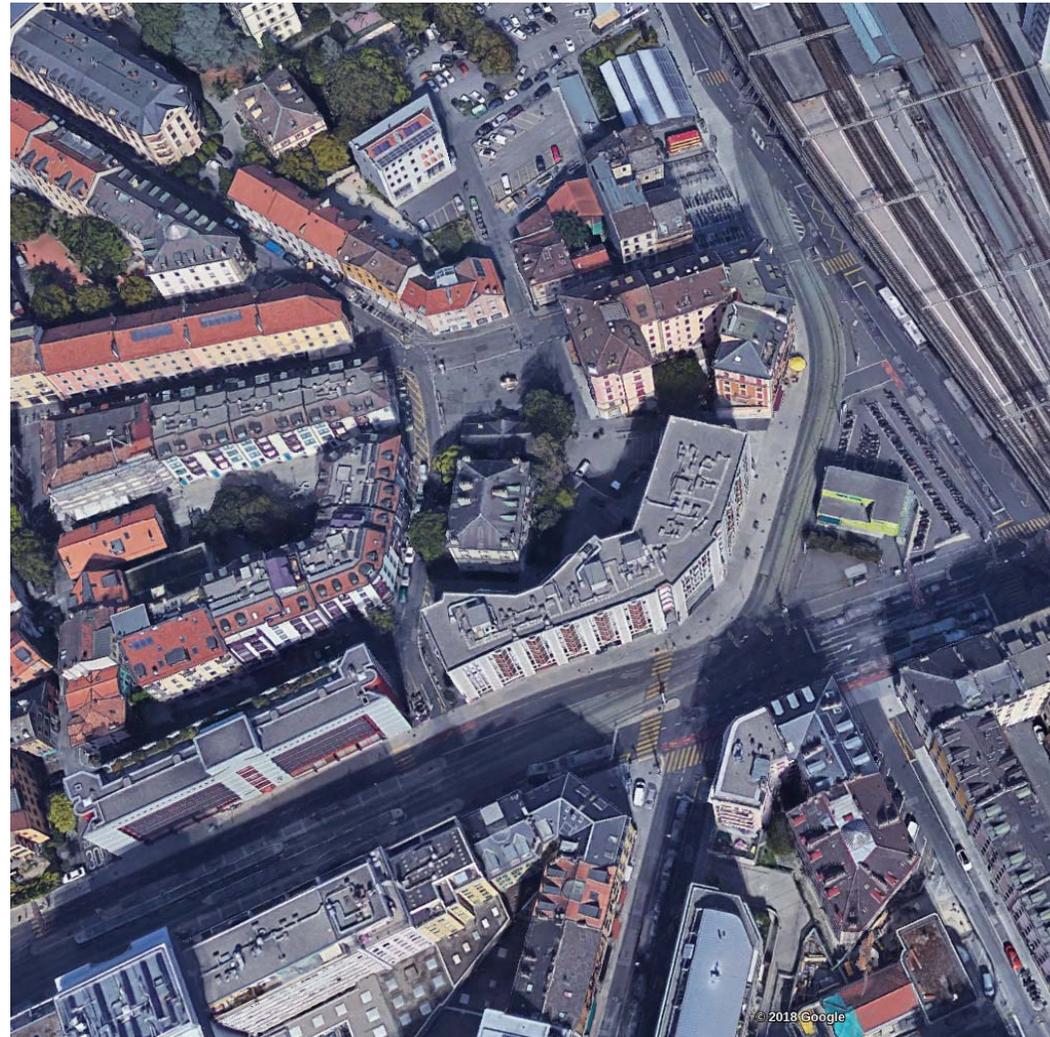
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke Bel-Air – Servette



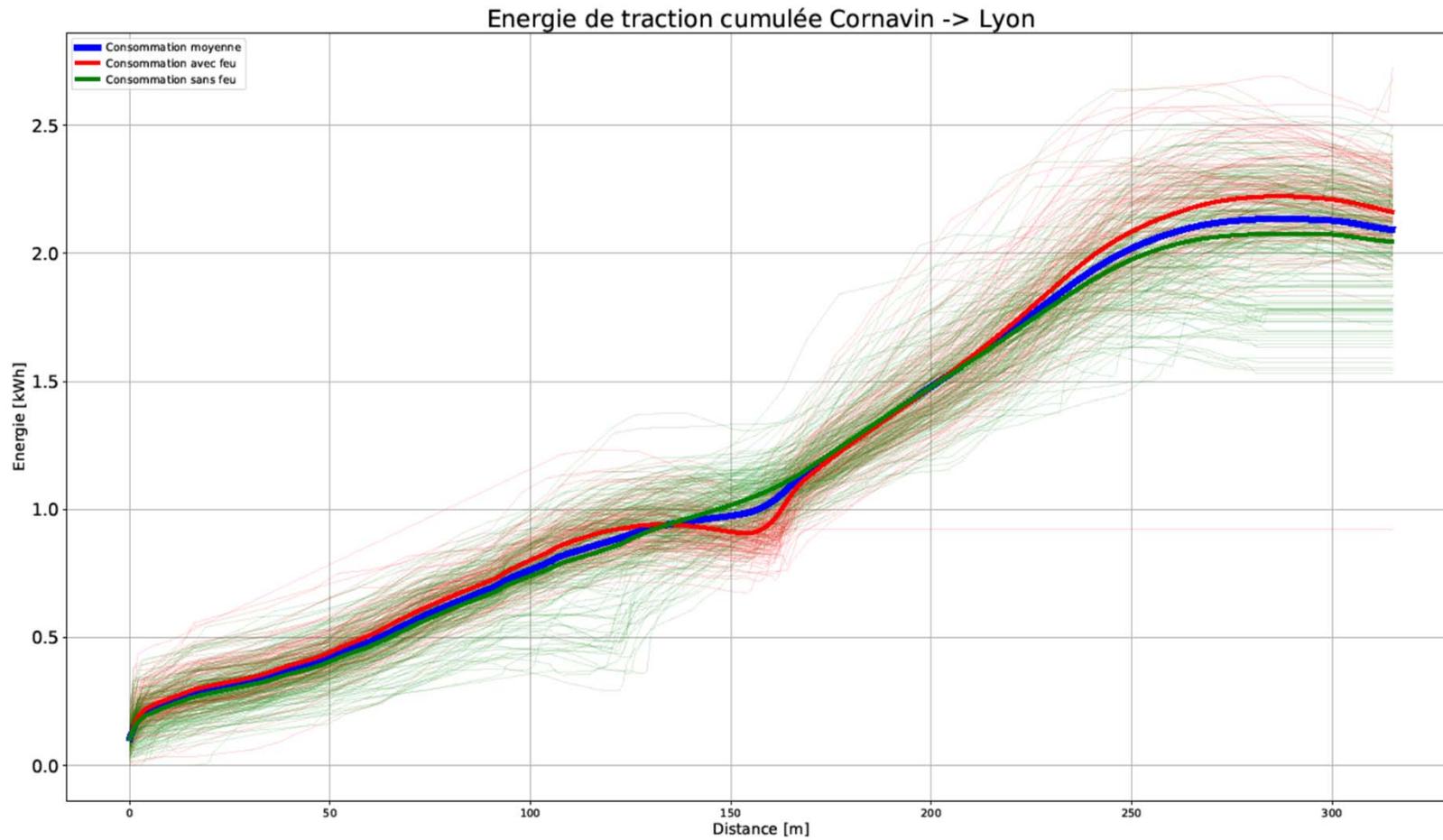
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke Bel-Air – Servette



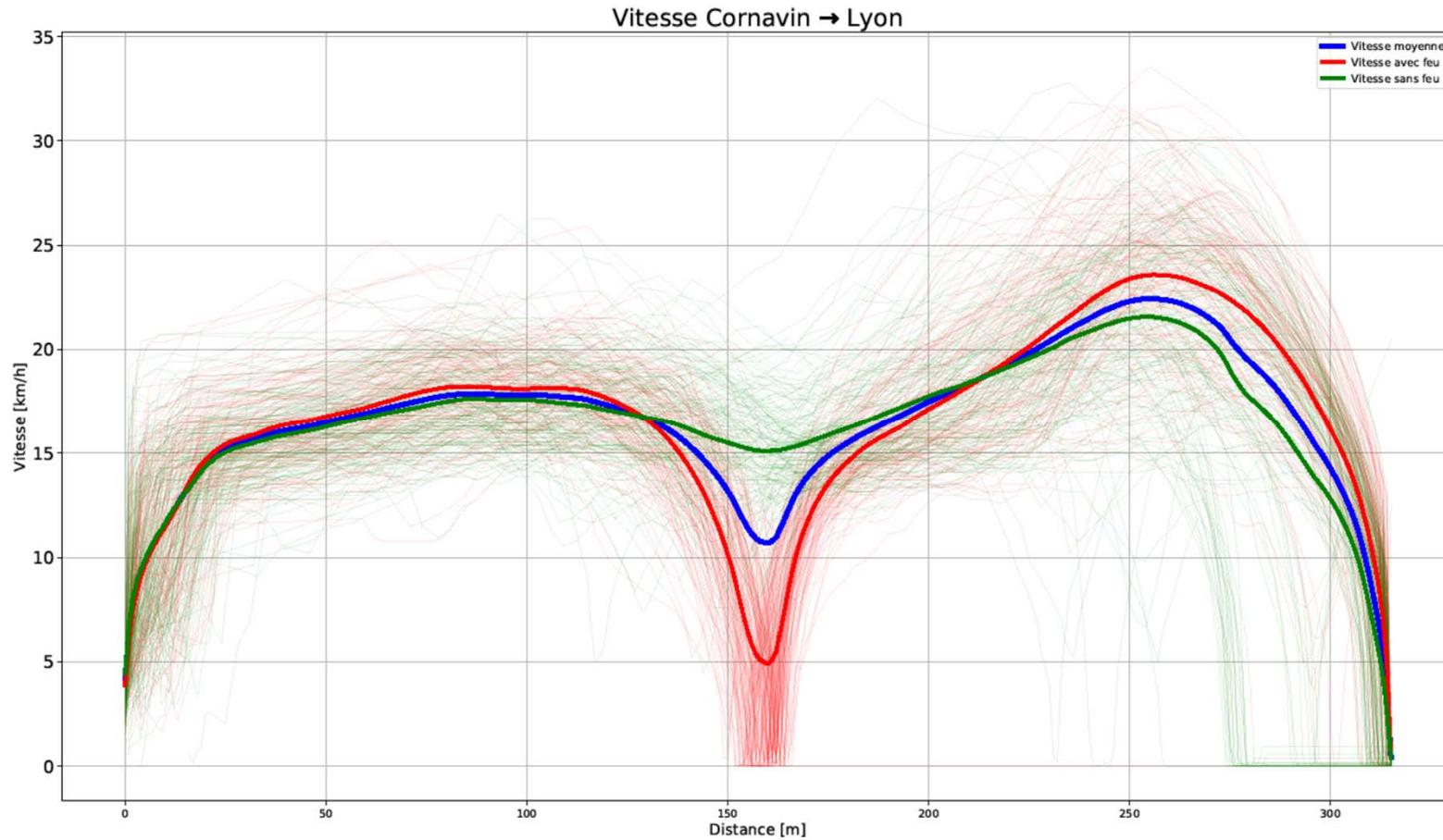
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Cornavin – Lyon



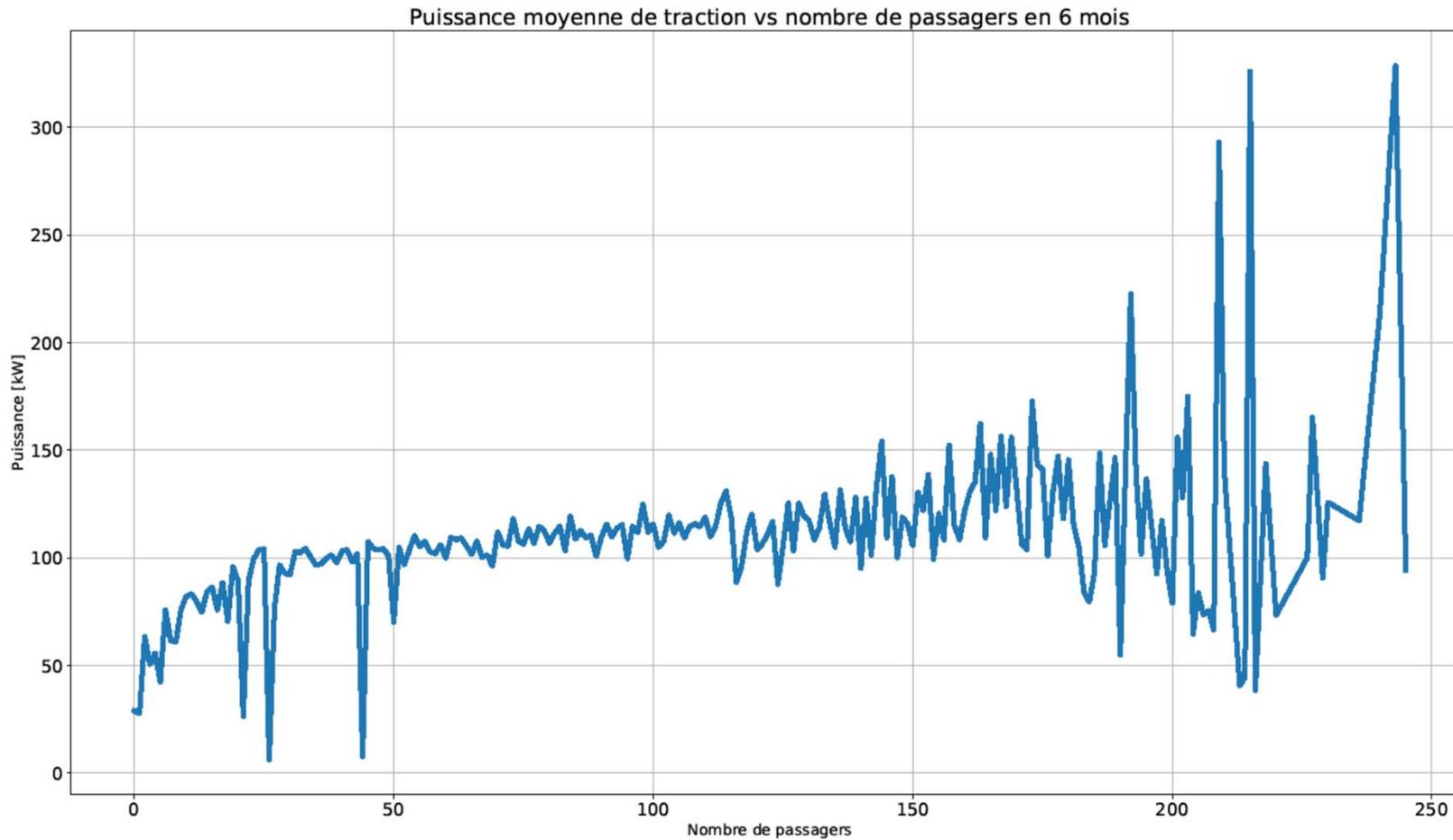
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Cornavin – Lyon



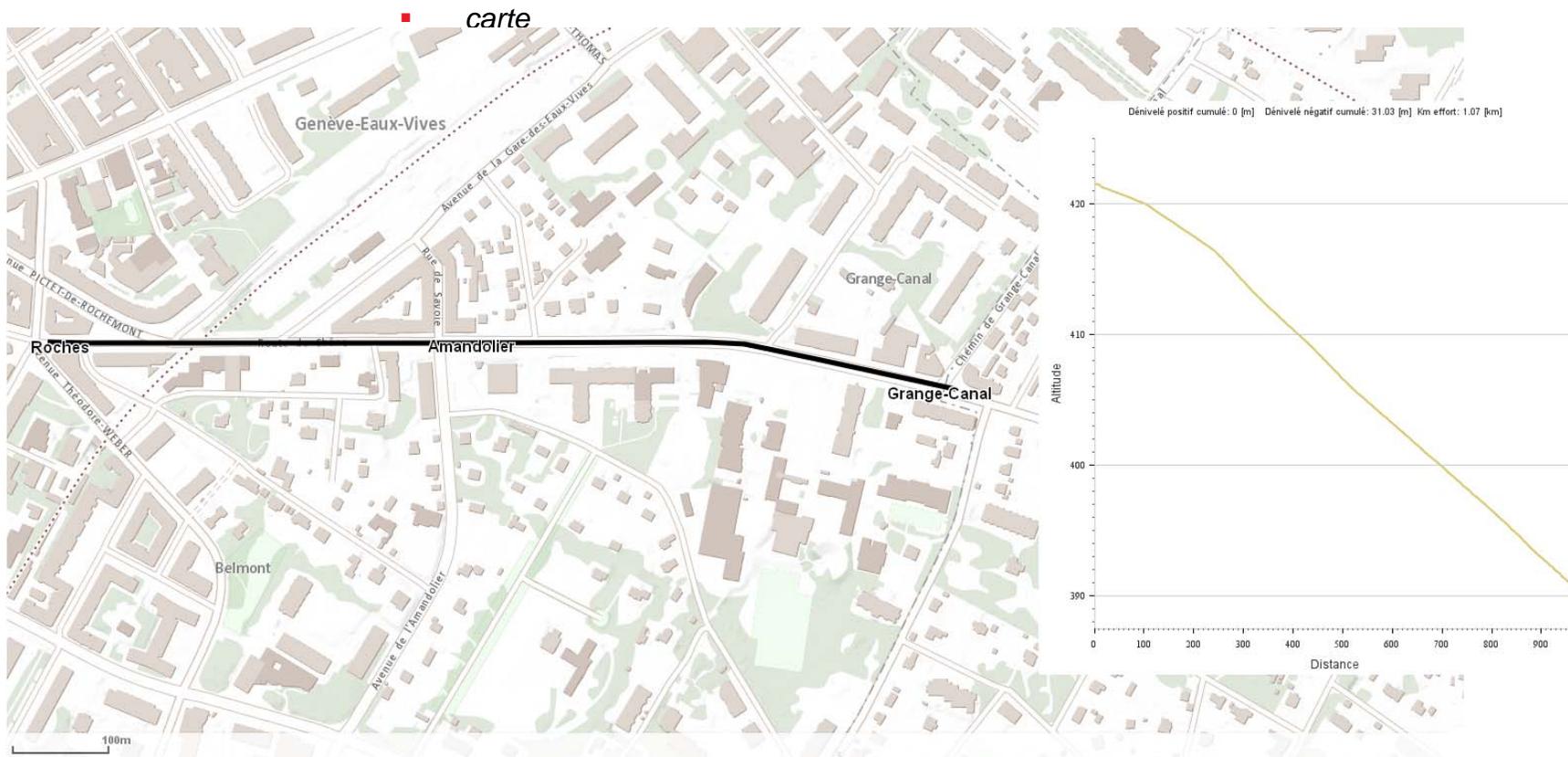
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Cornavin – Lyon



Unterschiedlicher Verbrauch je nach Passagierlast, ganzes Verkehrsnetz

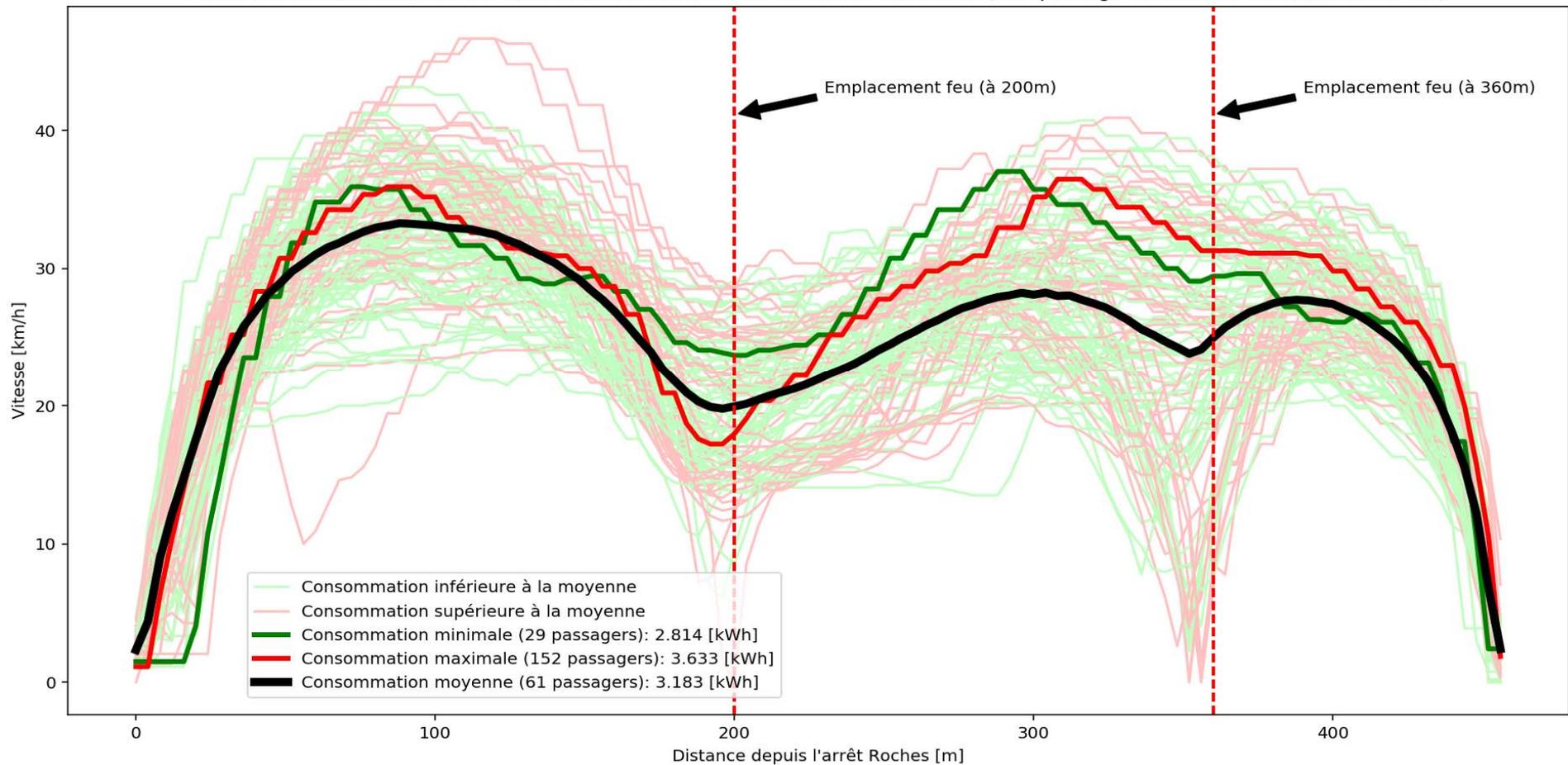


Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Roches – Amandolier



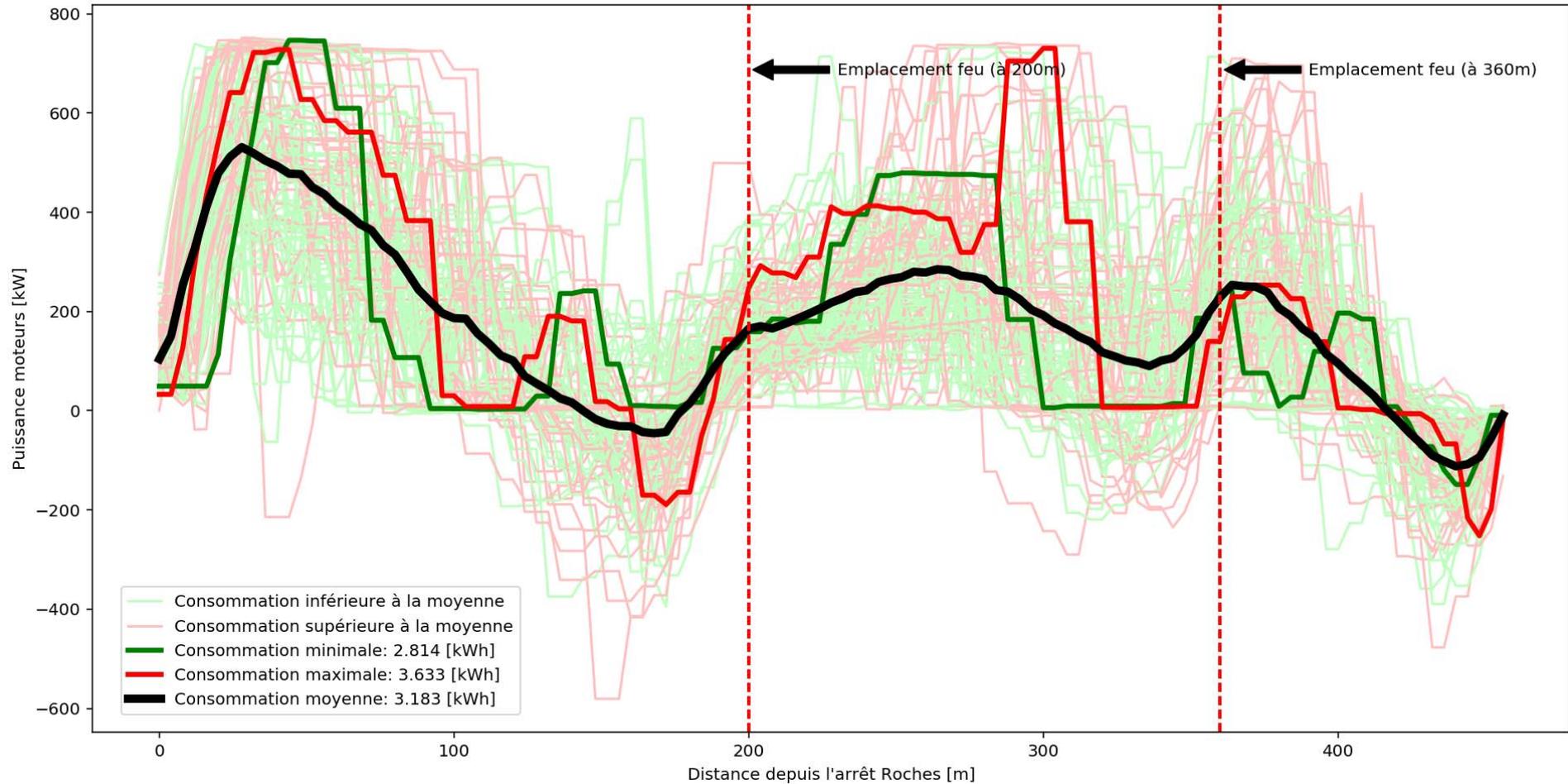
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Roches – Amandolier

Profils de vitesses entre les arrêts Roches et Amandolier, direction Moillesulaz (110 passages entre avril et novembre 2017)

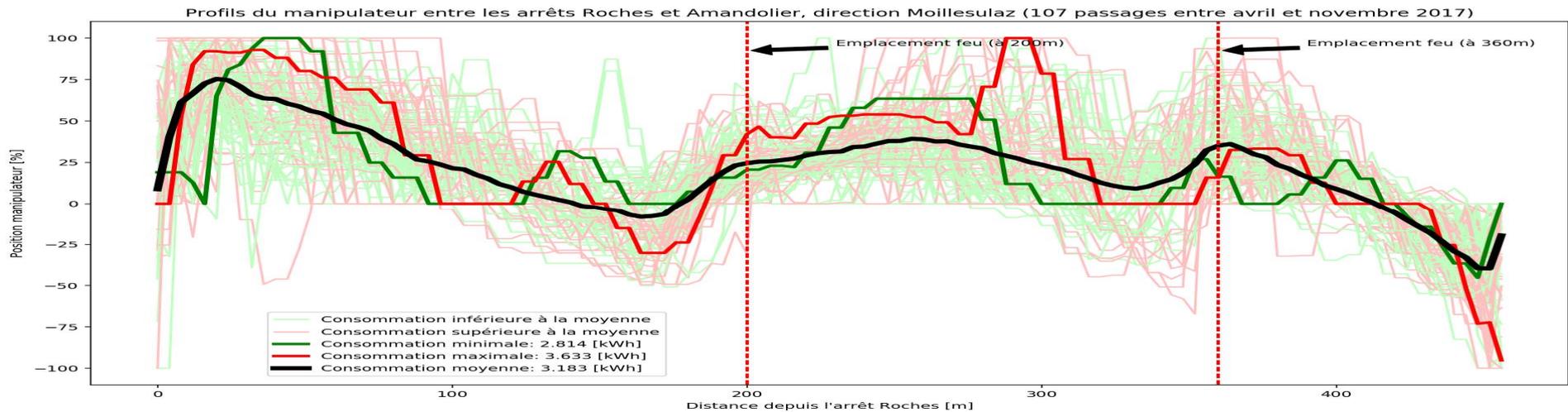
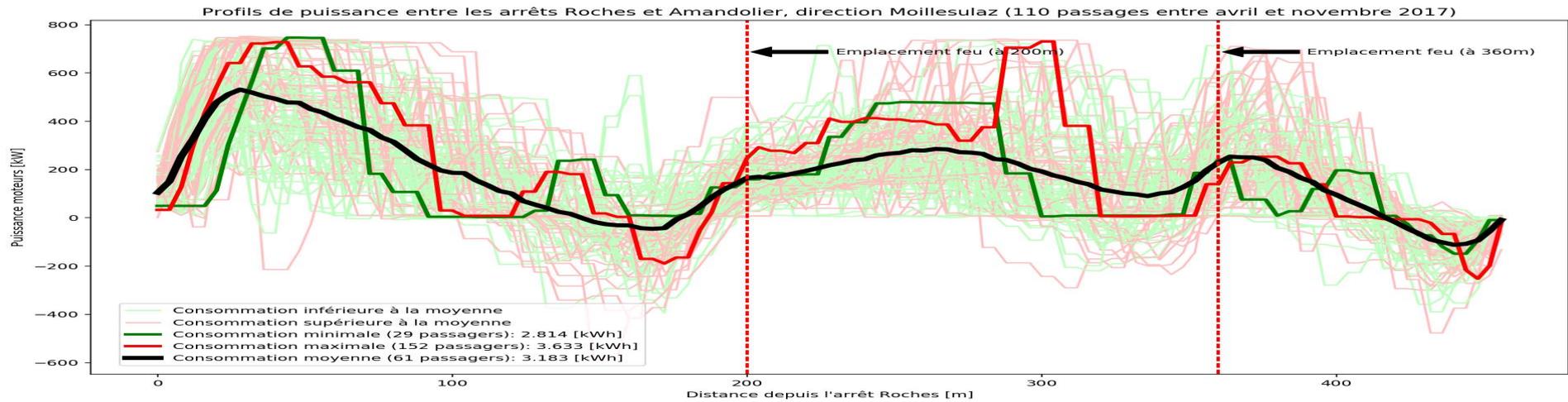


Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Roches – Amandolier

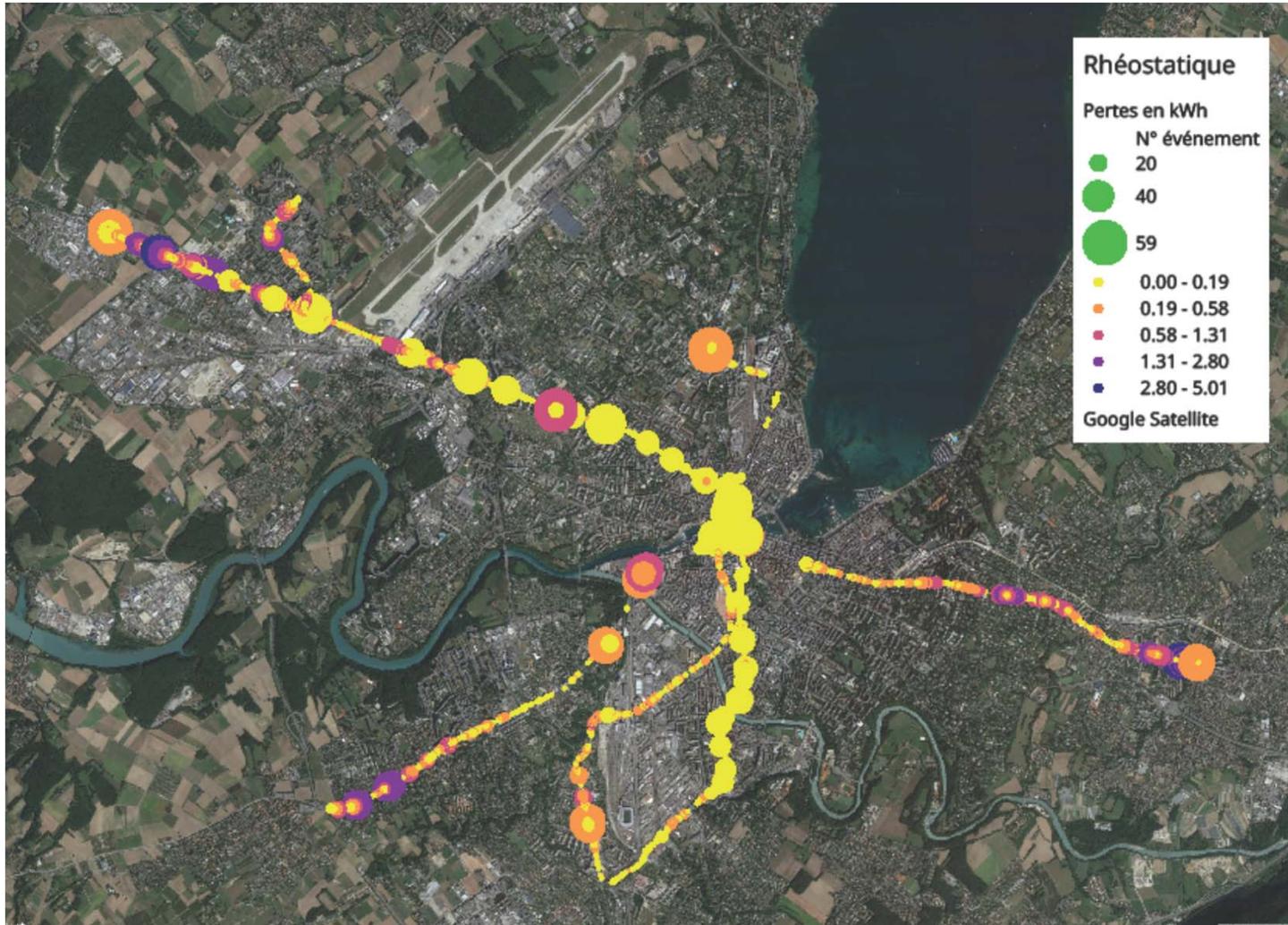
Profils de puissance entre les arrêts Roches et Amandolier, direction Moillesulaz (110 passages entre avril et novembre 2017)



Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Roches – Amandolier



Widerstandsbremse



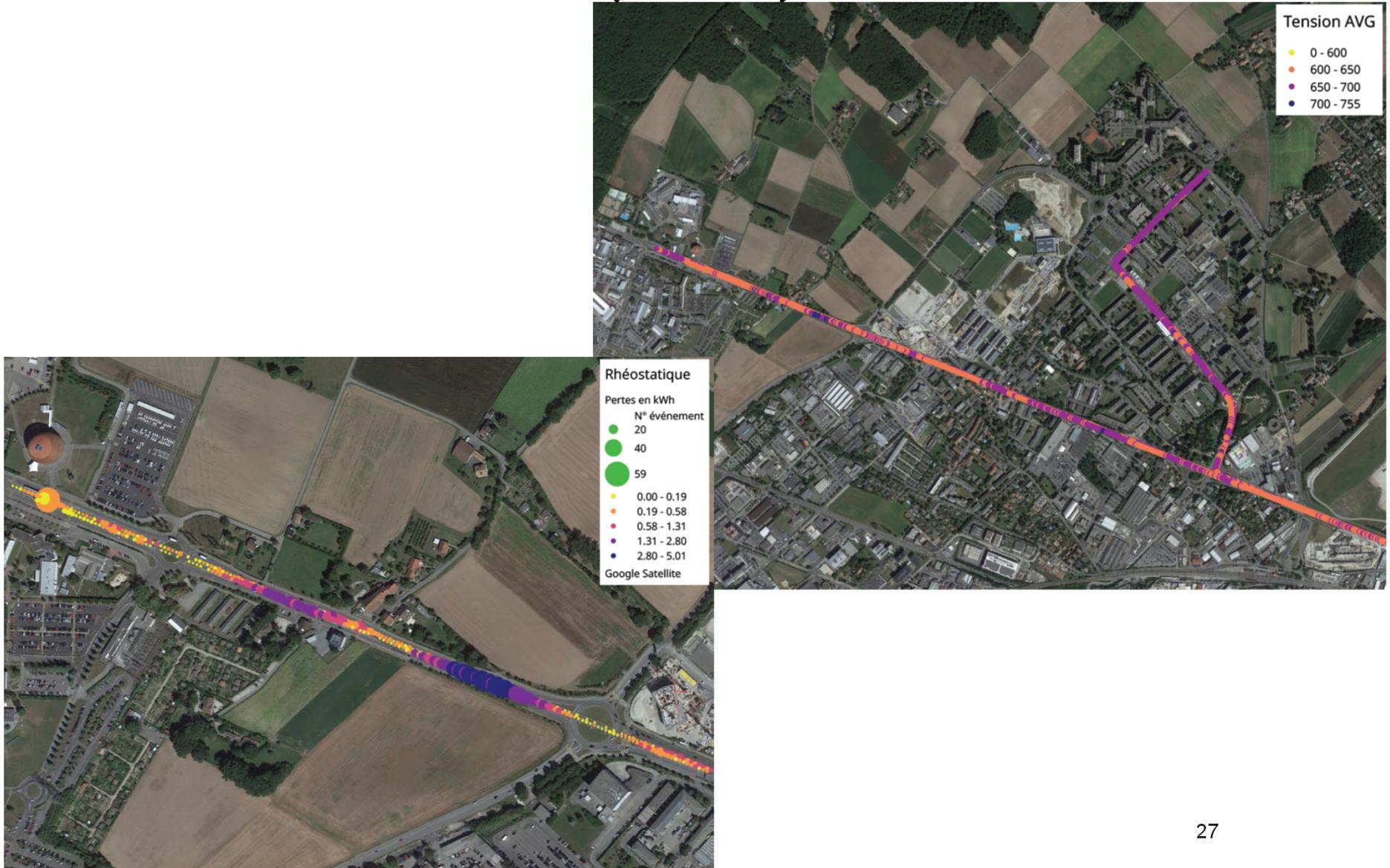
Widerstandsbremse



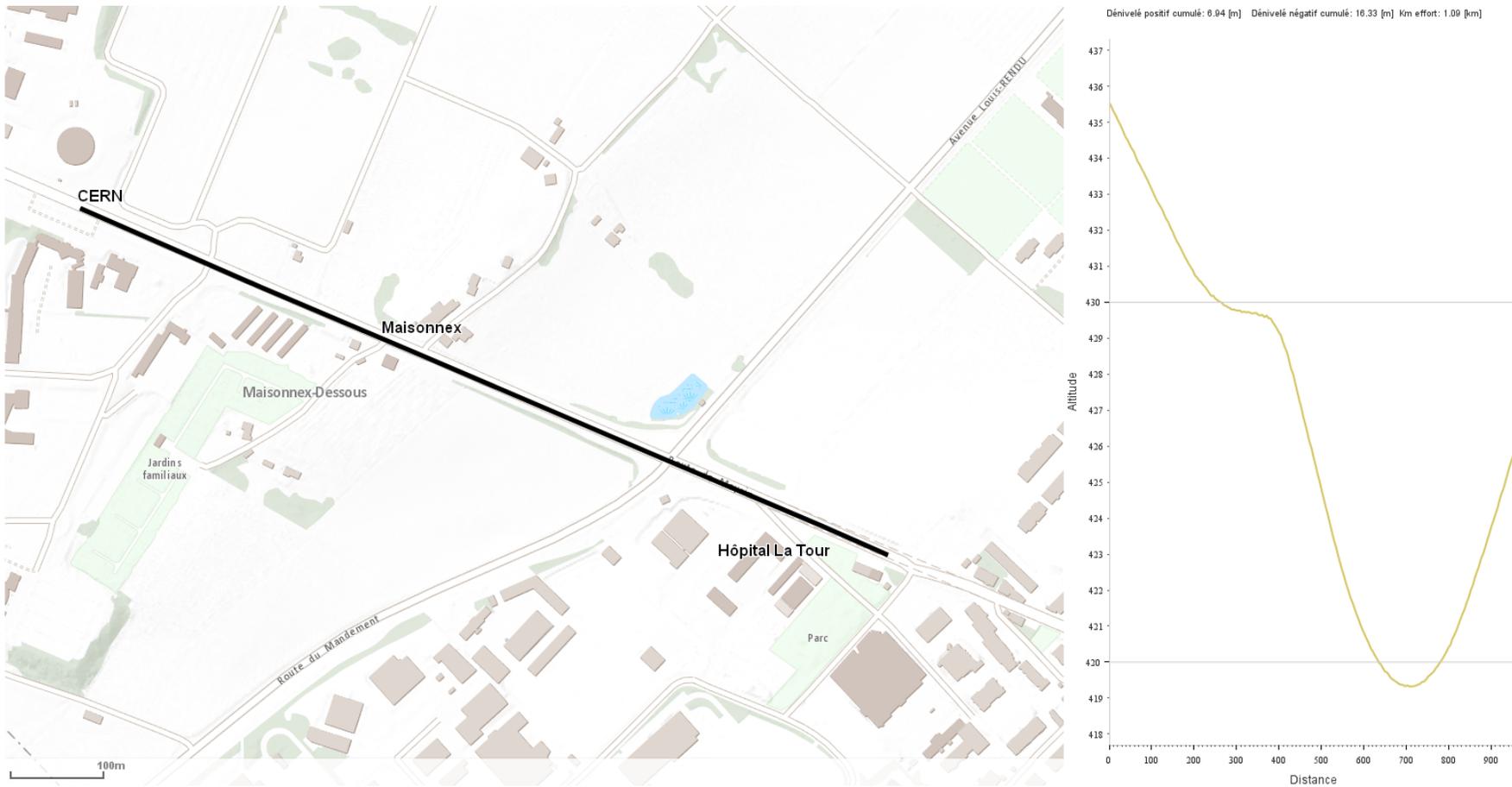
Widerstandsbremse in Bezug auf die Netzspannung



Widerstandsbremse (Details)

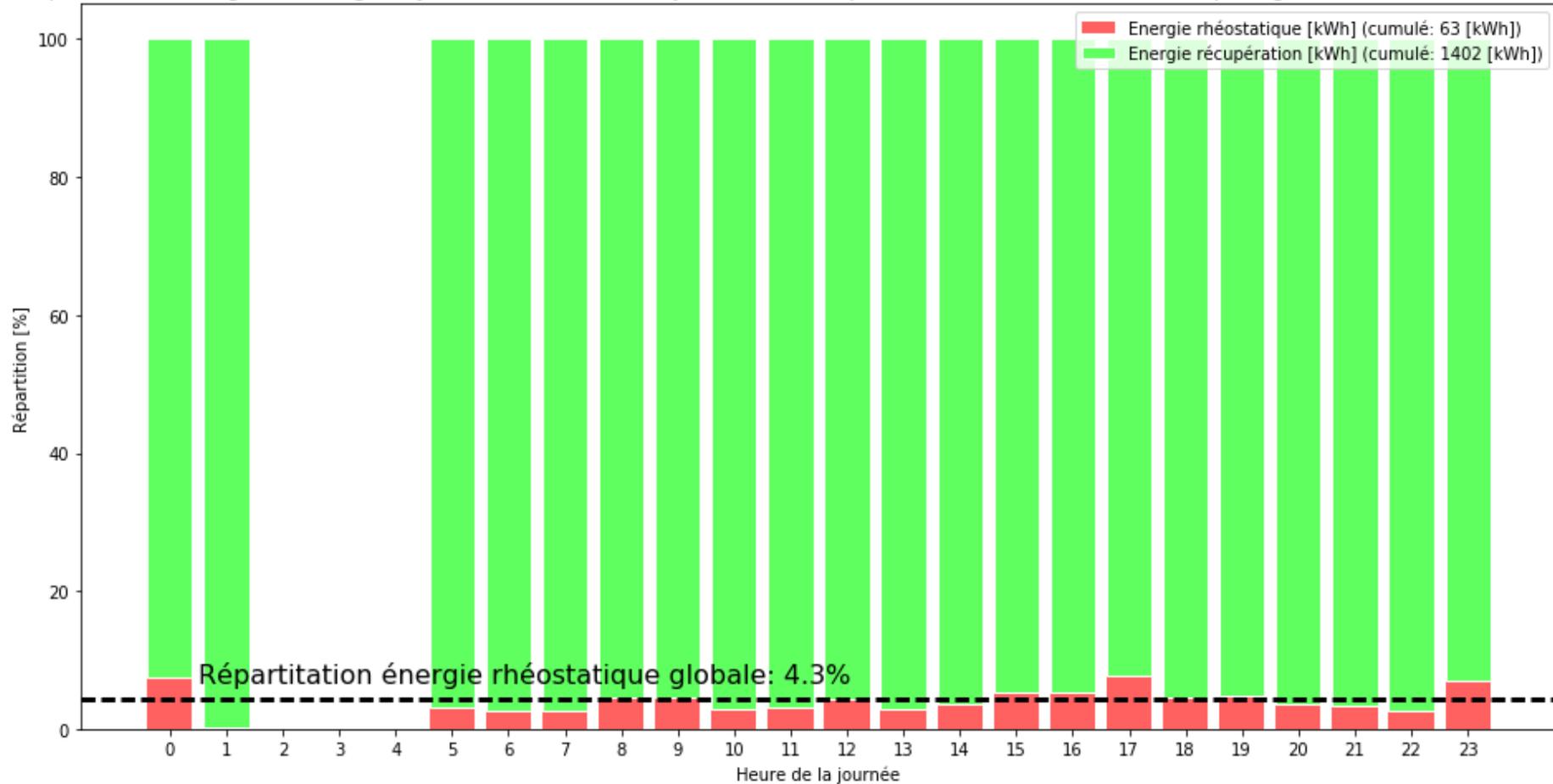


Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: CERN – La Tour



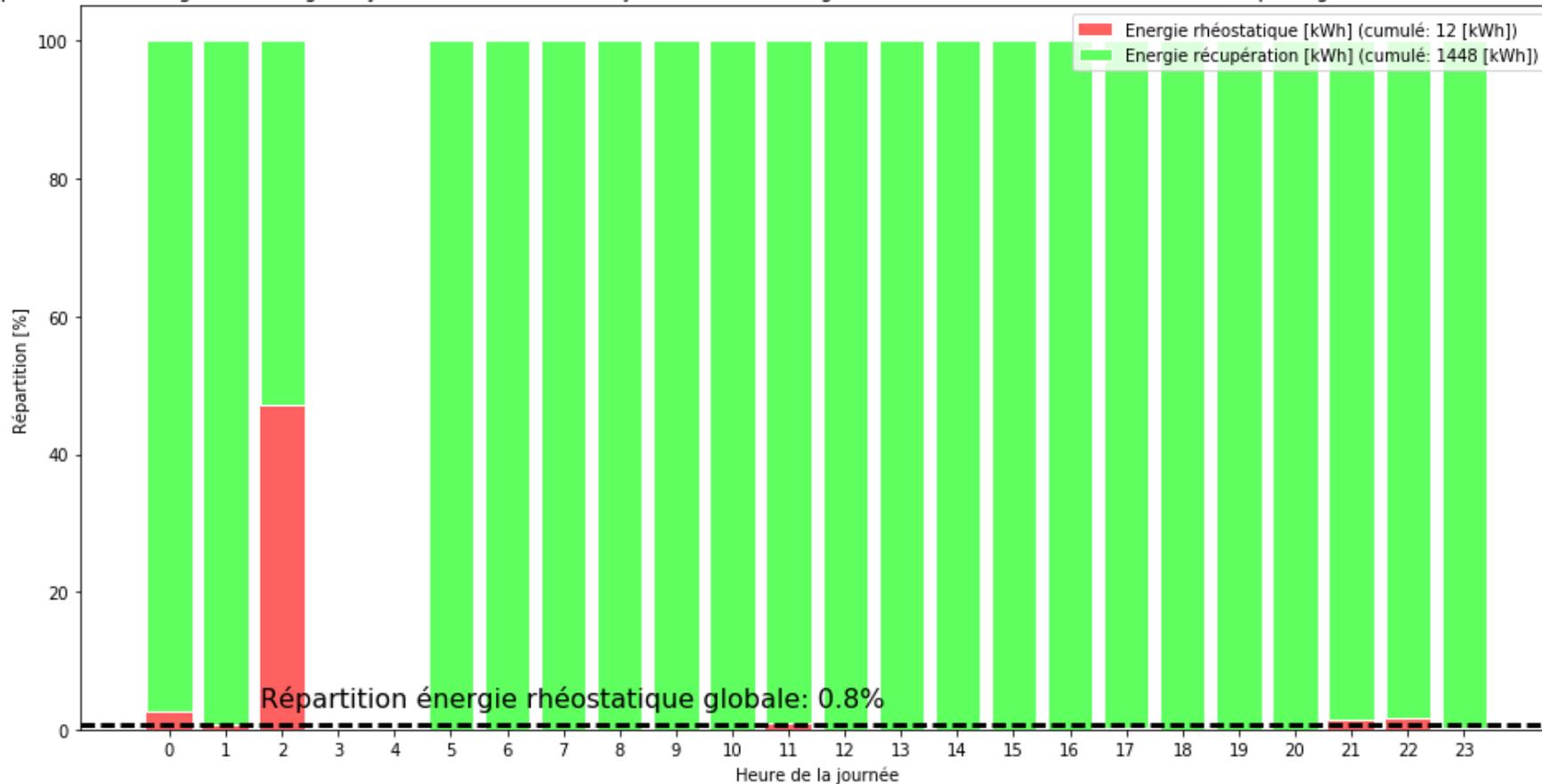
Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: CERN – La Tour

Répartition de l'énergie de freinage moyenne selon l'heure de la journée, entre Hôpital La Tour et CERN et retour (407 passages entre avril et décembre 2017)

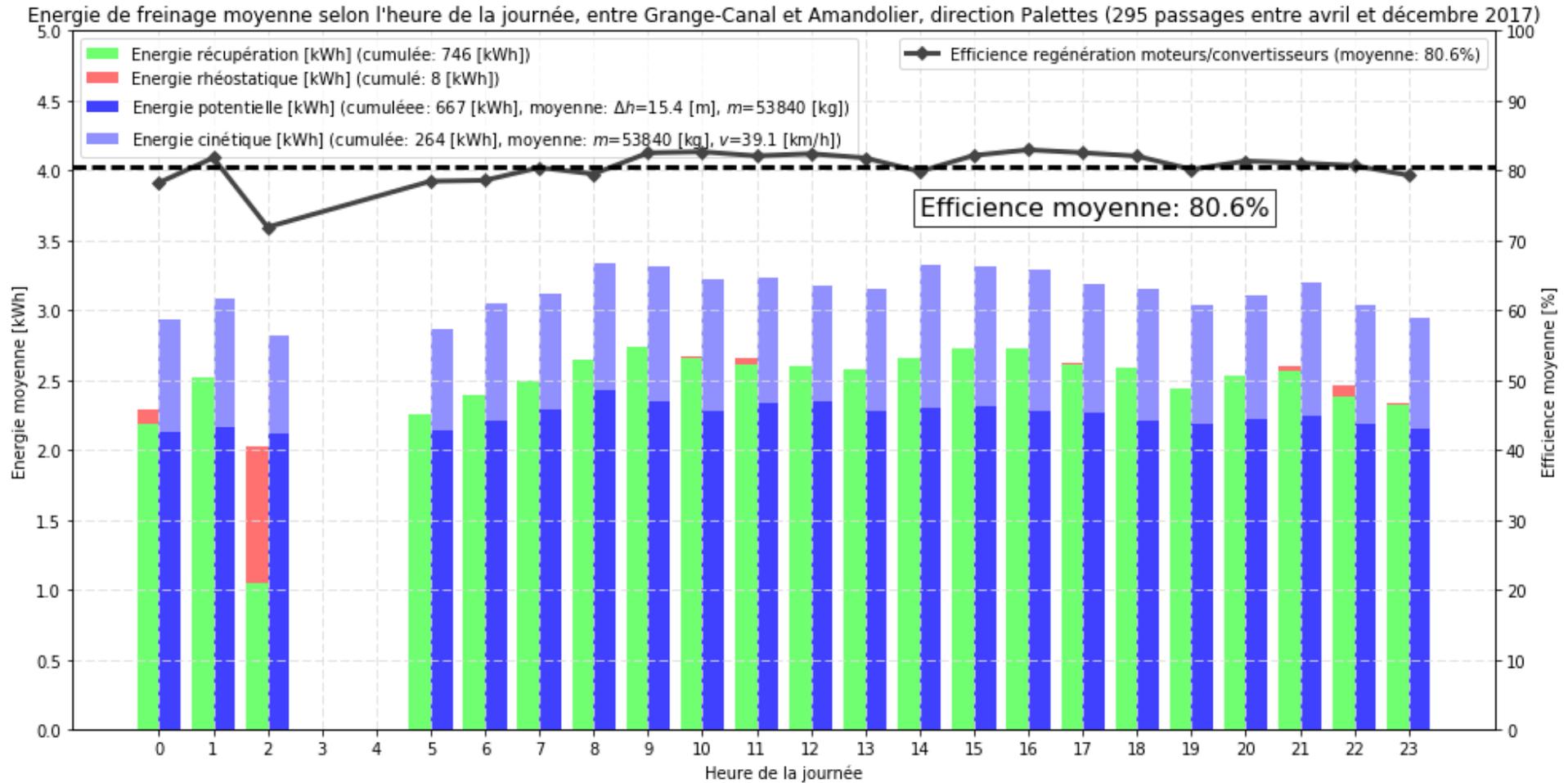


Unterschiedlicher Verbrauch auf der gleichen Strecke: Grange-Canal – Roches

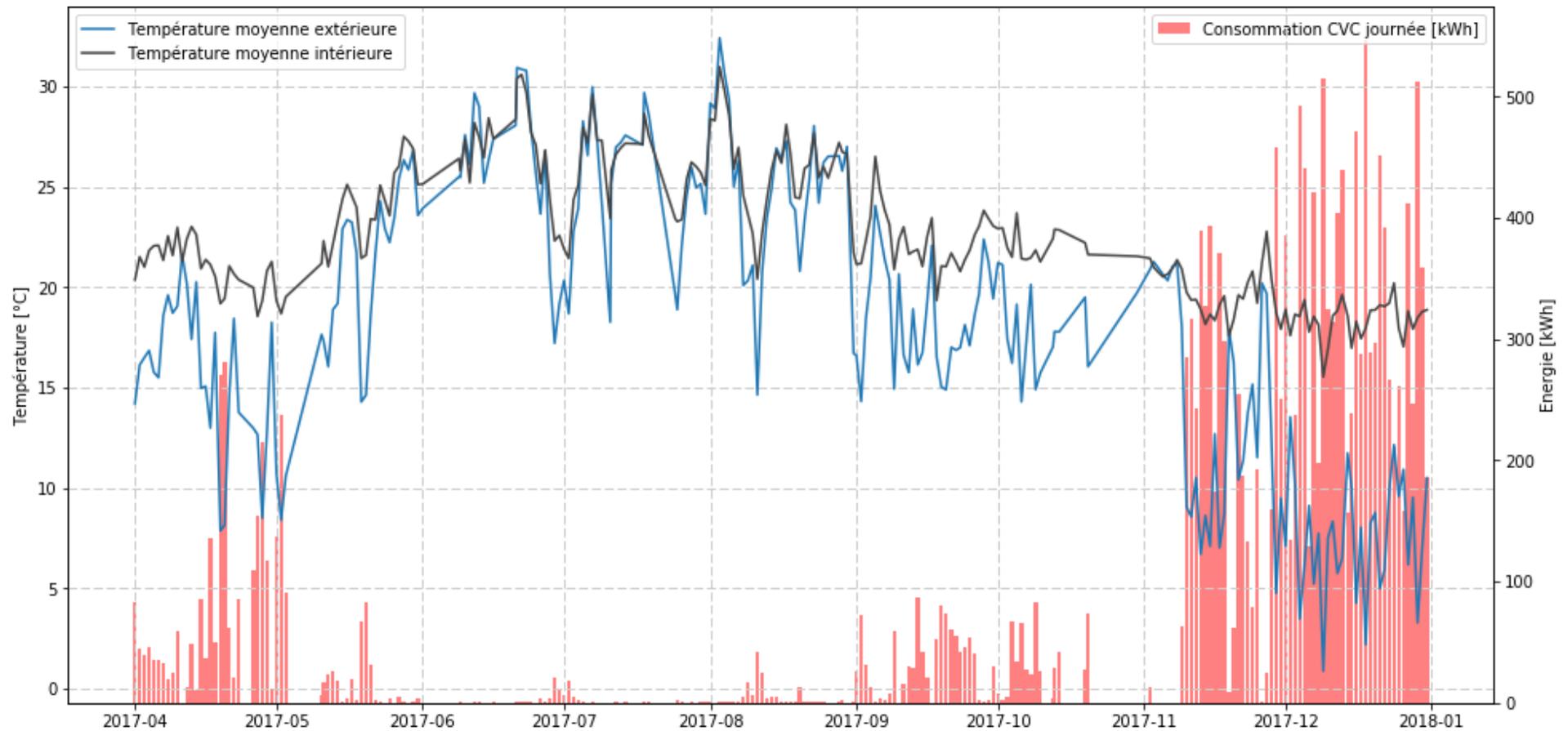
Répartition de l'énergie de freinage moyenne selon l'heure de la journée, entre Grange-Canal et Roches, direction Palettes (306 passages entre avril et décembre 2017)



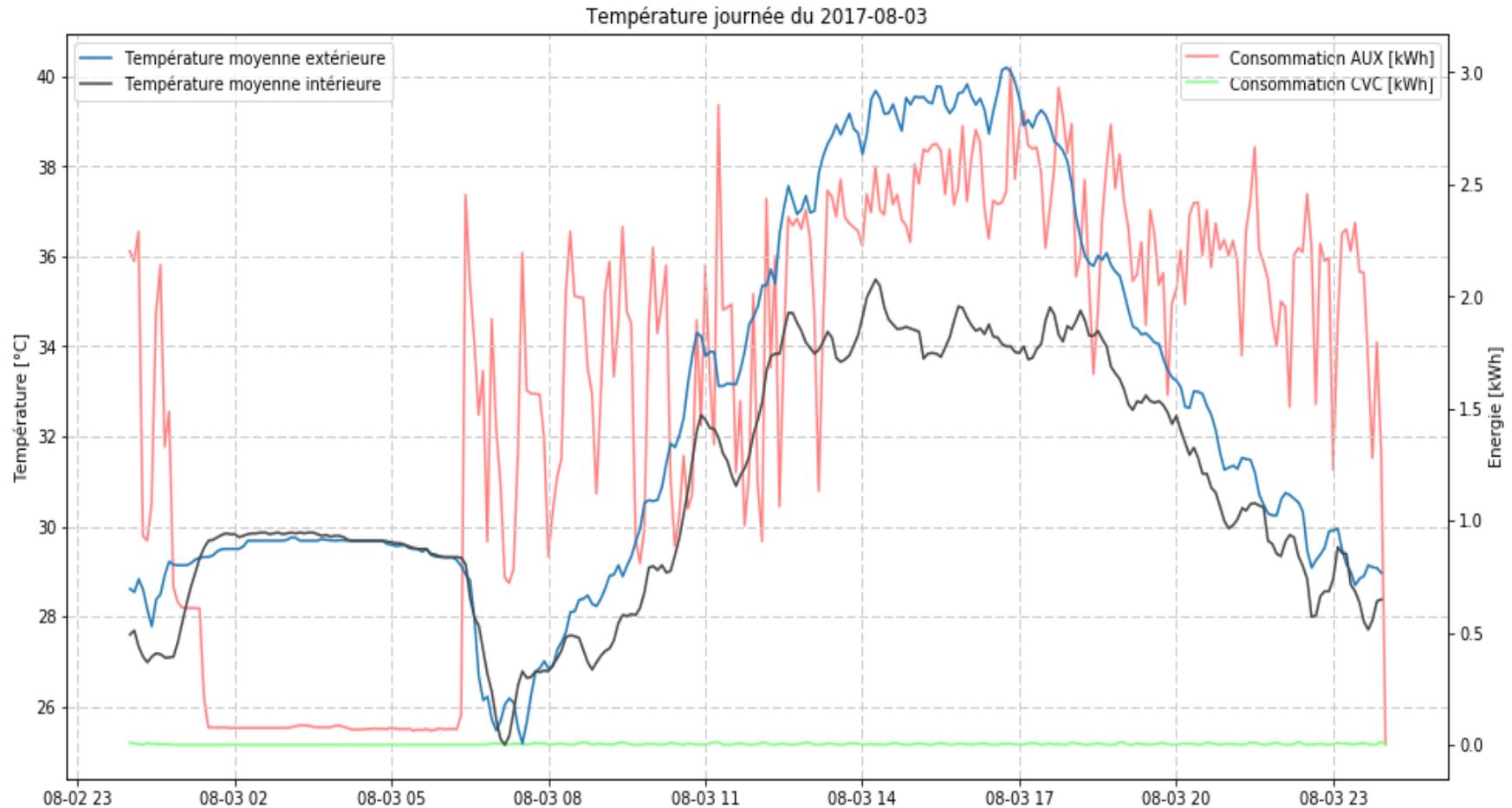
Effizienz der Rückgewinnung: Grange-Canal – Amandolier



Unterschiedlicher Verbrauch anhand der Aussentemperatur

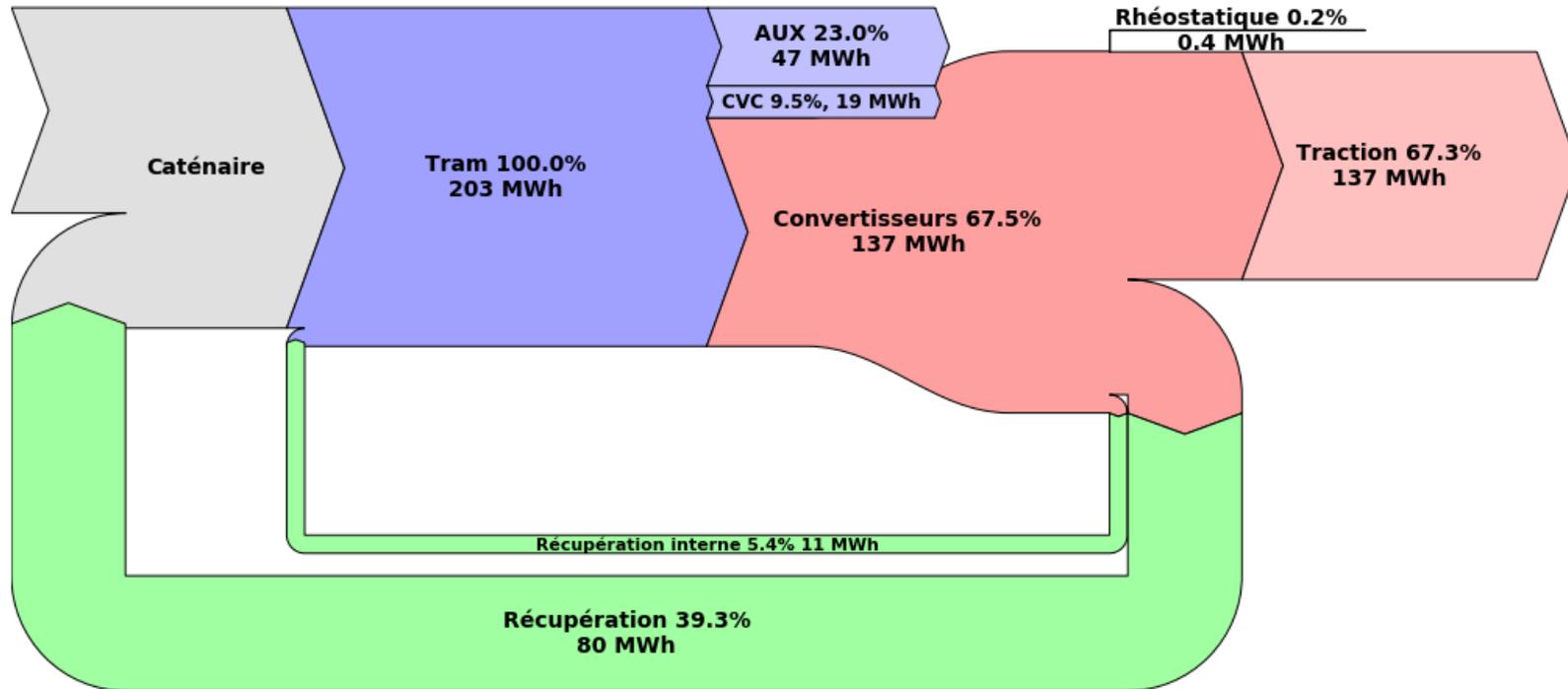


Unterschiedlicher Verbrauch anhand der Aussentemperatur, Ansicht vom 3. August



Schlussfolgerung

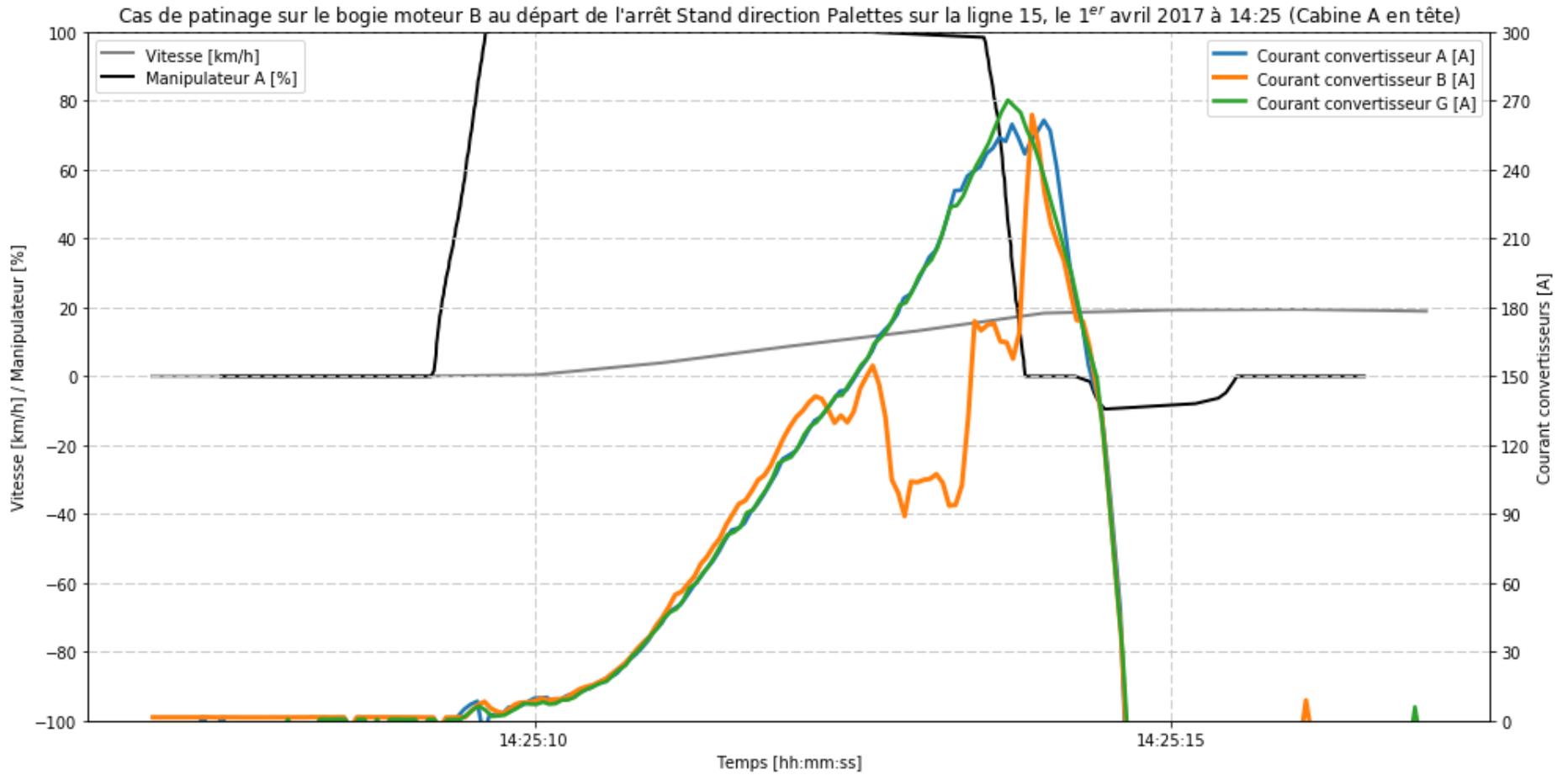
Répartition globale de l'énergie entre mars et décembre 2017



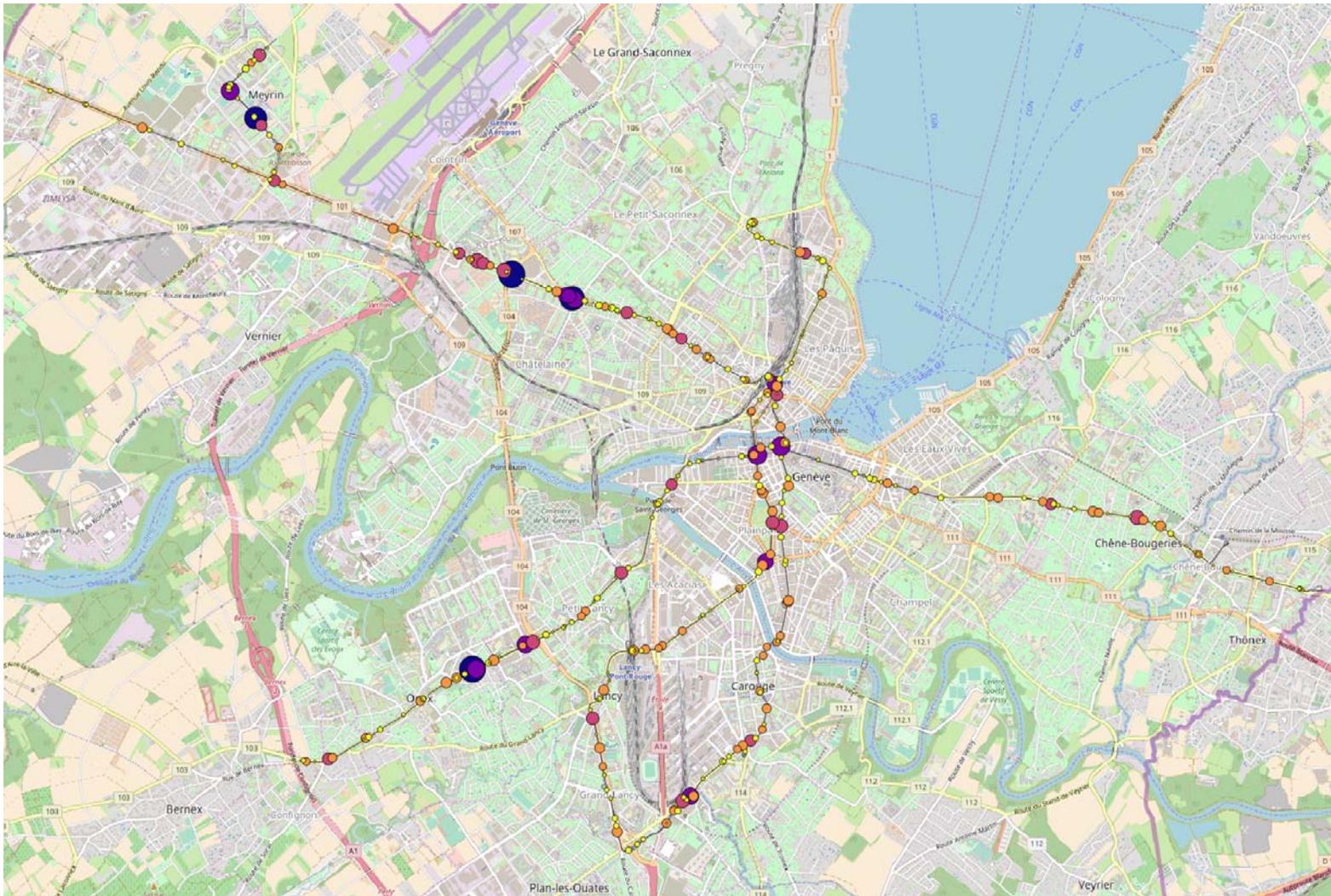
Schlussfolgerung

- **Einige Denkanstösse**
- Verbesserungspotenzial an den **Endpunkten** des Verkehrsnetzes, zur verbesserten Rückgewinnung. Unterwerke: Spannungsabbau, Wechselrichter oder Speicher
Verkehrsnetz: bessere Vernetzung der Sektoren
- Richtlinien zur Vermeidung von «sportlichem Fahren»
- Bessere Handhabung der Kreuzungen
- Optimierung von Heizung und Lüftung

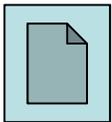
Durchrutschen



Durchrutschten

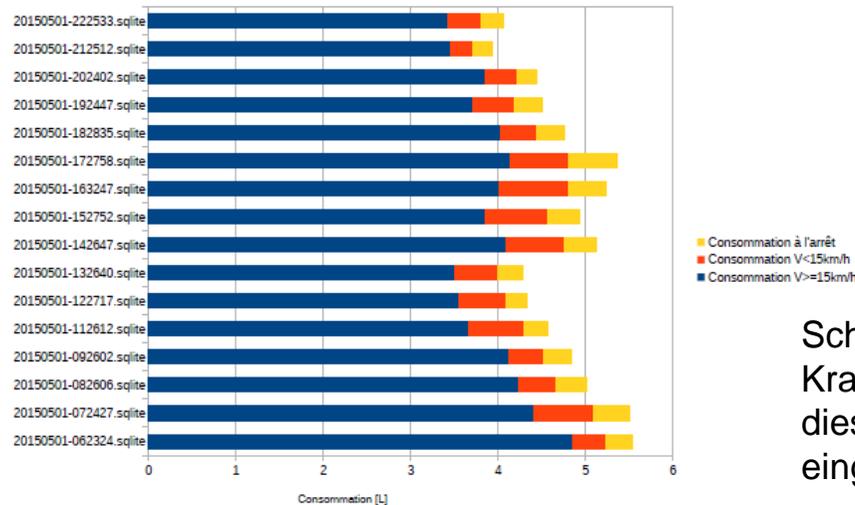


Der Fall «Thermik»



Von hepia durchgeführte Analysen zum Verbrennungsmotor

- Strecke Vuadens-Morlon: Verbrauch

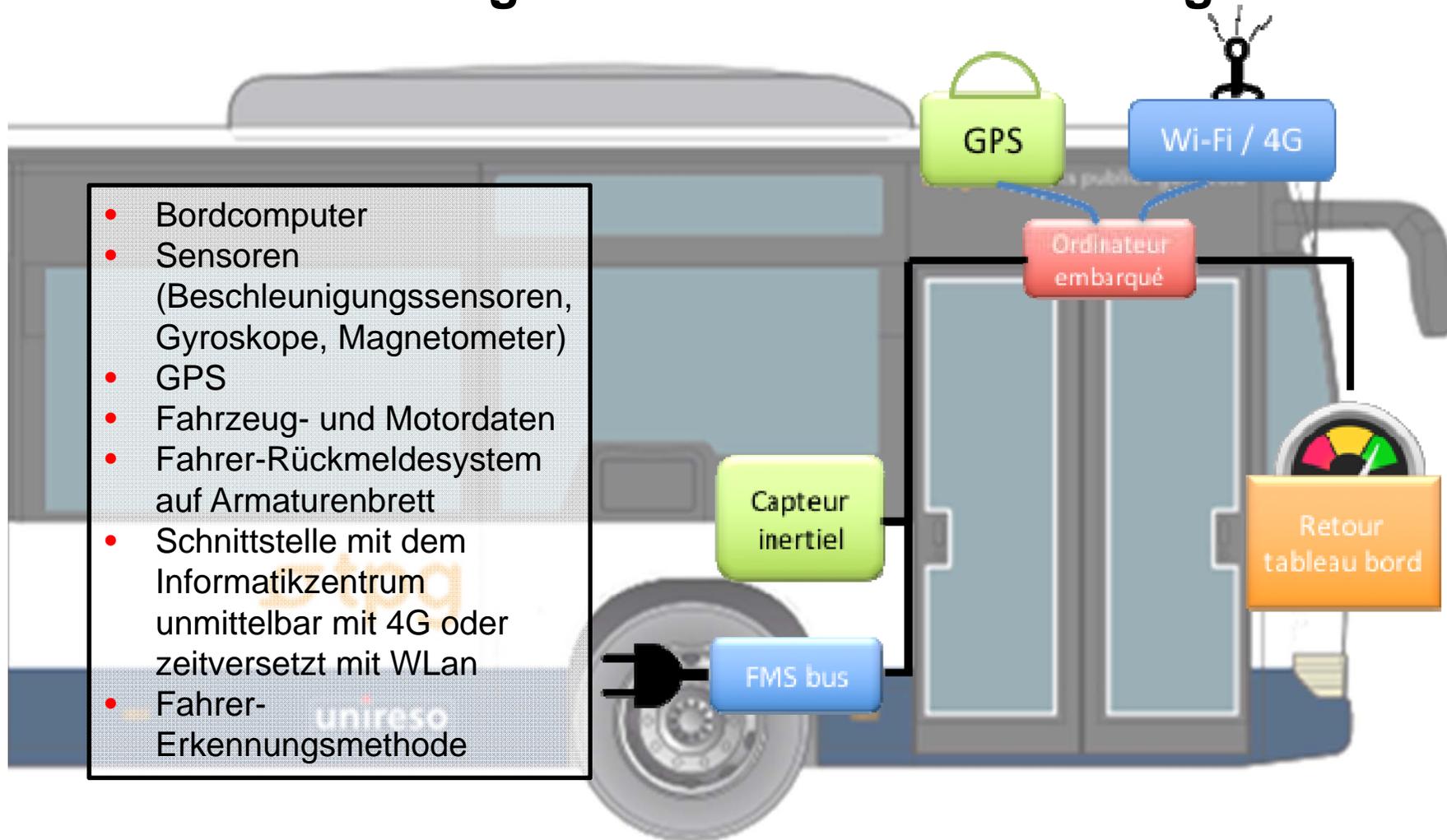


Schätzung: 8,8 %
Kraftstoff könnte auf
dieser Art von Strecke
eingespart werden

FIGURE 6.2 – Séparation de la consommation selon un seuil de vitesse fixé à 15 km/h

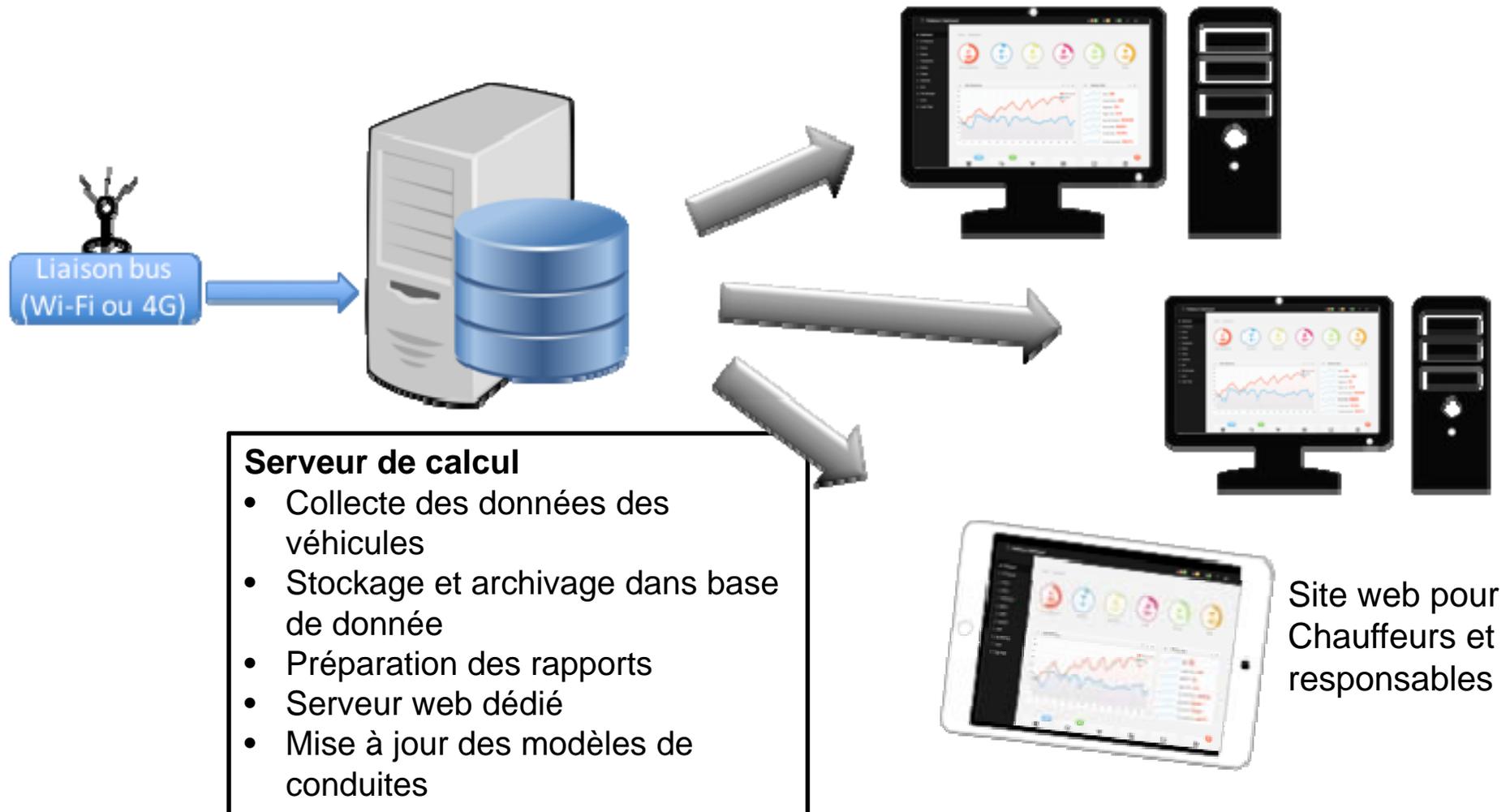
80 % des Verbrauchs entsteht beim Fahren mit einer Geschwindigkeit von über 15 km/h
→ Verbrauch bei Geschwindigkeiten über 15 km vergleichen
(Vergleich l/km, da ungleiche Distanzen)

Eingebettete technische Lösung



- Bordcomputer
- Sensoren (Beschleunigungssensoren, Gyroskope, Magnetometer)
- GPS
- Fahrzeug- und Motordaten
- Fahrer-Rückmeldesystem auf Armaturenbrett
- Schnittstelle mit dem Informatikzentrum unmittelbar mit 4G oder zeitversetzt mit WLAN
- Fahrer-Erkennungsmethode

Software-Lösung



NAVIG



Direction



Géraldine Chollet
Conductrice

Formateur

NAVIGATION

Ma journée >

Tous mes parcours >

Progression >

Comparaison 14

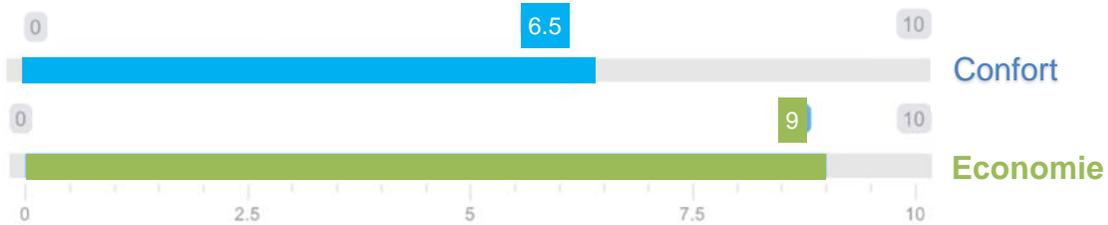
MORE

Préférences >

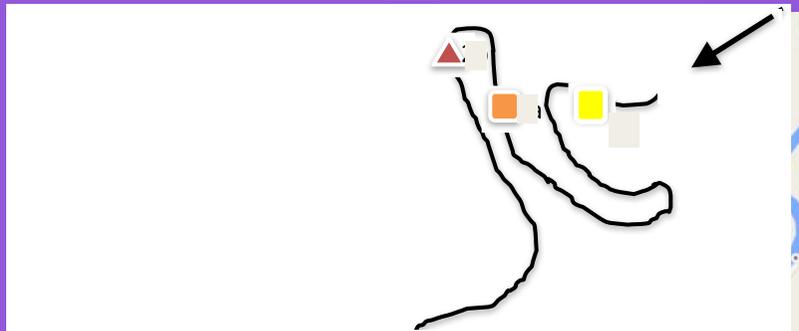
Chef de groupe

Chauffeur

Ma journée



>Vuadens - Morlon // 12h52-13h15 8 7.3



Utilisation insuffisante du ralentisseur
Par comparaison des temps d'utilisation du
frein et du ralentisseur, le système peut
détecter si le ralentisseur n'est pas
suffisamment utilisé



Délai trop court entre accélérateur et frein



Inconfort dans les courbes

>Morlon - Vuadens // 12h13-12h41 6.5 9.5

>Bulle dépôt - Morlon // 11h58-12h10 6.8 9.8

NAVIG



Géraldine Chollet
Conductrice

NAVIGATION

Ma journée >

Tous mes parcours >

Progression >

Comparaison **14**

MORE

Préférences >

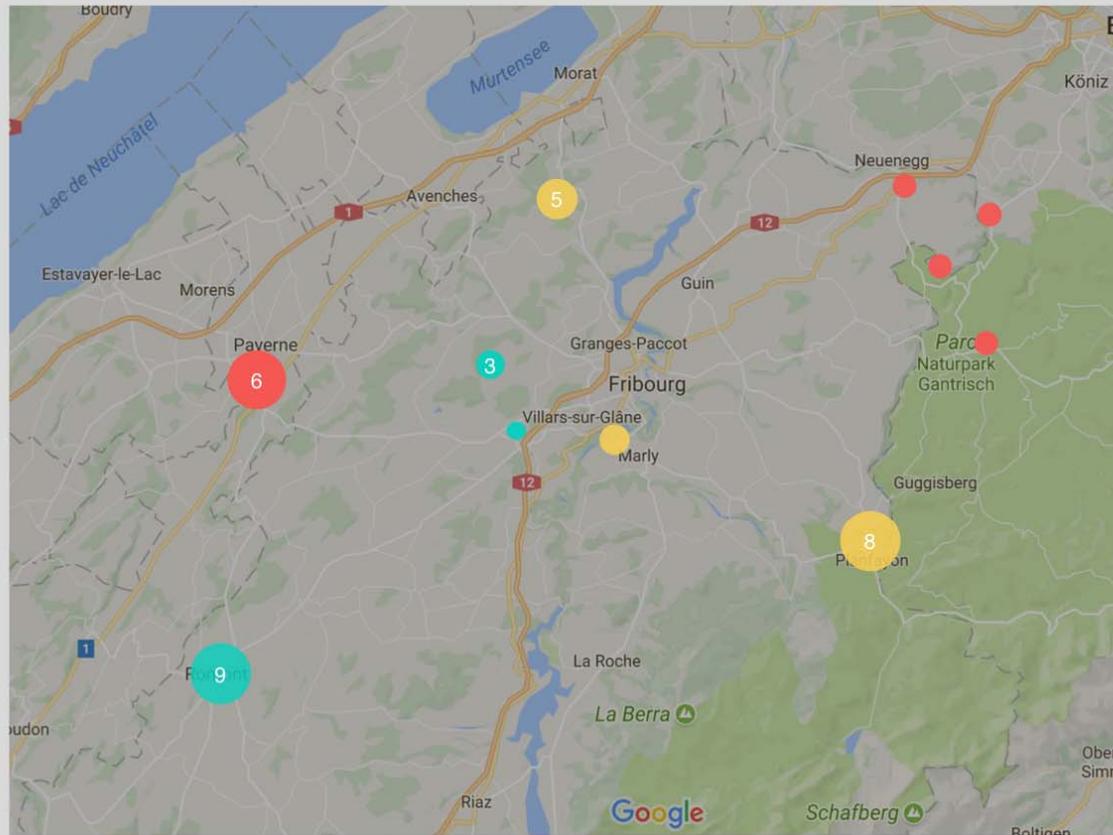
Direction

Formateur

Chef de groupe

Chauffeur

Tous mes parcours



Sélection des événements

- Freinage d'urgence
- Arrêt moteur (13)
- Anticipation
- Ralentisseur
- Freinage virage (15)
- Ouverture des portes(9)

Sélection période

Du :
16/10/2017

Au
15/01/2018

NAVIG

Direction

Formatteur

chef de groupe

Chauffeur



Géraldine Chollet
Conductrice

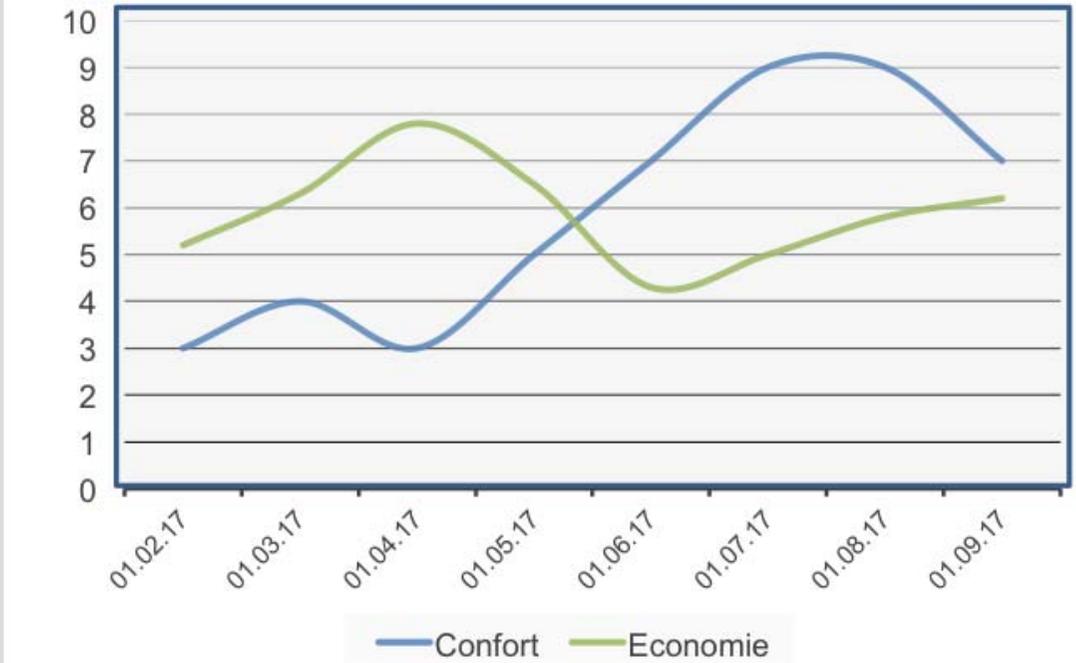
NAVIGATION

- Ma journée >
- Tous mes parcours >
- Progression >
- Comparaison 14

MORE

- Préférences >

Progression



Date	Confort	Economie
01.02.17	3.0	5.5
01.03.17	4.0	6.5
01.04.17	3.0	8.0
01.05.17	5.0	6.5
01.06.17	7.0	4.5
01.07.17	9.5	5.0
01.08.17	8.5	5.5
01.09.17	7.0	6.5

Sélection période

Du : 16/10/2017

Au : 15/01/2018

- Confort
- Economie
- Freinage d'urgence
- Arrêt moteur
- Anticipation
- Ralentisseur
- Freinage virage
- Ouverture des portes

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen?