



LVMT : Vincent Hély, Hoai Thu Tu Thi, Julie Perrin, Philippe Poinot, Pierre Zembri, Christophe Mimeur (chercheur associé - MRTE, CY Cergy Paris Université). Cerema : Alexis Vernier et Bruno Meignien

Synthèse des résultats – Novembre 2022

Partenariat de R&D Région Normandie – DREAL Normandie – LVMT – Cerema

Analyse des lignes ferroviaires normandes et construction d'un nouveau modèle économique

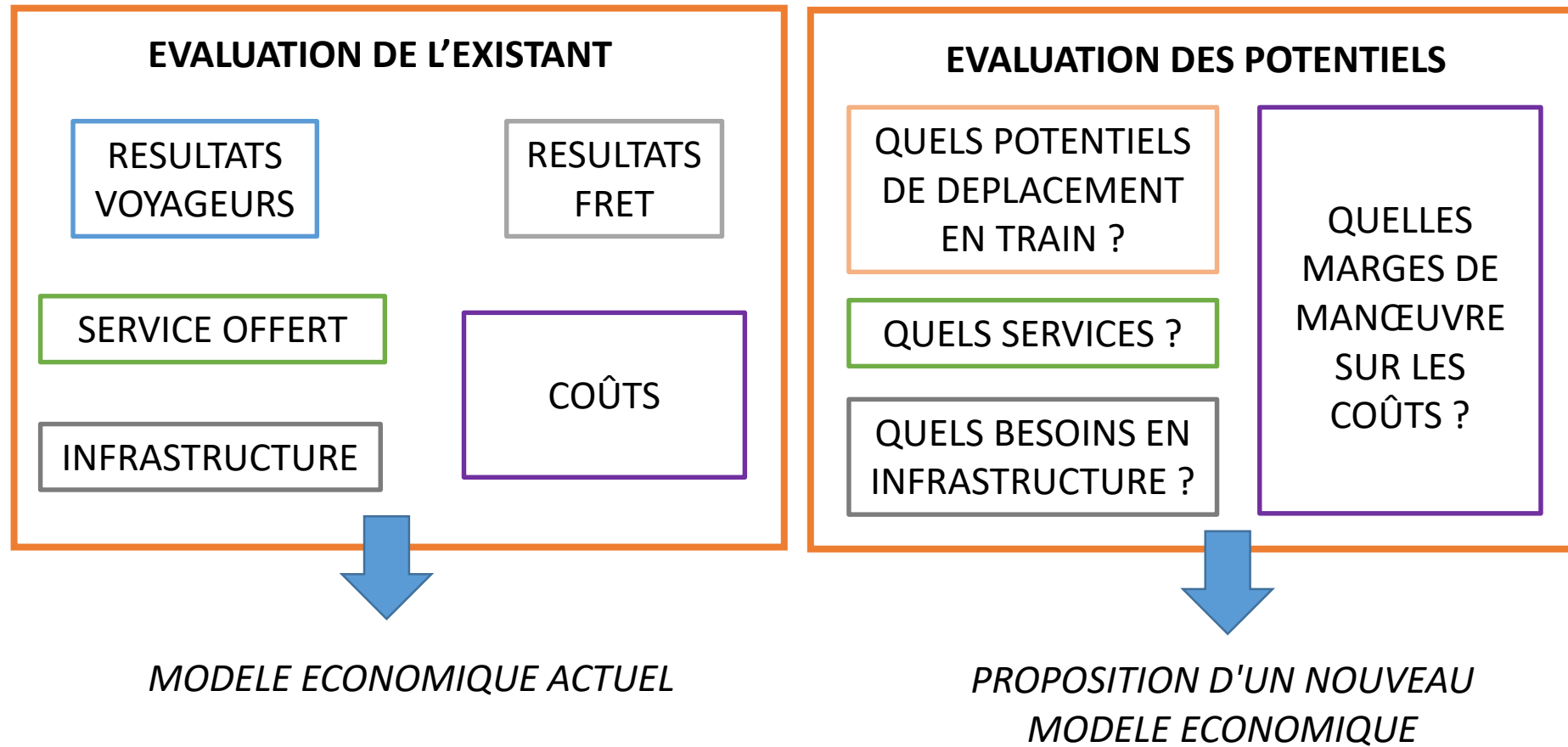
Enjeu

Quel modèle économique possible pour les lignes du réseau régional normand ?

Objectifs

- Evaluer l'existant et le potentiel
 - POtentiel de demande COmpatible (POCO)
 - Du POCO au POCA (POtentiel de demande CAptable)
- Proposer un classement des lignes normandes à l'appui de ces 2 étapes
 - *Résultats fragiles, non présentés*
- Proposer un nouveau modèle économique autour d'un système cadencé
 - Évaluation et analyse des coûts actuels du TER normand
 - Évaluation du cadencement *strict généralisé* : coût, prérequis

Méthode



Le POtentiel COmpatible



Au départ de Bréauté,
direction Fécamp
– B. Meignien, Cerema 2022

Rappel sur le potentiel de demande compatible (POCO)

Objectif : estimer des potentiels de déplacement en train

- **Approches classiques** : domicile-travail / études
- **Approches exploratoires** : tourisme et loisirs, accès aux services essentiels, fret

Données mobilisées

- Variables de **flux (origines-destinations** précises) si disponibles : domicile-études, domicile-travail
- Sinon, variables de "**stock**" (**points d'attractivité**). ! Statiques = *ne donne pas les origines – destinations !*

POTO : potentiel total

- Flux (travail / études) total en Normandie + extérieur
- Stock (tourisme / services essentiels / fret) total en Normandie + extérieur

POCO : potentiel compatible

- Flux compatible avec les infrastructures normandes
- Stock compatible avec les infrastructures normandes
- **Hypothèse de base** : compatible = origine ET destination (flux) ou point (stock) à moins de **dix minutes en voiture d'une gare**

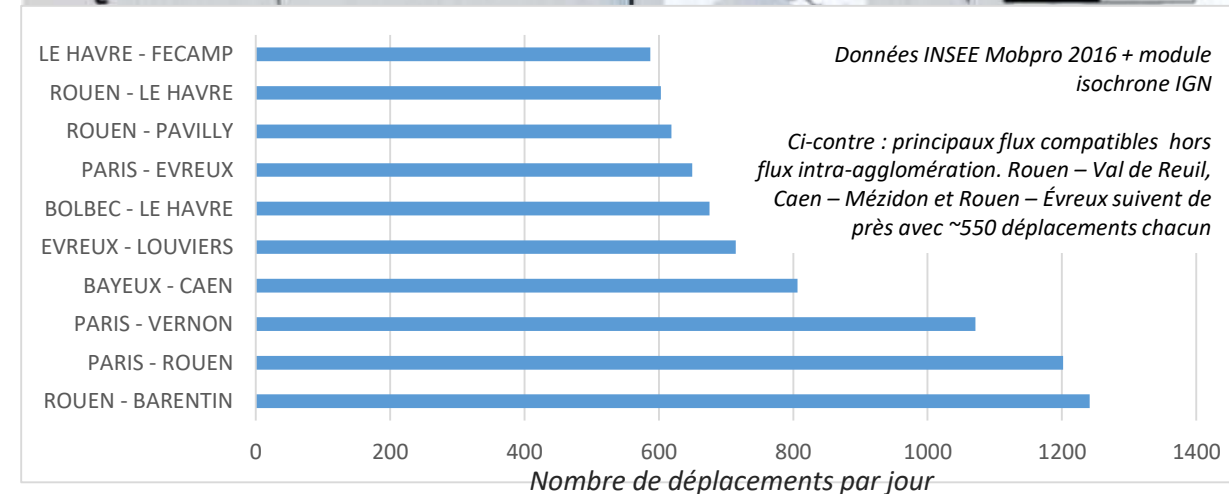
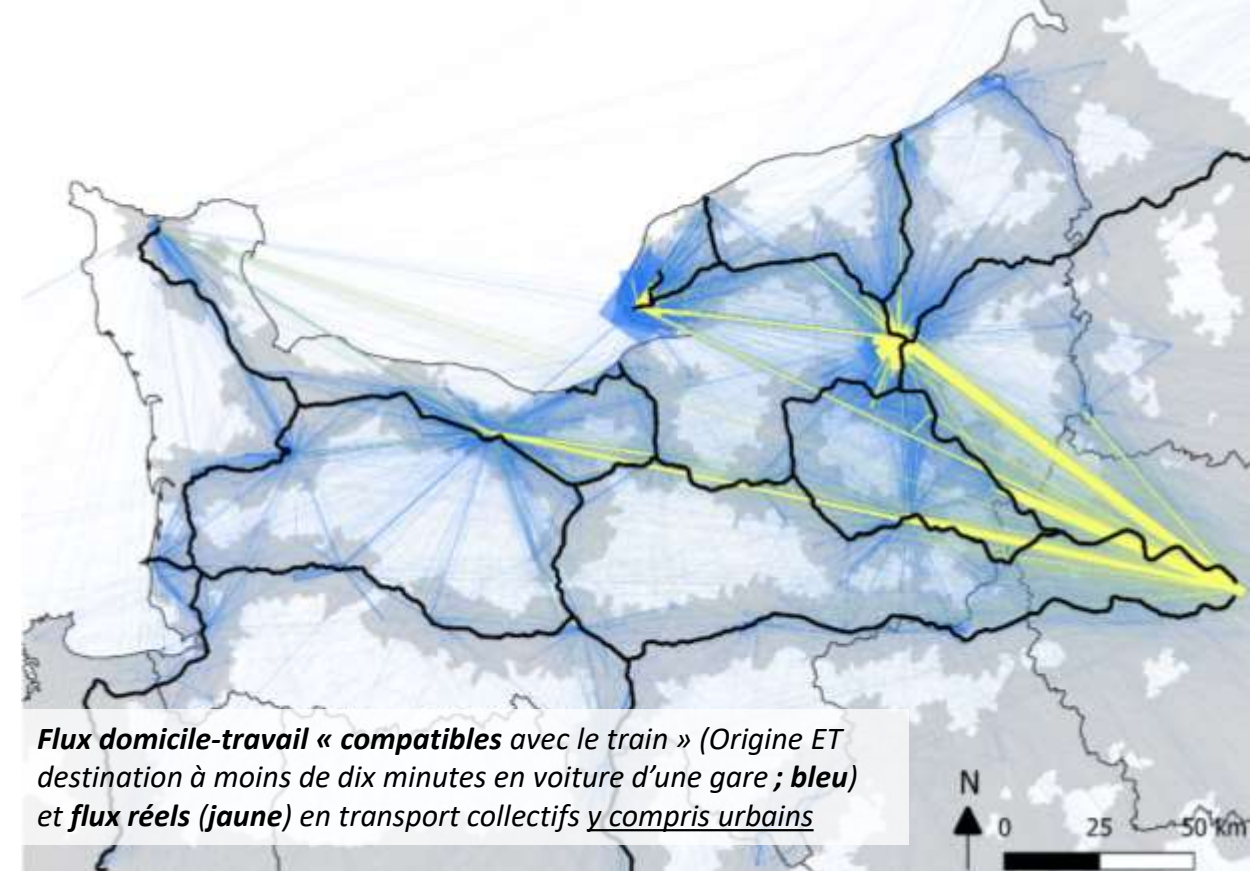
REEL : flux réels

- Flux qui utilise le train

POCO domicile-travail

Des flux pendulaires tirés par Paris

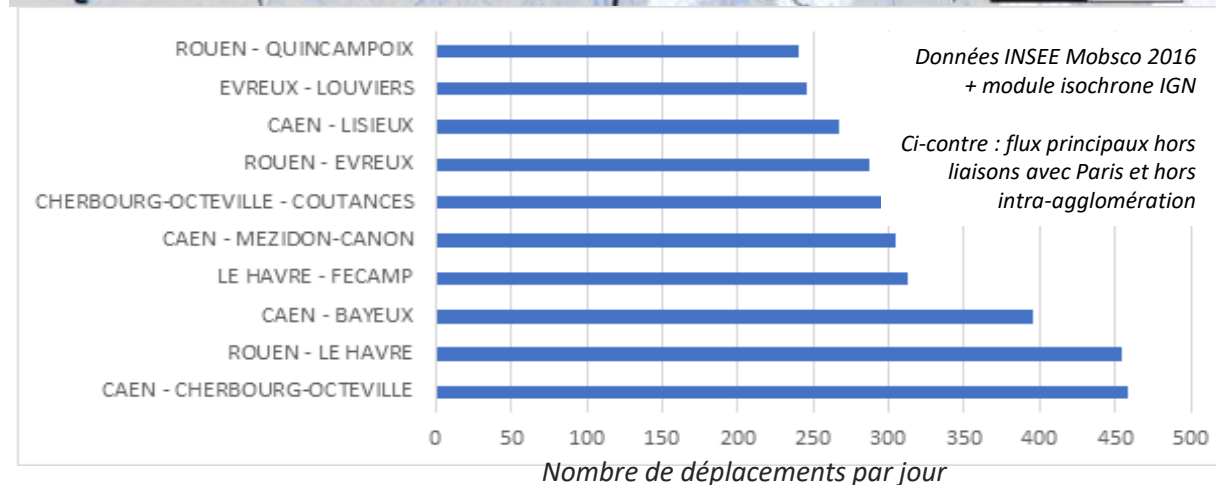
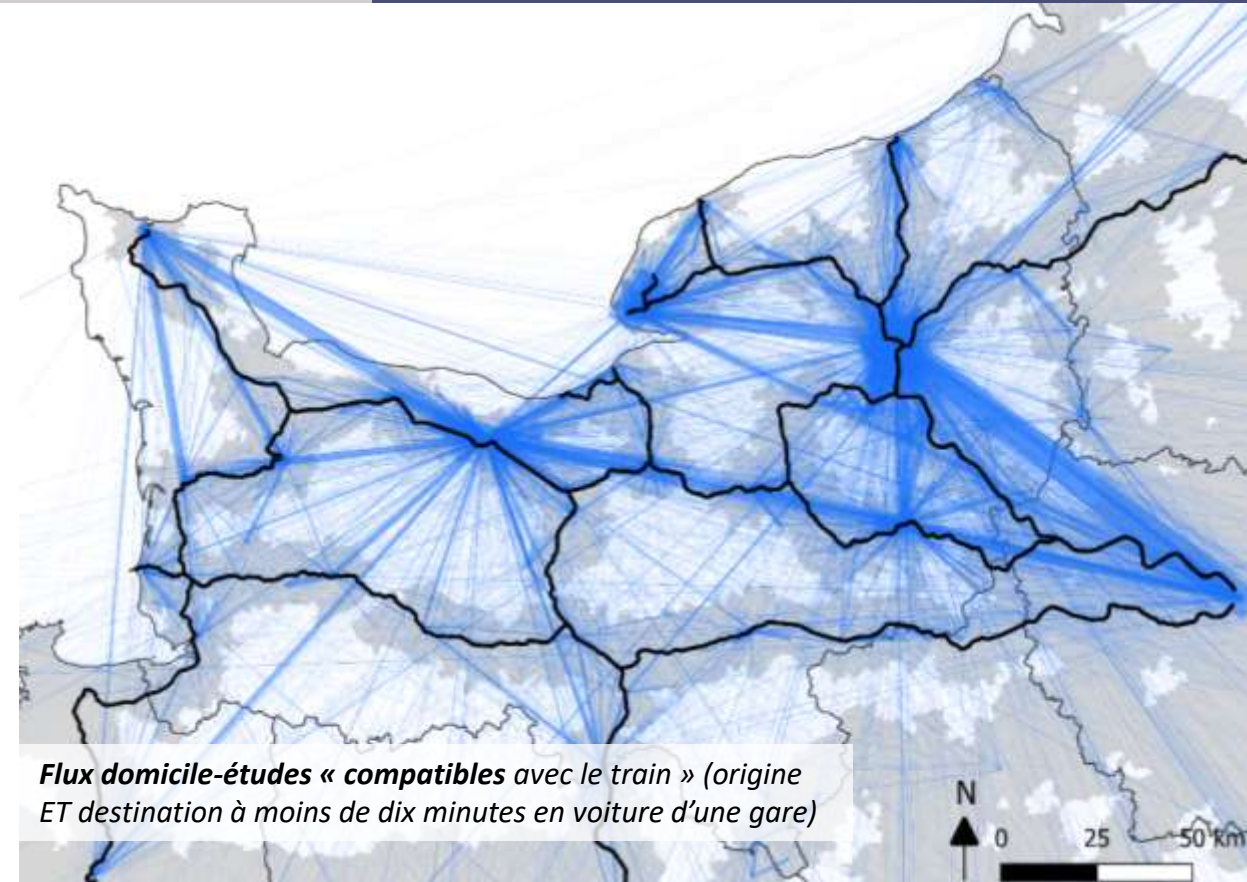
- 52% des flux domicile-travail compatibles mais **seulement 9% utilisent les transports en commun** (y compris TC urbains)
- Un réseau bien plus accessible en ex-Haute qu'en ex-Basse-Normandie (64% vs 35%)
- Concentration des flux ferroviaires vers Paris
→ **Renforcer l'offre sur les lignes non-parisiennes ?**
- Quelle coordination transports urbains / ferroviaire pour la desserte du périurbain ?



POCO domicile-études

Des liaisons domicile-études plus longues

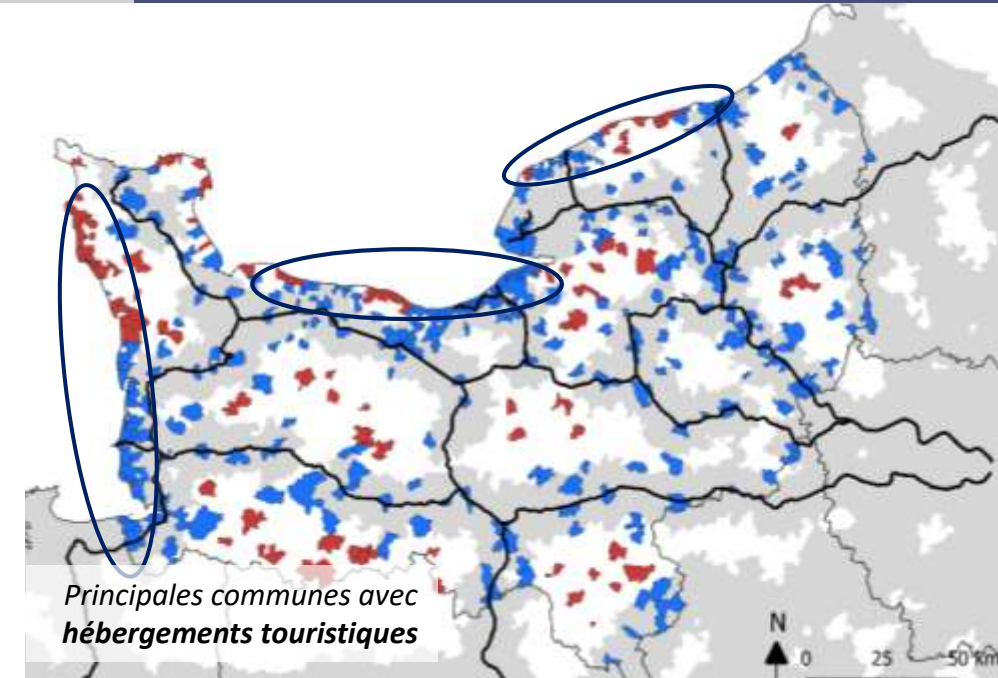
- 50% des flux domicile-études compatibles
61% en ex-Haute-Normandie contre 37% en ex-Basse Normandie
- **Internes**, qui participent aux trains pleins du vendredi soir, dimanche soir et lundi matin
→ **Réseau routier étudiant** dédié à ces heures (Cf Rhône-Alpes) ? Exemple : autocar direct Cherbourg – Campus universitaire de Caen. Analyse fine à réaliser : remplissage des trains, performance cars, etc.



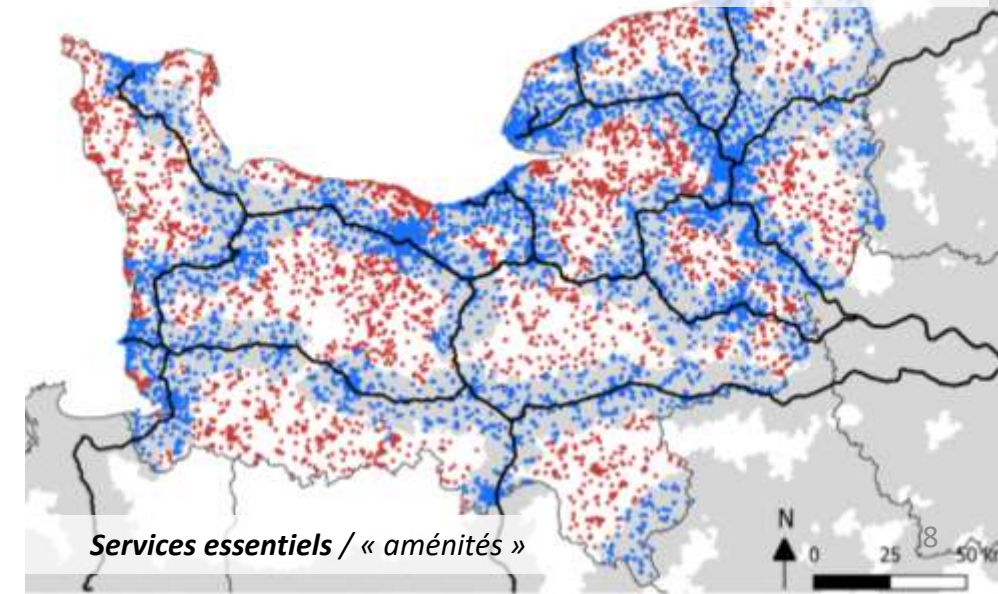
POCO « aménités » et tourisme

Un potentiel touristique important

- "Stock" élevé : même conclusion que Normandoscopie
- Mais des zones "blanches" littorales
→ Cars "côtiers" à renforcer ? Ex. lignes LN8 et LN 54 : horaires "de pointe" alors que lignes touristiques
- Ne pas oublier le motif « visite famille/proche »



En **bleu** : à moins de 10 minutes en voiture d'une gare
Données INSEE Mobsco 2016 + module isochrone IGN



80% des services essentiels "accessibles"

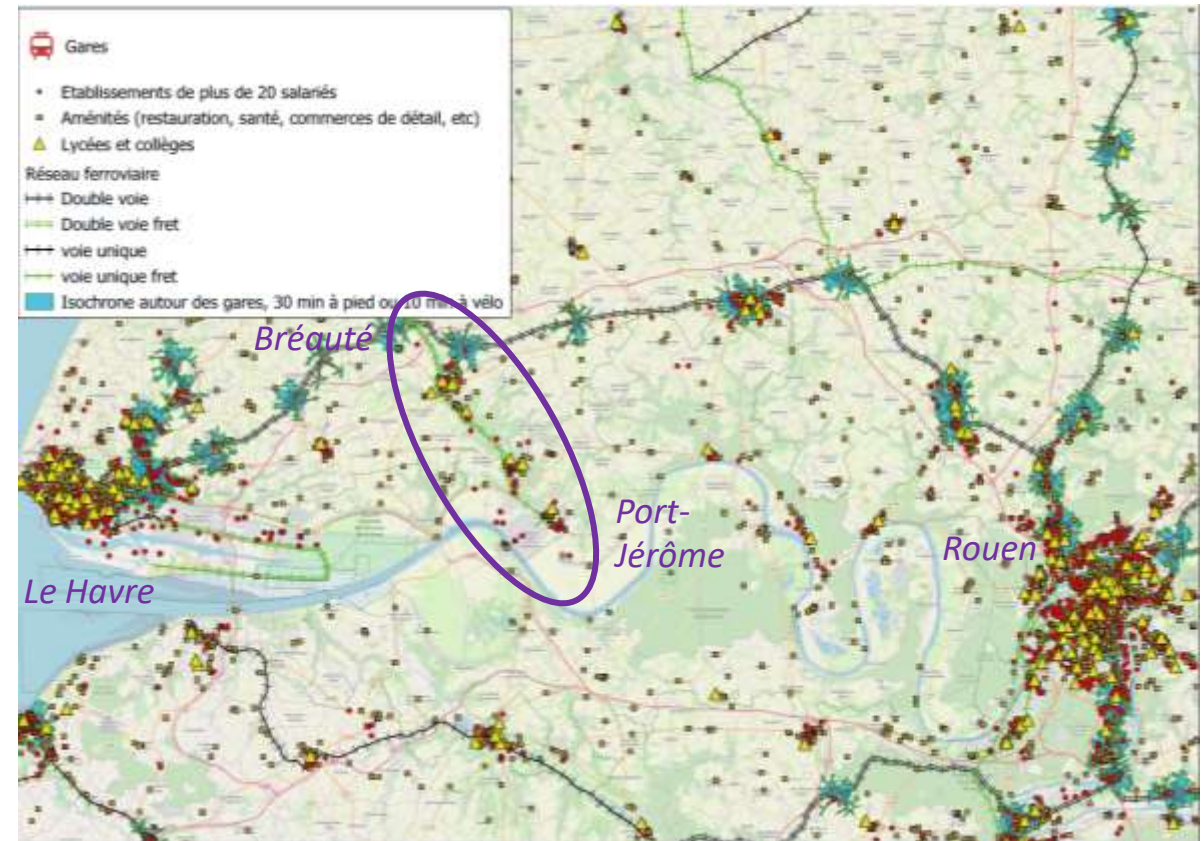
- Selon l'hypothèse 10 min max en voiture de la gare
- Un flux "du quotidien" confirmé par les trafics ferroviaires (part importante d'occasionnels, sur Rouen-Caen par exemple) et surtout Normandoscopie
→ Un besoin de service régulier en heure creuse

Flux hors POCO

D'importants flux tous motifs non compatibles

- Le Havre – Lillebonne/Gravenchon
- Caen – Ouistreham-Deauville-Honfleur
- Evreux-Louviers-Rouen (réseau ferroviaire actuel « compatible » mais peu adapté)

→ Renforcement et cadencement lignes cars ? Eventuelles (ré)ouvertures ?



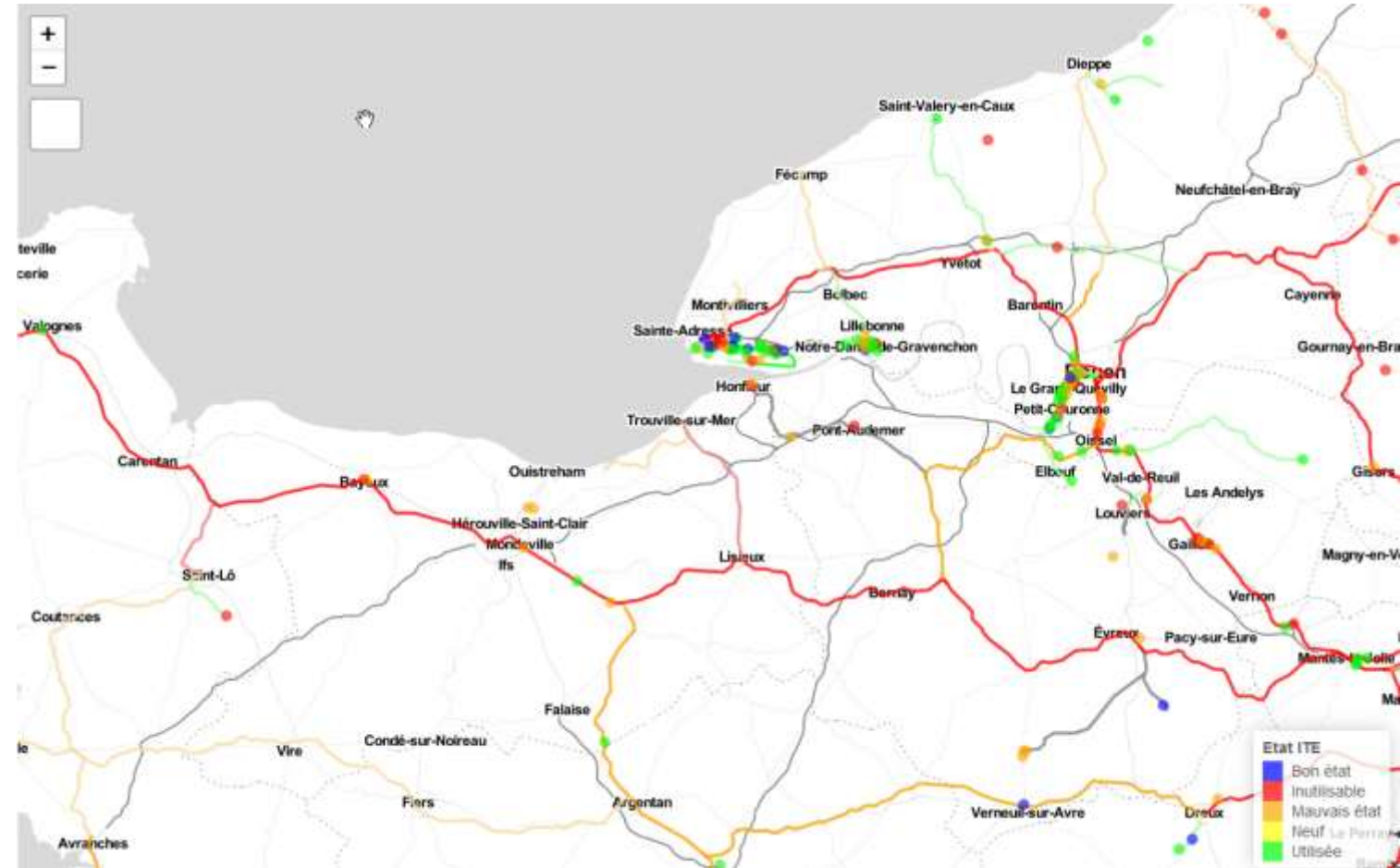
L'étude Normandoscopie confirme le potentiel de Bréauté – Port-Jérôme, qui entretient avec Le Havre le quatrième flux tous modes le plus important de la Région Normandie

Cartographie Cerema (Outil d'évaluation du potentiel autour des gares : Geofer www.cerema.fr/ferroviaire) Données INSEE. En bleu les zones accessibles à 10 minutes à vélo des gares (Données : module isochrone de l'IGN, Institut Géographique National)

POCO fret

Des installations fret (ITE) très concentrées

- ITE = « installation terminale embranchée » : site ferroviaire de chargement et déchargement des marchandises
- **Les ports concentrent l'activité**
Le Havre, Rouen, Port-Jérôme
- Démarche "stock" pour l'évaluation du potentiel : exploratoire et peu conclusive
→ Approche micro et entretiens d'acteurs ?



Vue des « installations terminales embranchées » sur le réseau ferré normand en 2018

Seules celles représentées en couleur verte voient passer des trains

Cartographie Cerema (Geofer : www.cerema.fr/ferroviaire), base de données ITE 3000 du Cerema

Geofer, outil de potentiel des gares

Développé dans le cadre du présent partenariat avec la Région Normandie, et pérennisé

Mise en commun de données publiques

- Habitations, entreprises, établissements scolaires, services, hôtels et campings
- Localisés à l'adresse (sauf « chambres touristiques » : à la commune)
- Et couplés aux **isochrones** « 15 minutes à pied », « 10 minutes en vélo » et « 10 minutes en voiture » autour des gares

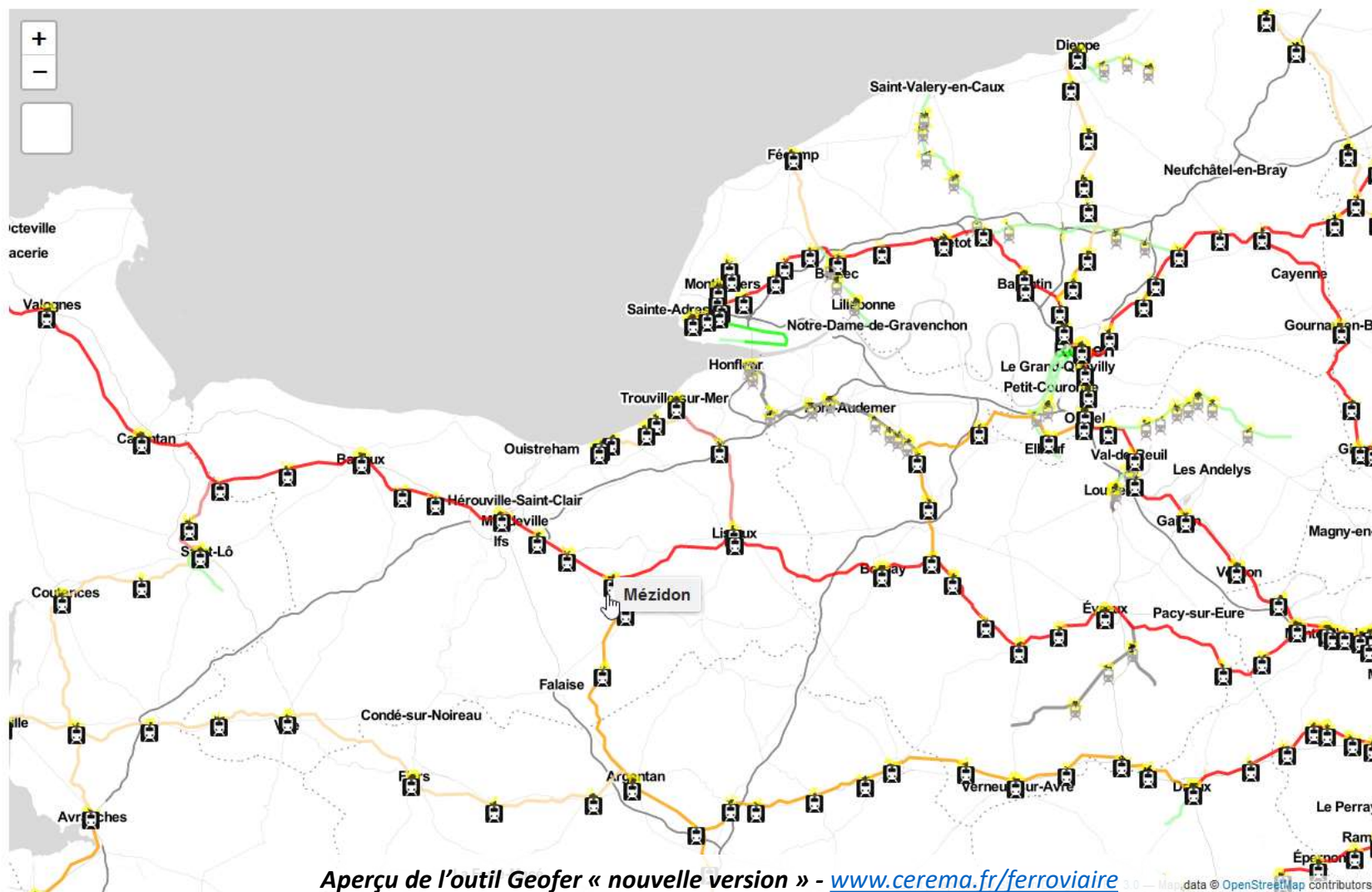
+ Desserte des gares, fréquentation des gares, évolutions année par année, etc.

+ Données « Cerema » : sites fret (base ITE 3000), trafics routiers

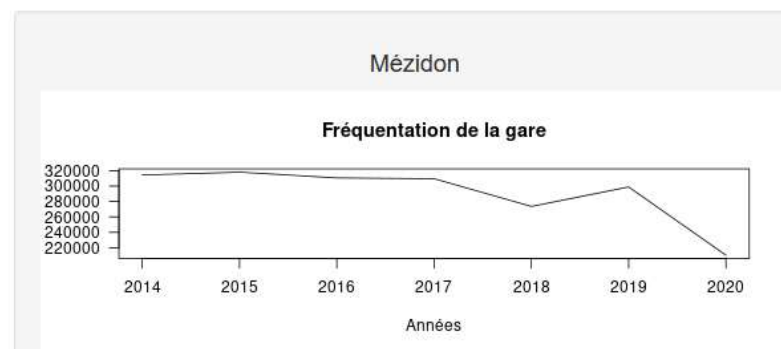
Cartographie en ligne, libre et évolutive

- Ajout régulier de nouvelles données. À venir : trafics routiers, temps de parcours, etc.
- Plateforme en cours d'amélioration

Analyses statistiques conduites à partir des bases de données



Les lignes voyageurs électrifiées apparaissent en rouge, les lignes non électrifiées en orange,
 les lignes dédiées au fret en vert et les lignes suspendues en gris
 Une nuance « claire » indique une voie unique, une nuance « foncé » une voie double.
 Les anciennes gares sur lignes fermées aux voyageurs apparaissent en grisé



Statut de la gare : ouverte

Nombre de voyageurs en 2020 : 210 231

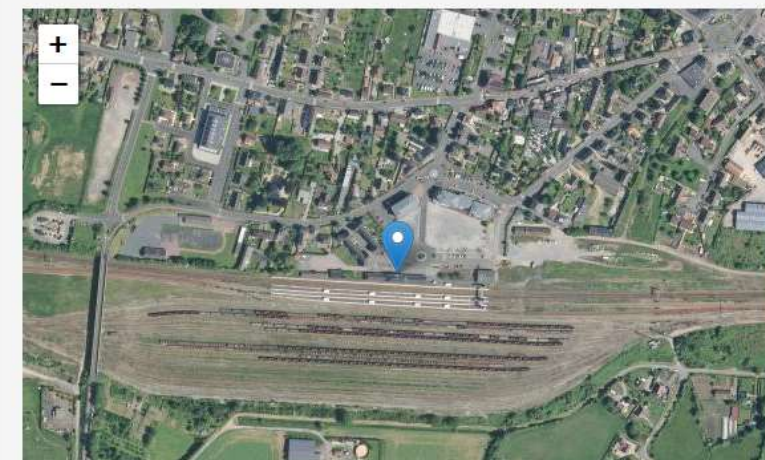
Nombre d'arrêts en gare sur une journée type, deux sens confondus (2019) : 55

A moins de 30 minutes à pied de la gare se trouvent :

3 978 habitants,
 519 salariés,
 504 scolaires (collégiens et lycéens),
 8 restaurants,
 9 établissements de santé,
 9 établissements de loisir ou de sport,
 12 commerces.

Dans les communes à moins de 30 minutes à pied de la gare, se trouvent :

33 chambres d'hôtel et emplacements de camping

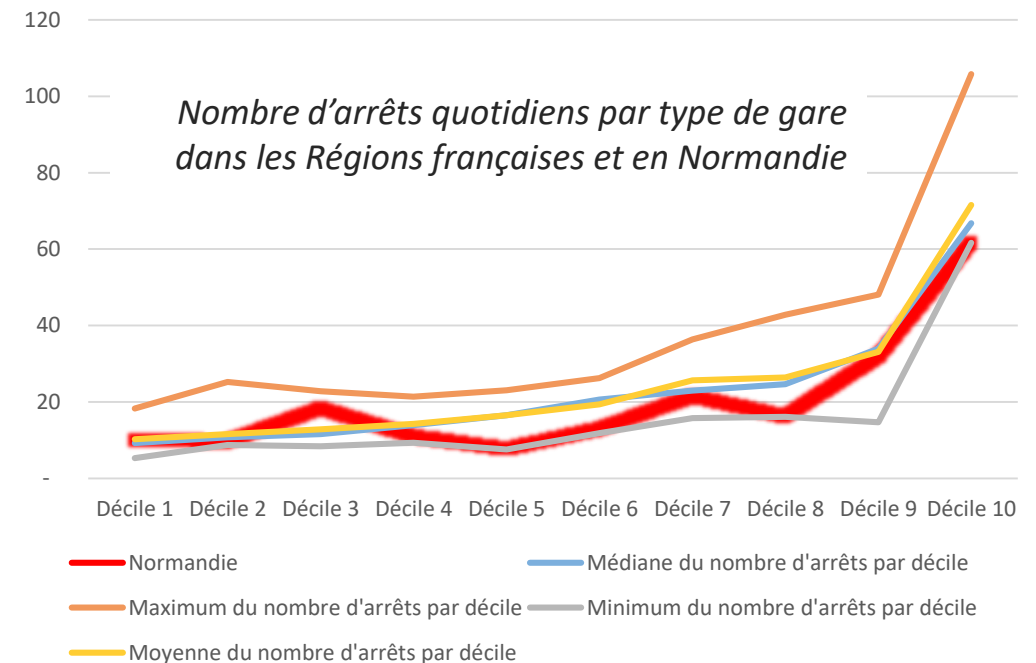
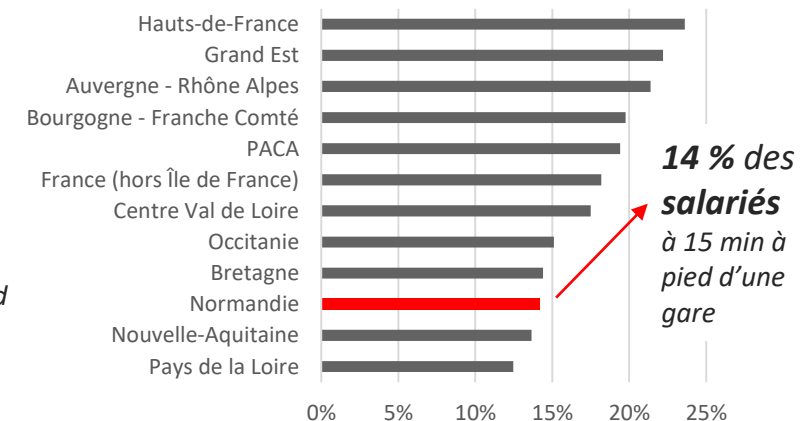
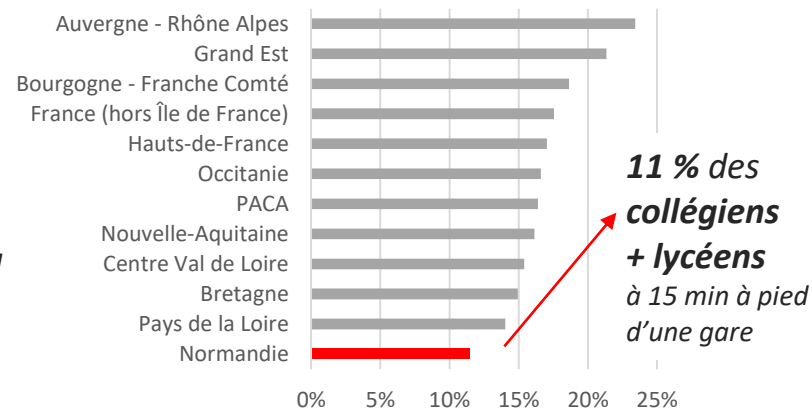
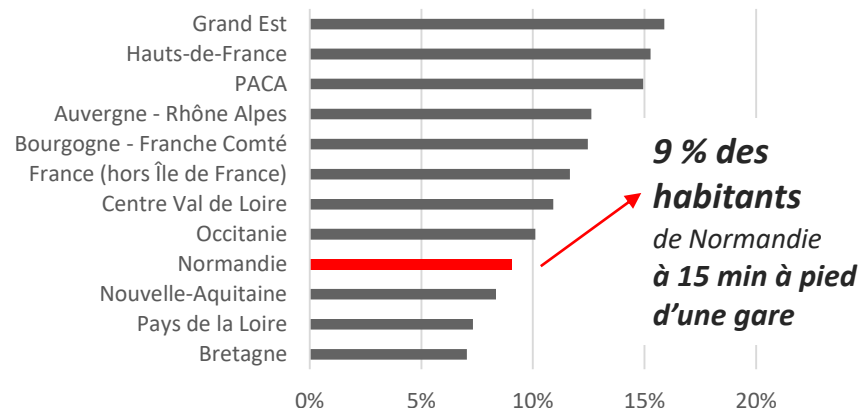


POCO : une région peu accessible

Exploitations des bases de données Geofer

Peu de gares (111), assez peu desservies

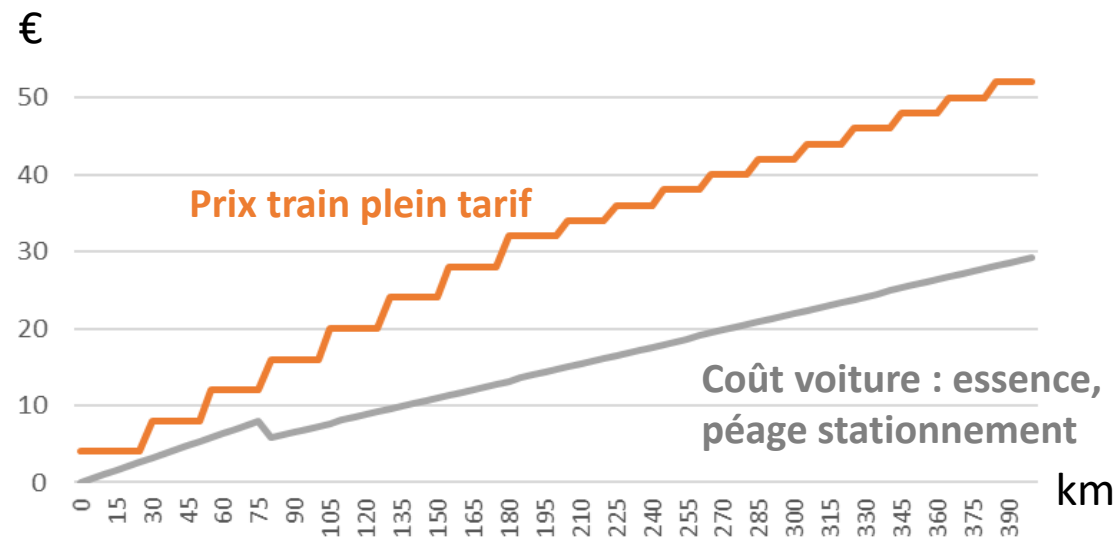
- Sous-représentation des petites et moyennes
- Seuls 9% des habitants de Normandie, 11% des collégiens et lycéens et 14% des salariés ont une gare à moins de 15 minutes à pied
 - Resp. 28%, 46% et 40% à 10 min à vélo d'une gare
- Offre en baisse, peloton de queue (*Avant Covid*)



Du POtentiel COmpatible au POtentiel CAptable



Choix modal : un « plein tarif » élevé...



Comparaison voiture – train pour un **trajet occasionnel**

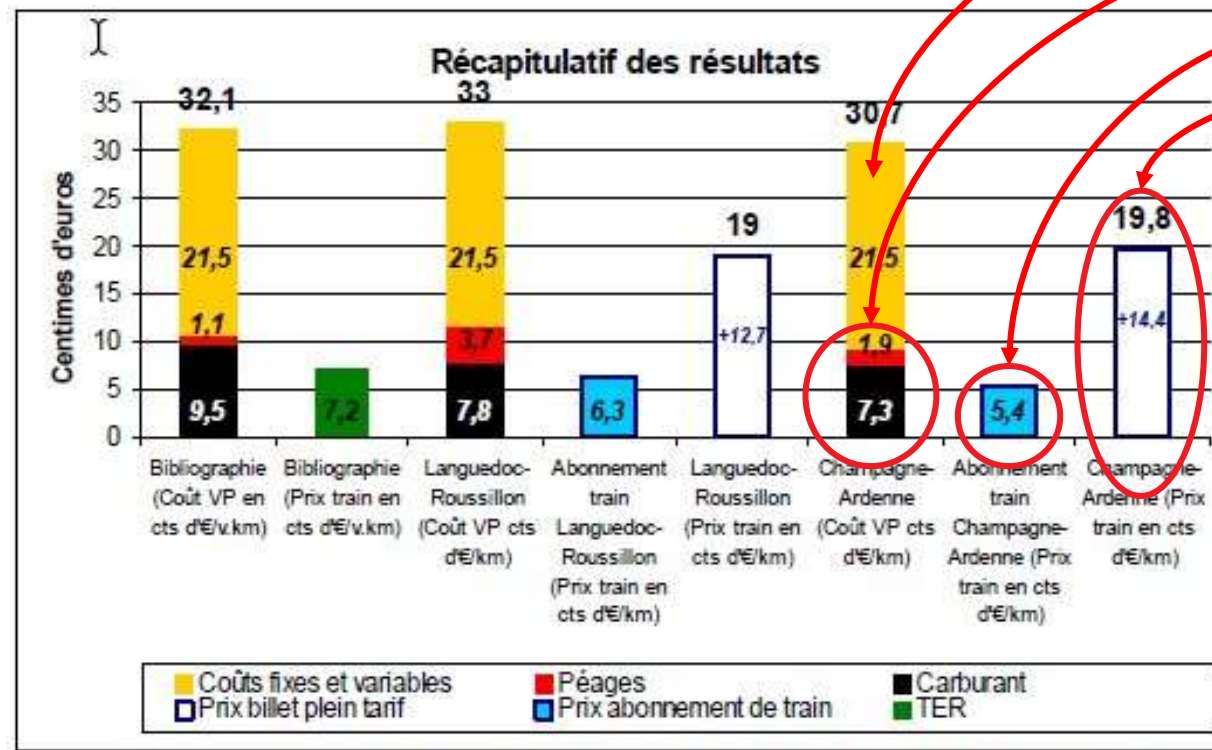
- Note : la baisse de coûts de la voiture après 75 km est lié à une hypothèse sur la nature du trajet, plutôt de type « urbain/périurbain en deçà (consommation plus importante) »

Réseau transport urbain	Ticket unité (2020)
Caen	1,5€
Cherbourg	1,3€
Dieppe	1,3€
Le Havre	1,8€
Lisieux	1€
Rouen	1,7€
Minimum TER	4€

La tarification par paliers du TER le rend comparativement très cher sur un trajet à l'intérieur d'une zone urbaine

... Et des abonnements très attractifs

Comme dans les autres Régions françaises



Graphique n°11 : Récapitulatif des résultats du coût de la voiture et du train au kilomètre parcouru

Voiture : part achat, assurance, entretien

Voiture : part essence + péage

TER abonnement

TER plein tarif

Coûts perçus par le voyageur en c€/km en Languedoc-Roussillon (milieu) et Champagne-Ardenne (droite) - Cerema, 2012

- Le constat est similaire en Normandie
- Note : si le voyageur occasionnel compare prioritairement le TER plein tarif avec essence + péage, à l'inverse le voyageur régulier comparera plus volontiers le coût de la voiture incluant son achat, assurance et entretien, en particulier si la possession de la voiture peut être évitée grâce à l'abonnement TER. Ce qui renforce encore **l'écart de compétitivité du TER entre un voyageur abonné et un voyageur « occasionnel »**.

Choix modal : temps de parcours

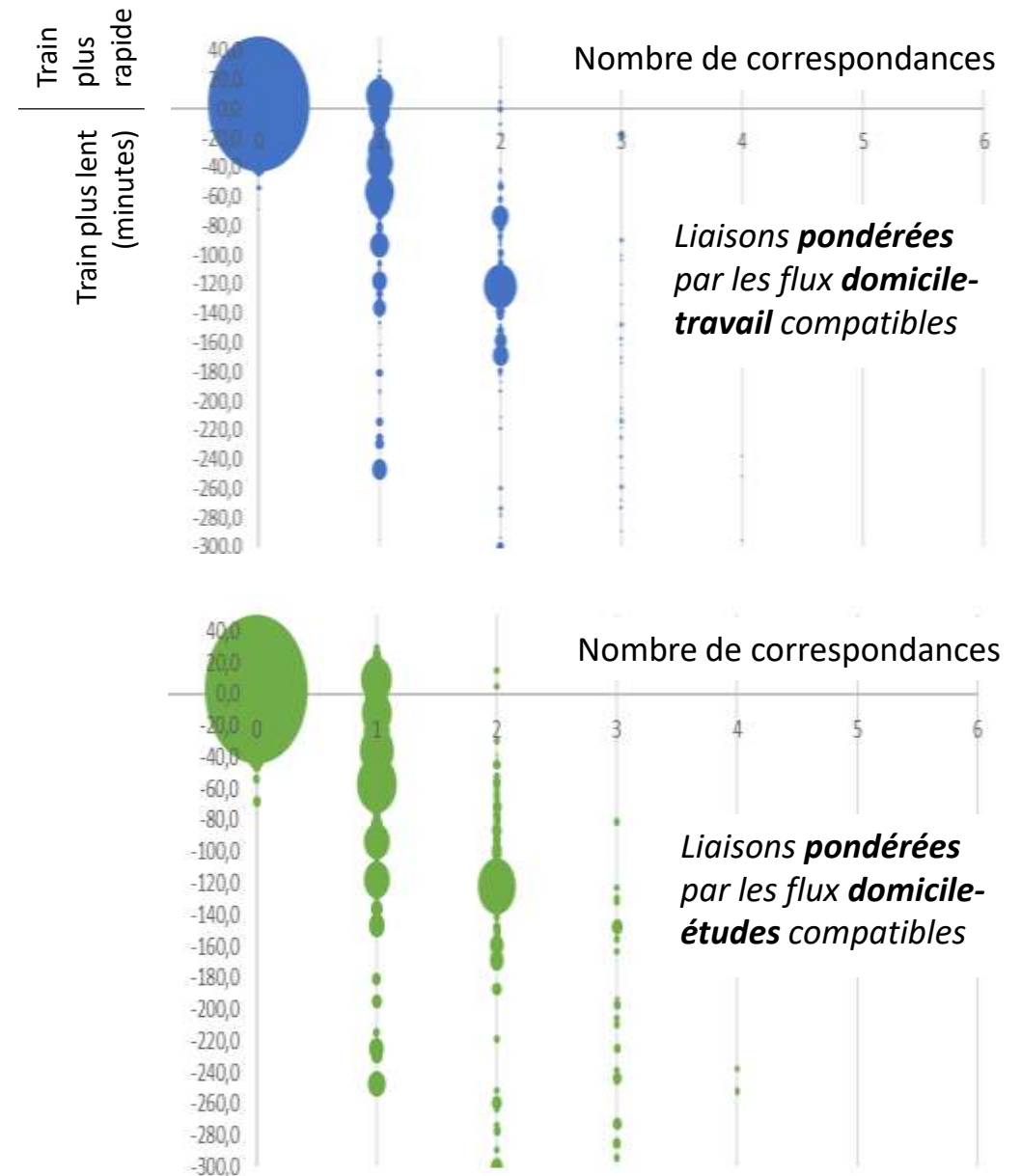
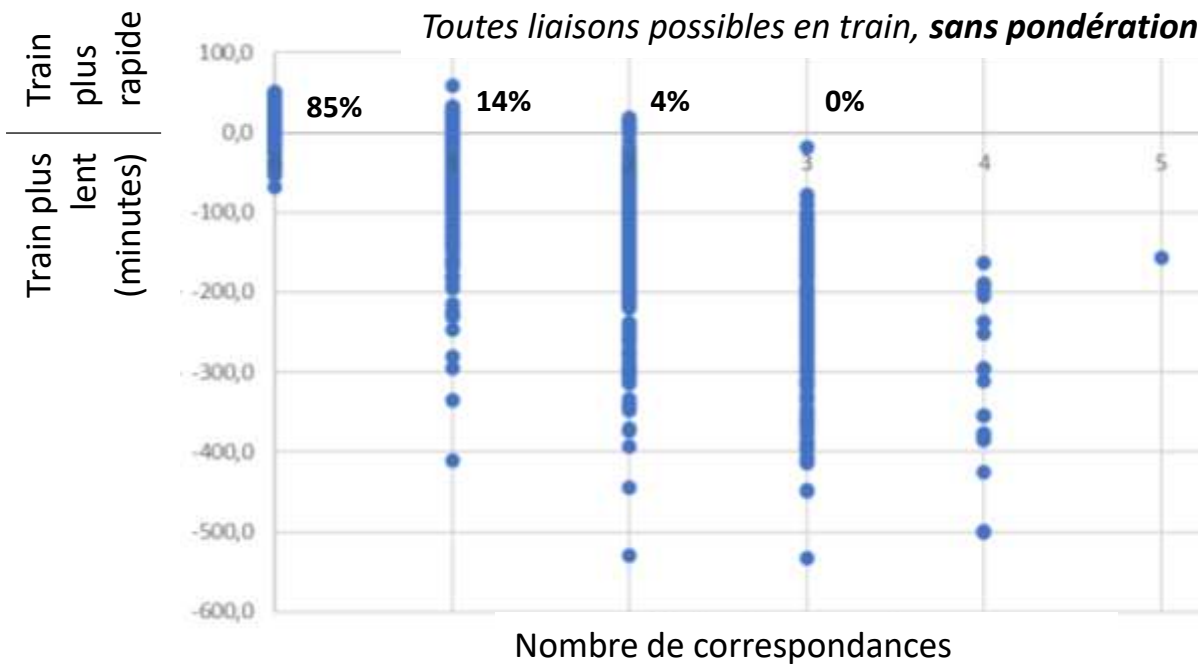
Comparaisons avec distancier Cerema/LVMT (Voiture) et requêtes oui.sncf (train)

Un fort effet négatif des correspondances

- Test général du **temps de parcours**, sur l'accès aux préfectures et sous-préfectures depuis toutes les gares normandes (1600 liaisons)
- Résultat : 85% des relations sans correspondance « à l'avantage » (gare à gare) du ferroviaire, 85 % des relations avec une correspondance à l'avantage de la voiture
- **Temps de correspondances longs : 38 min en moyenne**, contre 28 en Pays-de-la-Loire et 20 en Bretagne

Nombre de correspondances sur la relation gare-gare	Relations où le train est plus rapide que la voiture	Relations où le train est moins rapide que la voiture
0	196	33
1	69	377
2	23	502
3 et plus	0	294
Total général	288	1204

Pourcentage de trajets plus rapides en train qu'en voiture selon le nombre de correspondances



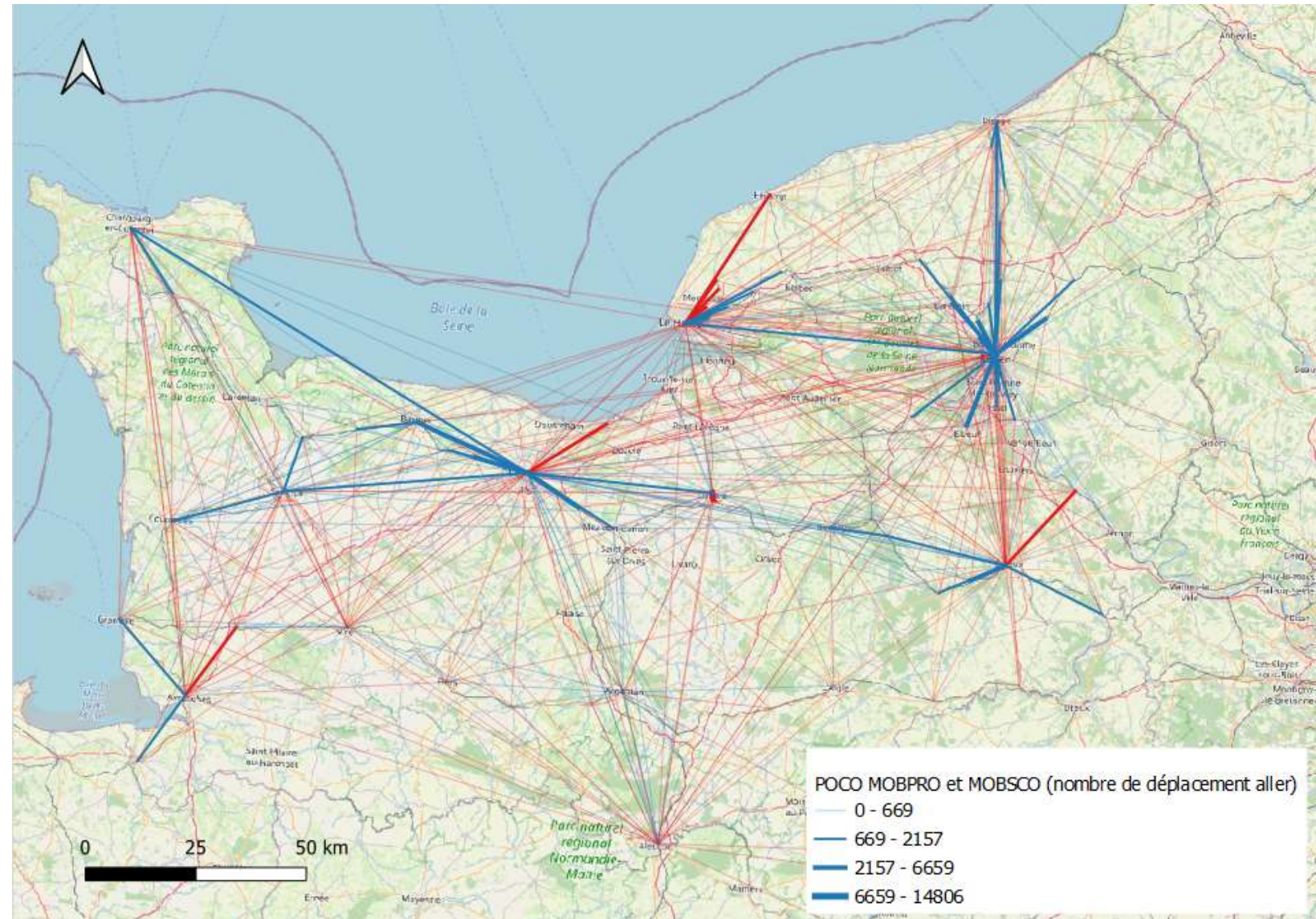
Temps de parcours et POCO travail et études

Comparaison train vs voiture pondérée par le nombre de déplacements compatibles (POCO) domicile-travail et domicile-études

- En bleu, train plus rapide
- En rouge, train plus lent
- *Temps très proches sur Fécamp – Le Havre*

→ **Cars** renforcés sur **Caen - Dives** (1.700 Mobpro + Mobpro/jour, + loisir) et **Evreux - Gaillon** (1.400) ?

→ Meilleures **correspondances** train sur **Cherbourg / Carentan - Saint-Lô / Coutances** (> 800) et **Rouen - Elbeuf - Evreux** (> 1.700) ?

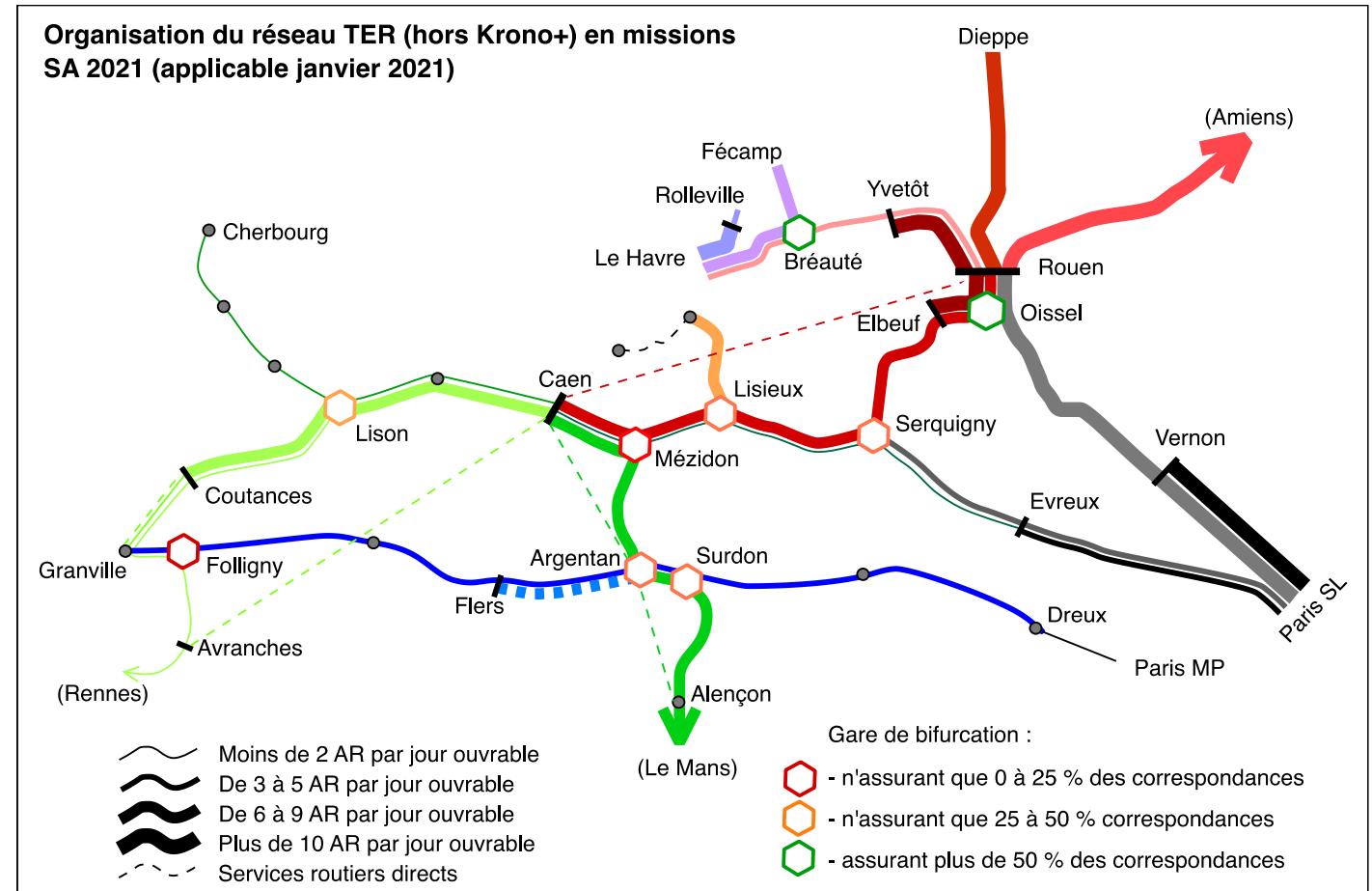


Des correspondances dégradées

Certaines gares jouent leur rôle de correspondance comme Bréauté, d'autres non

- Folligny l'a perdu avec la disparition des Caen – Folligny – Rennes
- **Mézidon, Lison et Serquigny** ont également perdu en qualité de correspondances

De nombreuses liaisons pourraient être compétitives avec une correspondance optimisée



Construction d'un nouveau modèle économique



A - Combien coûte le TER normand ?

Quels leviers d'amélioration ?



Modèle de coûts : comparer des *organisations*

Coufer a été développé initialement dans le cadre du présent partenariat. Présentation détaillée sur www.cerema.fr/ferroviaire

	NATURE DES COÛTS	DETAIL POSTE	Coût variable selon :				Coût fixe
			Train-km	Train-h	nb trains	nb voy.	
EXPLOITATION	Personnel roulant	Conduite		x			
		Accompagnement		x			
		Réserve roulants		x			
		Encadrement roulants		x			
	Energie		x				
	Matériel roulant	Achat - inclus procédures, essais et fin de vie					x
		Nettoyage et maintenance, part fixe					x
		Nettoyage et maintenance, part variable	x				
		Opérations à mi-vie					x
		Coût du capital					x
		Assurance					x
		IFER - Imposition forfaitaire entreprises réseaux					x
	Police ferroviaire (SUGE) dans les trains					x	
	Gestion exploitation (Escale, roulements, manœuvres en gare, gestion perturbations)				x (faible)		x
	Distribution					x (en pointe)	x
	Etudes, comptages, qualité, convention TER, site internet TER, etc.						x
	Frais de structure (Siège, RH, compta, services supports, etc.) hors IFER et TVA (F)						x
	Rémunération de l'exploitant						x
INFRASTRUCTURE	Construction, pour mémoire						x
	Investissements de modernisation						x
	Voies ferrées, ouvrages d'art et plateforme	Maintenance, part fixe					x
		Maintenance, part variable	x (faible)				
		Renouvellement					x
	Caténaires et sous-stations	Maintenance et renouvellement, part variable	x (faible)				
		Maintenance et renouvellement, part fixe					x
	Signalisation	Maintenance, part variable	x (faible)				
		Maintenance, part fixe					x
	Gares	Fonctionnement yc. locaux, info voy. et SUGE					x
		Renouvellement					x
	Gestion des circulations		x (faible)				x

Un coût élevé par voyageur, hors ex-Intercités

Méthode : reconstruire une
« boîte blanche »

- « 1 train, 1 desserte, 1 infra » : comparer des organisations en distinguant **coûts fixes** / variables
- **Données publiques**
- Amélioration / données échangées lors du partenariat et sur d'autres Régions et lignes

Résultats :

- **{+ de trains + petits + rapides} + cadencement + infra frugale = €/km réduits. Et vice-versa**
- Un niveau de subvention par voyageur contrasté

Sorties agrégées du modèle de coûts Cerema

Notes : TER France ~40 € HT/t.km Chiffres <u>incluant</u> les km parcourus hors Normandie		Lignes "parisiennes" inclus Paris – Vernon et Paris – Serquigny	Lignes interrégionales (Caen – Rennes, Caen – Tours, Rouen – Lille)	Autres lignes voyageurs exploitées (inclus Rouen-Caen)
Offre théorique 2020		11,2 MTr.k	3,8 MTr.k	3,6 MTr.k
Coût		364 M€	160 M€	137 M€
Coût par train.km		33 € HT/train.km	42 € HT/train.km	39 € HT/train.km
Dont Infrastructure		15	25	18
Dont exploitation trains		18	16	20
Subvention		168 M€	146 M€	120 M€
Subvention par voy.km (TER France ~0,40€/voy.km)		0,08 €/voy.km	0,95 €/voy.km (! D'après voy.km estimés)	0,66 €/voy.km

Un handicap de vitesse

Dégradation *forte et généralisée* des temps de parcours

→ Attractivité diminuée

→ Et **baisse de productivité**

Causes

- Hausse trafic Transilien, travaux
 - Puissance électrique limitée → Bridage
 - Réseau peu performant
 - Cisaillements à niveau = équivalent carrefours à feux sur autoroute
 - **Hausse importante des marges**
 - 3 → 4,5 min/100 km
 - Arrêts en gares allongés
 - 8 pers/m² et UM sur tous les sillons
- Pas d'effet démontré sur régularité, voire contre-productif** : « laxisme » et ↘ capacité

Liaison	Année	Meilleur temps	Année	Meilleur temps
Paris - Rouen	1968	1h03 (direct)	2021	1h23 (direct)
Paris – Le Havre	1968	1h45 (1 arrêt)	2021	2h10 (3 arrêts)
Paris – Caen	1998	1h44 (direct)	2021	2h01 (direct)
Paris – Cherbourg	1998	2h42 (1 arrêt)	2021	3h17 (5 arrêts)
Caen – Le Mans – Tours	2014	2h35 (5 arrêts)	2021	2h49 (8 arrêts)
Caen – Rennes	2014	2h49 (8 arrêts)	2021	3h18 (11 arrêts)
Paris – Deauville	1998	1h42 (direct)	2021	2h10 (4 arrêts)
Le Havre – Rolleville	1998	0h21 (4 arrêts)	2021	0h27 (5 arrêts)
Paris – Argentan – Granville	2014	2h55 (6 arrêts)	2021	3h19 (5 arrêts)
Lille – Rouen	2014	2h30 (9 arrêts)*	2021	2h41 (11 arrêts)
Rouen – Caen	2014	1h32 (4 arrêts)	2021	1h33 (4 arrêts)

Un handicap de vitesse

Exemple d'un direct Caen – Paris

D'après le portail wifi SNCF, en temps réel

Un train « tortue », pourtant
parfaitement à l'heure !

Vitesse réelle Vitesse autorisée

Mézidon



Évreux

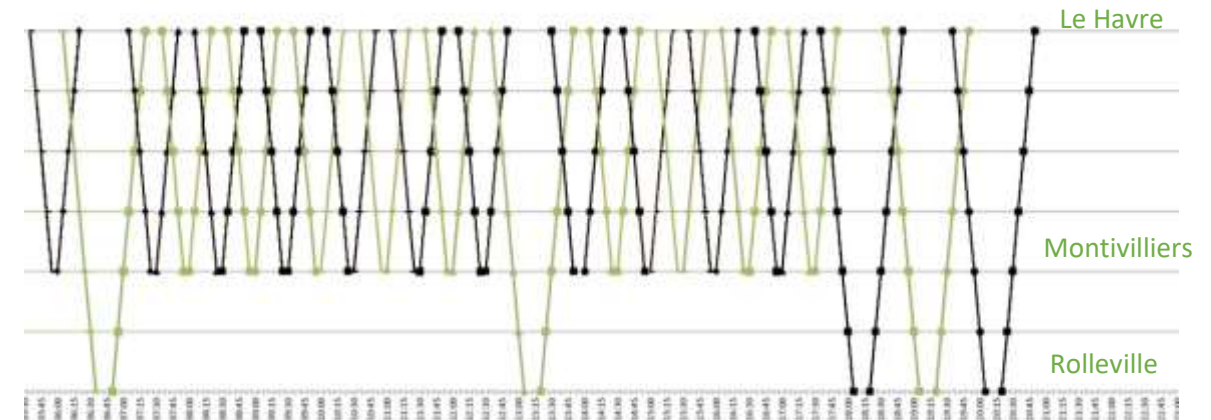
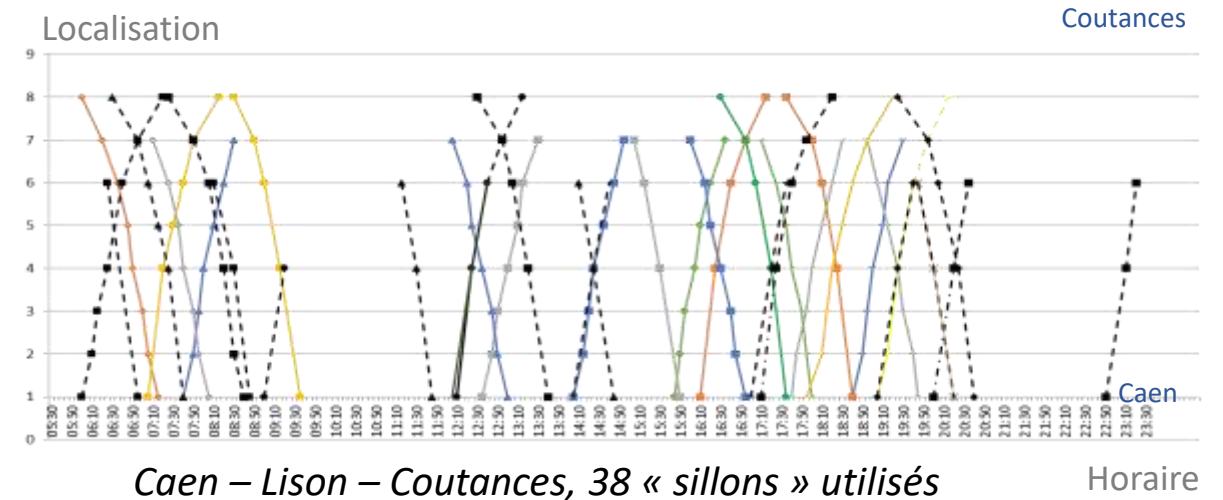
Un handicap d'organisation

« Une armoire savamment mal rangée »

- Horaires fondés sur adaptation fine à la demande et concentrés sur la pointe → château de cartes
- Peu compatible avec le ferroviaire, **industrie de coûts fixes, production continue et rendements croissants**
- Des améliorations récentes toutefois

Causes supplémentaires

- Atomisation du système / acteurs : l'empilement d'optimums locaux ne fait pas un optimum global
- **Coûts fixes facturés au km** → Forfaits à envisager ?



Conséquence : un système...

...Complexe : **787 agents** « produit train + gestion TER » vs **422 conducteurs**

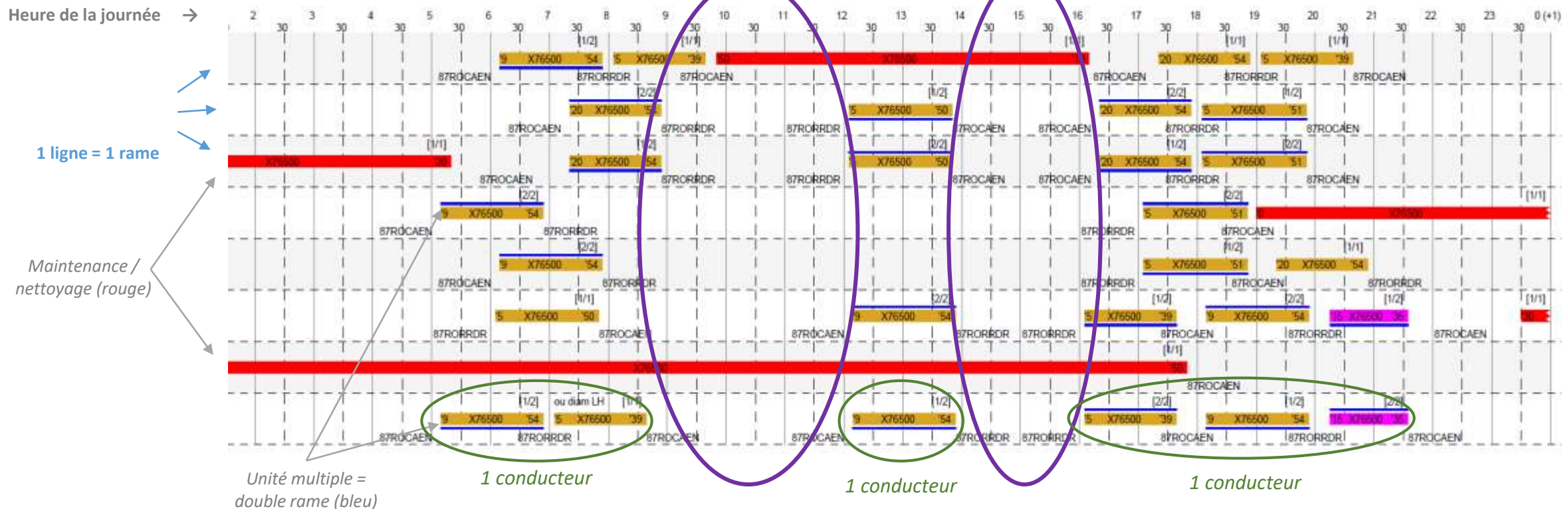
...Et coûteux : faible utilisation des moyens (rames et agents)

Un exemple « classique » de roulement de 8 rames X76500 sur une journée (Caen <-> Rouen)

— Source Région Normandie / Reconstitution SMA

En heures creuses (sauf midi), **AUCUNE rame (ni conducteur, ni contrôleur) ne circule**

À Rouen et Caen, consommation de capacité (garage sur quai ou sillons pour aller garer le train ailleurs puis le ramener)



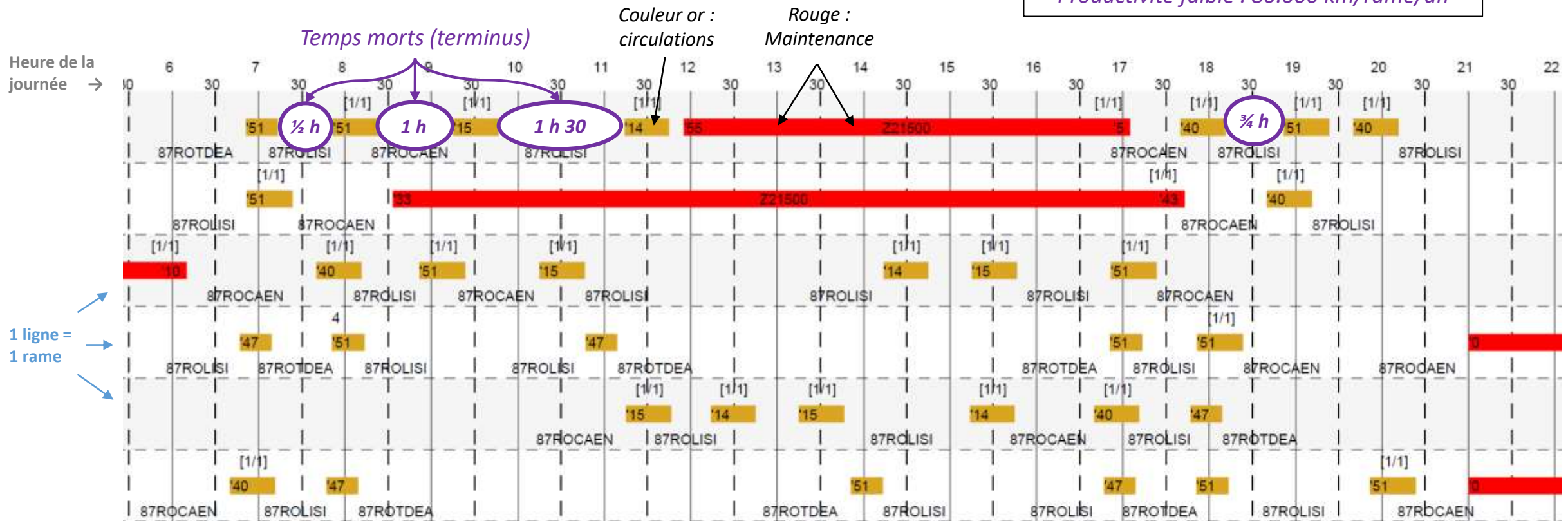
Un système « détendu »

En raison d'une offre faible et complexe : rames « baladeuses »
Beaucoup de **temps morts aux terminus** sur certains roulements

Roulement reconstitué de 6 rames Z21500 sur
Caen – Lisieux – Deauville

— Source Région Normandie / SMA

Conduite et contrôle : 1 à 2h par agent / jour
Productivité faible : 80.000 km/rame/an



Des rames nombreuses

139 rames d'après le modèle, ~190 au réel (2021)

- Pourtant sur un périmètre plus restreint
- **Unités multiples peu utilisées** (hyper-pointes et missions très spécifiques), certains **matériels surnuméraires** (X73500), d'autres vieillissants (Corail)
- Et **organisation maintenance** : « m » élevé ?
m = marge : nombre de rames en réserve et maintenance
- Cible ~167 matériels roulants : reste un écart de près de 30 rames, qui questionne *a priori* l'offre / gestion des pointes, et la maintenance

Conséquence → **poste matériel roulant coûteux**

- Capital et coûts fixes de maintenance



X73500 au terminus de Rolleville. Photo B. Meignien, Cerema 2019

Constat : *non pas sureffectif, mais sous-production*



B - Scénario de nouveau modèle économique : cadencement et performance



Scénario d'évolution : cadencement *strict* généralisé et rotations rapides

Un système cadencé

- **Simple** : missions systématiques, régulières
- **Rapide et « tendu »** : retour aux temps de parcours nominaux, suppression des marges, « culture » du débit et de la vitesse (cf RATP)
- **Maillé** : correspondances systématiques

En bref, comme la voiture : rapide, disponible immédiatement et à toute heure, pour aller partout

Principe des « missions » (liaisons) commerciales

- **Peu nombreuses** : 46 → 26
- **Efficaces** : retournements terminus 10 à 20 min
- **« Diamétralisées »** : Rouen et Caen comme gares de passage et non terminus → Capacité
- **Robustes** : 3 rames « prêtes à partir », roulements simples et journées dédiées à la mission
- **Attractives**, mais envisageables à iso-réseau : fréquence calée sur la pointe actuelle
- **Ajustées** : rames et parc de la bonne taille
 - hypothèse : actions menées pour écrêter le trafic d'hyper-pointe

1 - Pourquoi le cadencement ou « horaire cadencé » ?

Tous les pays voisins l'ont mis en œuvre, pour :

- « **réduire les coûts d'exploitation** en optimisant les moyens de production »
 - « **Induire une demande** et donc des recettes supplémentaires, entre autres dues aux effets de continuité de l'offre et de synergie des correspondances optimisées »
- Un besoin d'anticipation et accompagnement : cadencement = **planification** (L'offre s'impose à la demande : toute exception remet en cause la pertinence du système), vs adaptation fine à la demande

Citations : Étude de la pertinence du cadencement, RFF – EPFL – SMA, 2009

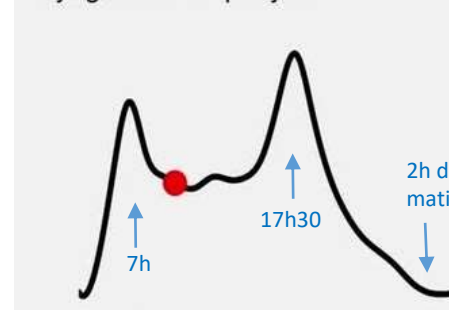
Principe : cadence régulière toute la journée

- Des trains en heure creuse
- Fréquences : 2 h, 1 h, ½ h, ¼ h
- Ecart maxi heure de pointe / creuse : 1 pour 2

Les trains d'heure creuse :

- 1) Ne sont pas vides... Quand ils sont là : alternative crédible
- 2) « Valorisent l'heure de pointe » : 1 client aller = 1 client retour
- 3) Ne coûtent pas cher : le modèle de coûts vise à l'objectiver

Voyageurs CFF par jour



Fréquentation du réseau suisse cadencé au cours de la journée : malgré 2 pics, les trains d'heure creuse sont loin d'être vides. Suppose aussi une intermodalité toute la journée (accès aux gares)

- Source reporting.sbb.ch

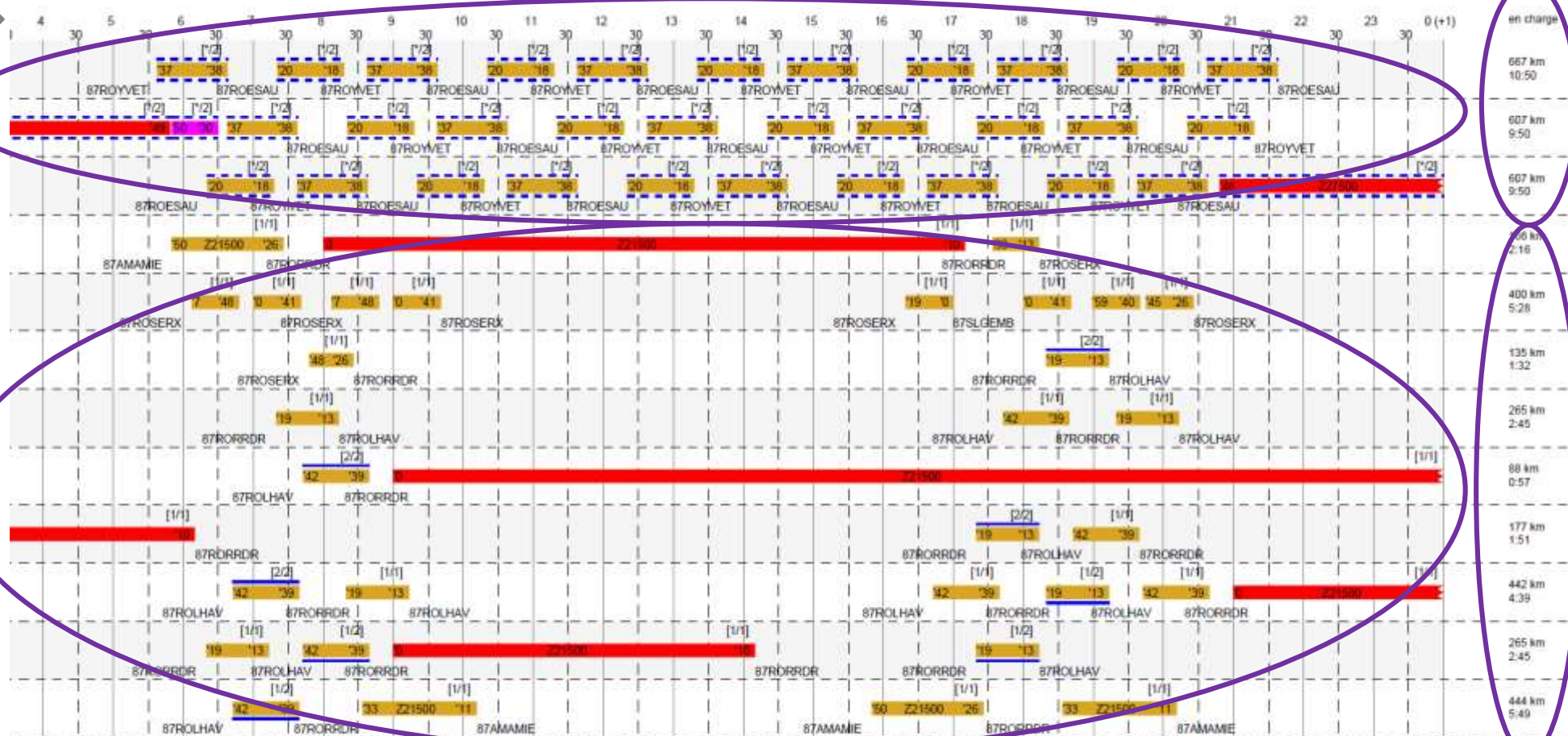
Cadencement vs « château de cartes »

*Reconstitution des roulements des rames Z 21500
par SMA pour la Région Normandie*

Yvetot-Elbeuf (strictement cadencé)

Heure de la
journée →

1 ligne =
1 rame



627 km/jour

*Pourtant perfectible
(retournements longs car
fréquence faible)*

> 1.100 h / roulant / an
*de production
(roulage + retournements)*

265 km/jour

par rame

< 400 h / roulant / an
*de production (roulage
+ retournements, hors
taxis, découchés, etc.)*

Rouen-Serqueux et Rouen-Le Havre (non cadencé)

2 - Pourquoi accélérer les trains ?

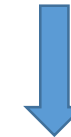
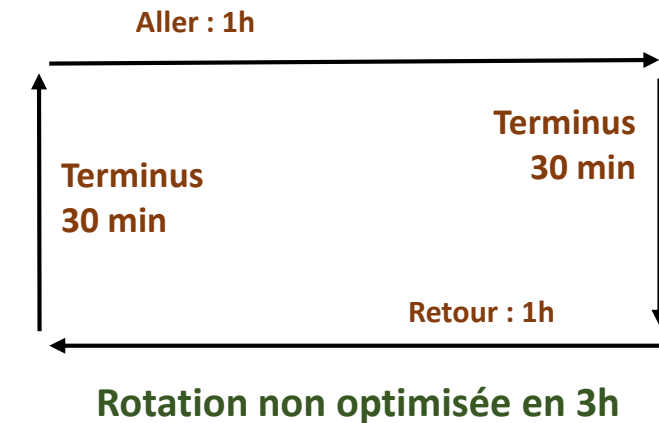
(En vitesse commerciale et non pas maximale)

Attirer les voyageurs : un effet vitesse *a priori* important

- L'élasticité à la vitesse est souvent prise à 0,9 dans les projets d'infrastructure
- *i.e* diminuer de 1% le temps de parcours augmente de 0,9% le nombre de voyageurs

Gagner en productivité

- De forts gains potentiels, surtout dans un système cadencé, où les trains partent toujours « à la même minute »
 - Il faut donc tomber « juste » sur le temps de parcours pour que le train puisse repartir vite et ne pas attendre longtemps au terminus le prochain horaire de départ
- Exemple ci-contre :
 - Gagner quelques minutes permet d'atteindre un « temps-système », *i.e* une rotation avec un temps au terminus court mais pas trop, afin de pouvoir absorber un léger retard
 - De 3 rames et équipages, on passe à 2, pour assurer exactement le même service



Rotation optimisée en 2h

+ 50 % km par heure

Application à Coutances – Caen – Lisieux

Une productivité triplée

Cadencement :
allers-retours
toute la journée

+

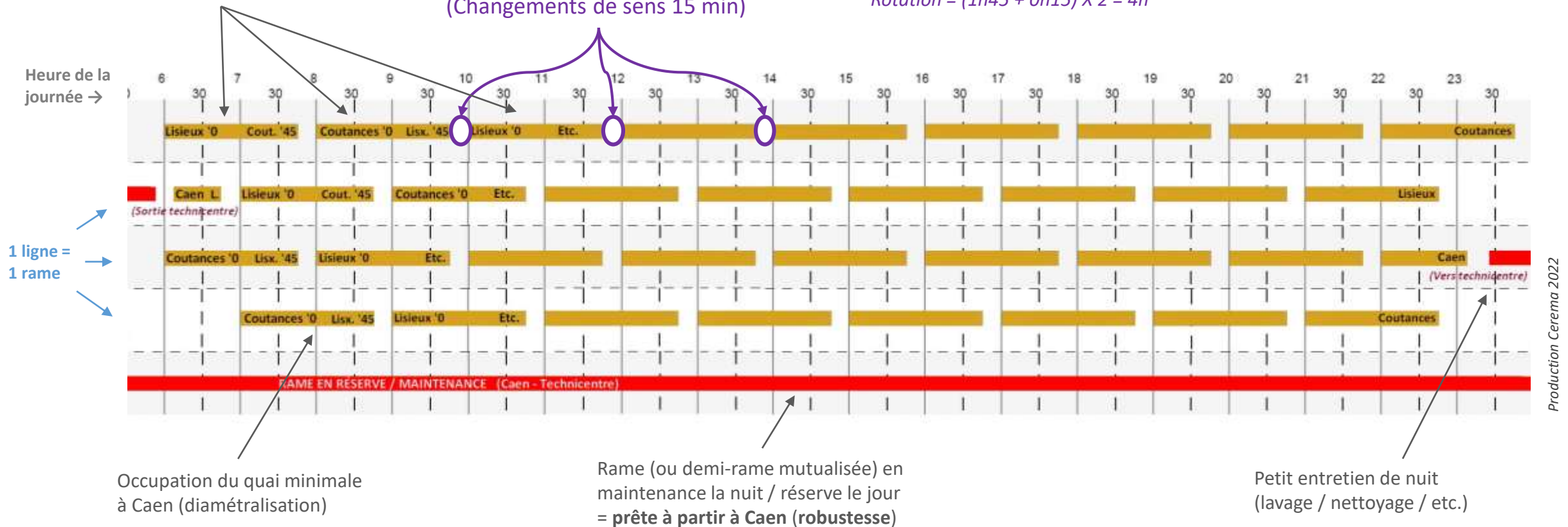
Performance : parcours
« diamétralisé » rapide
(153 km – 1h45) et temps
morts ni longs ni trop courts
(Changements de sens 15 min)

=

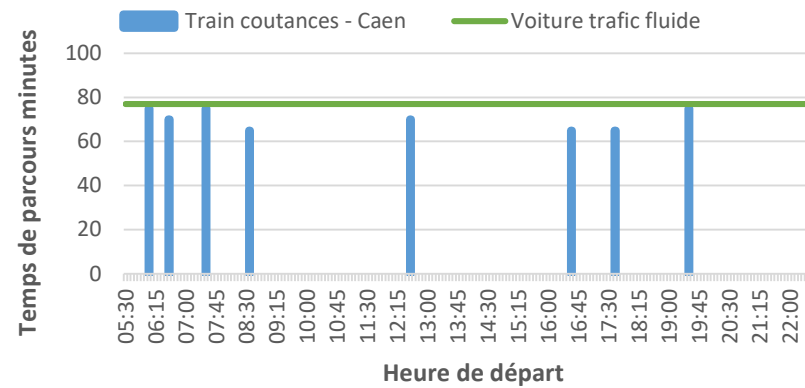
4 « lignes de roulement »,
soit **4 rames**, pour offrir un
train par heure et par sens
 $Rotation = (1h45 + 0h15) \times 2 = 4h$

=

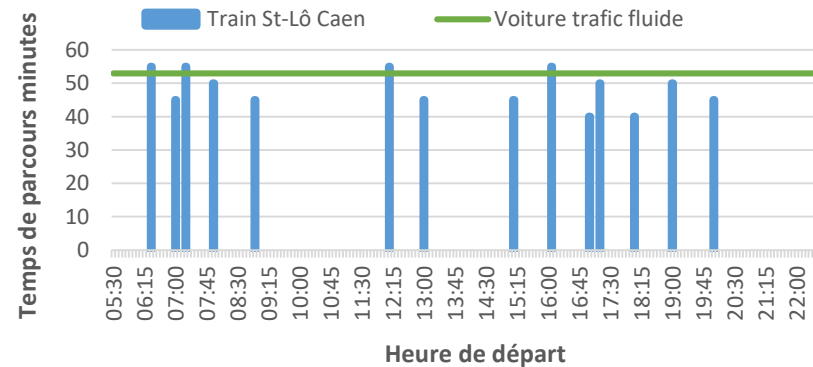
1.041 km/rame/jour
83.000 km/roulant/an



Offre Coutances-Caen 2019



Offre St-Lô - Caen 2019



Lisieux-Caen



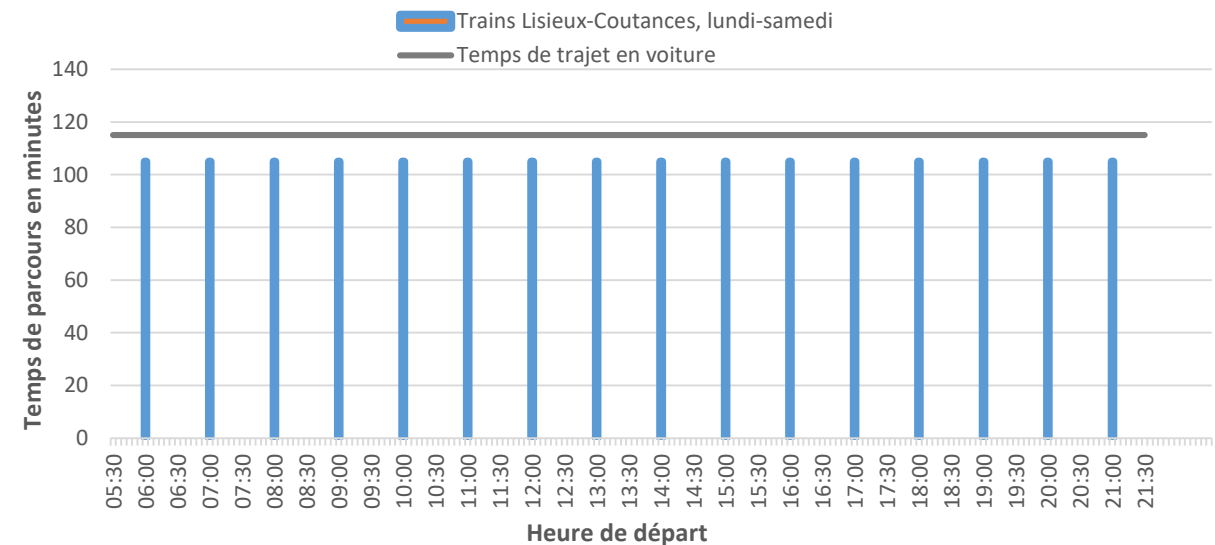
+ Horaires samedi,
dimanche, exceptions, etc.

Coutances – Caen – Lisieux,

Productivité x3 par « simple » remaniement horaire

En réalité, pas si simple (sillons voire signalisation et évitements, « culture de la performance », organisation maintenance rames et voies) : mais pour un gain énorme en quantité ET simplicité

Offre Lisieux - Caen - Coutances



+ Caen – Granville et Caen – Rennes intercalés
+ Paris – Caen / Cherbourg et Caen – Le Mans – Tours intercalés
= Fréquence 20 à 30 min. sur les principales gares

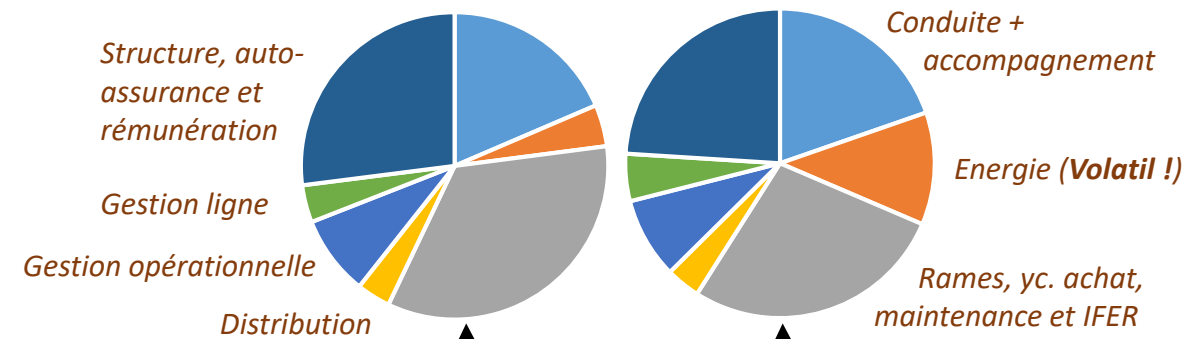
Coutances – Lisieux, résultat



« Mission » Coutances – Caen – Lisieux = ligne bleue

« Diamétraliser » (Caen = passage) permet de

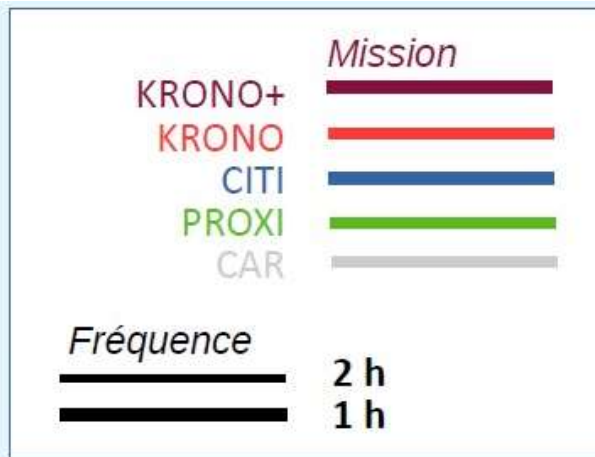
- Augmenter la capacité
- Simplifier : 4 missions → 1
- Produire : $1h45 + 15\text{ mn} + 1h45 + 15\text{ mn} = 4h$
→ 4 rames en ligne pour 1 train / heure / sens,
+1 en réserve (Ou 0,5 si mutualisation)
→ Optimisation des « roulements » = emploi du
temps des rames et agents « roulants », cf diapo 36



	Actuel (modèle)	Cadencement	Évolution
Offre	0,7 MTr.k	1,9 MTr.k	+170 %
Missions	4	1	-75 %
Rames	11	5	-55 %
Coût	26,4 M€	27,5 M€	+4 %
Dont exploitation trains	15,7M€	15,6 M€	-1 %
Dont infra inclus CPER	10,7 M€	11,9 M€	+11 %
Recettes	3,8 M€	8,4 M€ <i>élasticité = 0,7</i>	+118 %
Subvention	22,6 M€	19,1 M€	-15 %
Subvention / voy.km	0,57 €	0,22 €	-61 %

Application à la Normandie : scénario cadencé sur lequel est appliqué Coufer

Un système d'ensemble



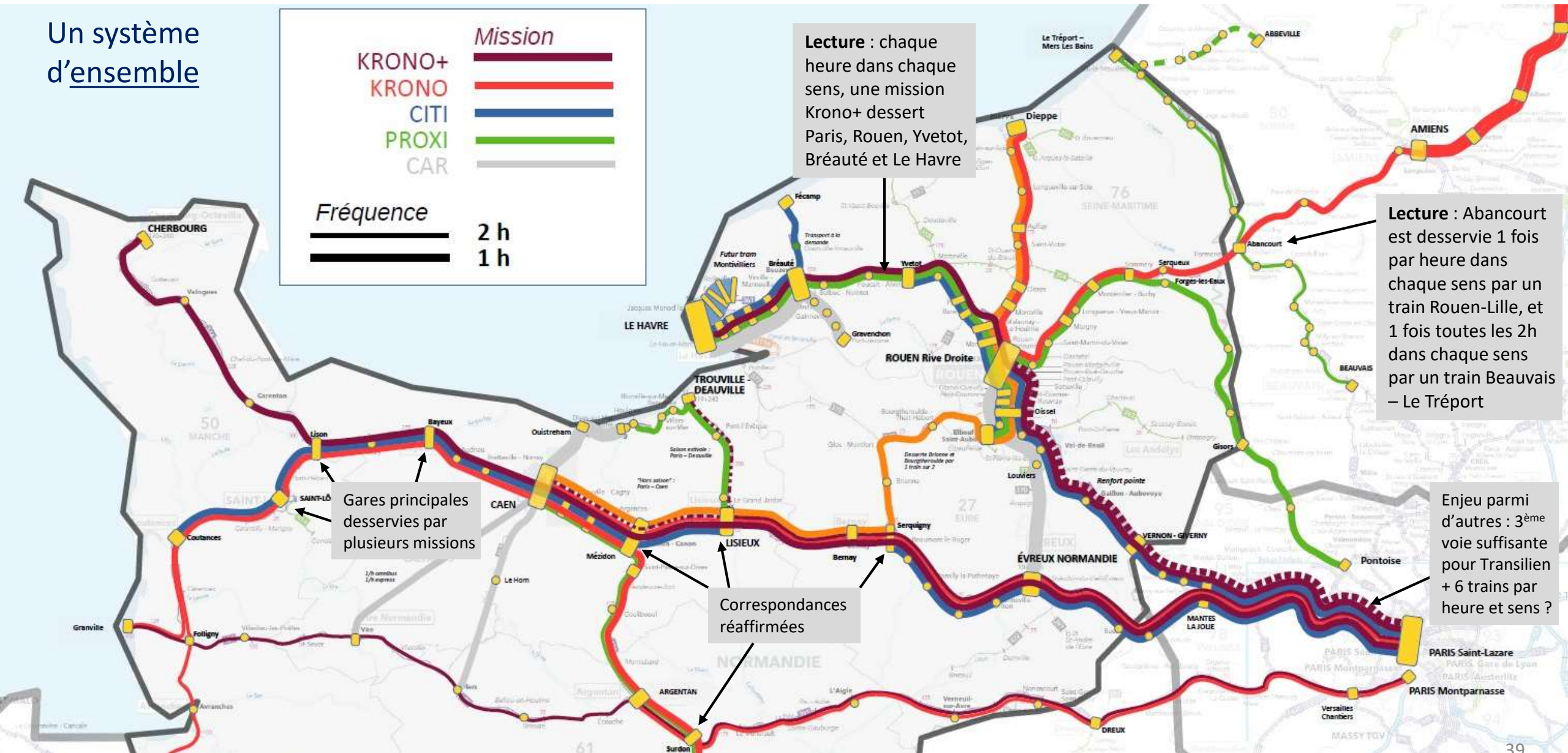
Lecture : chaque heure dans chaque sens, une mission Krono+ dessert Paris, Rouen, Yvetot, Bréauté et Le Havre

Lecture : Abancourt est desservie 1 fois par heure dans chaque sens par un train Rouen-Lille, et 1 fois toutes les 2h dans chaque sens par un train Beauvais – Le Tréport

Enjeu parmi d'autres : 3^{ème} voie suffisante pour Transilien + 6 trains par heure et sens ?

Correspondances réaffirmées

Gares principales desservies par plusieurs missions



Vers Rennes

Vers Tours



Résultat sur la Normandie

Doubler l'offre à coût constant

- **+20 Mtk = +46 M€ → 2,4 €/tr.km**
 - 1) **Cadencement** : coût variable faible
 - 2) **Optimisation** des rotations
 - 3) Parc homogénéisé et ajusté (taille trains)
- **Rentable si hausse trafic >20%**

Points à investiguer

- **Capacité du réseau** à assurer l'offre envisagée et le retour aux temps nominaux, organisation maintenance
- **Matériel roulant** : besoin réel UM et organisation maintenance

Recommandations :

- 1) **Remise à plat**
- 2) **Négocier offre et péages au forfait**
En transparence sur les coûts

Offre réalisée très inférieure en 2020 (Covid)

Modèle : <i>inclut les km parcourus hors Normandie</i>	Actuel observé	Actuel d'après modèle	Cadencement « iso-réseau »	Évolution
Offre	16,9 MTr.k <i>Théorique 2020</i>	18,6 MTr.k <i>Théorique 2020</i>	38,0 MTr.k <i>Théorique >2025</i>	+104 %
Missions		46 <i>(principales)</i>	26	-43 %
Rames	~190	139	118	-15 %
Coût	639 M€	668 M€	714 M€	+7 %
<i>Dont exploitation trains</i>	346 M€	337 M€	373 M€	+10 %
<i>Dont autocars</i>		5 M€	0,8 M€	-83 %
<i>Dont infrastructure</i>		325 M€ <i>(inclus CPER)</i>	341 M€	+5 %
Recettes	237 M€	228 M€	298 M€	+31 %
Subvention	402 M€	440 M€	416 M€	-5 %
Subvention / voy.km	0,19 €	0,19 €	0,13 €	-28 %

C – Une cible séduisante... *Mais des prérequis*



Quels prérequis pour le cadencement ?

Une offre qui s'impose à la demande

- Et qui ne peut pas satisfaire tout le monde : cadencement + performance + correspondances = équation complexe
- Un système cadencé est rigide : **toute exception ruine l'efficacité du système**
- Accepter des exceptions (et/ou procéder « par petites touches ») conduit à supporter les contraintes liées à la rigidité du cadencement, en conservant les coûts du « château de cartes » actuel
 - Dans les pays « cadencés », les **autorités organisatrices discutent avec les gros générateurs de trafics** (établissements scolaires, grandes entreprises, sites de tourisme ou loisir) **pour que ces derniers adaptent leurs horaires**, et non pas le train.

Nécessaire refonte des « blancs-travaux »

- Ces plages de surveillance de jour (pour inspecter visuellement la voie, resserrer un boulon, etc.) bloquent le trafic sur 1 à 2 h chaque jour :
 - Incompatible avec le cadencement : brise le « tapis roulant » (moyens improductifs + manœuvres pour garer les trains)
- Prérequis : révision des méthodes de maintenance → Temps plus court « entre deux trains », ou une fois par semaine le dimanche, capteurs dans les trains commerciaux, etc.
 - Possible, moyennant discussions entre acteurs : cf Yvetot-Rouen – Elbeuf, St-Gervais – Vallorcine, etc. sans « trous de desserte »

Quels prérequis pour la performance ? 1/2

Retour aux temps nominaux

- Base : fiches horaires et ouvrage très détaillé « Temps de parcours ferroviaires en France », R. Dauté
- **Prérequis : changer les pratiques de conception horaire et d'exploitation** : cf « *La dégradation tendancielle des temps de parcours* », J. Rabouël (SNCF) 2004 :
 - « *La religion de la minute, qu'elle soit en conception ou en exploitation, doit revenir au premier plan* »
 - « *Depuis que les horaires ont été détendus [...] la régularité ne s'est pas améliorée, contrairement aux pronostics* »
 - « *Mes trains sont à l'heure parce qu'ils sont difficiles* » (M. Sartiaux, directeur de l'exploitation du Nord, années 1910)

De réels sujets

- Des **trafics** (parfois) importants
 - Ex. Difficile d'insérer un « bolide » Paris-Cherbourg entre les nombreux omnibus Paris-Mantes – D'autant plus si ceux-ci sont « détendus », donc lents
- Une **infrastructure** à la peine
 - **Limitations de vitesse** « provisoires »
 - Puissance insuffisante des sous-stations électriques (**bridage des trains** plus nombreux, lourds et puissants),
 - **Signalisation** largement perfectible,
 - Organisation des **travaux** (gêne vs coût),
 - Parfois un besoin d'évitements, de voies, de sauts-de-mouton = échangeurs dénivelés
- En outre, un **potentiel** à explorer
 - **Relever les vitesses à l'occasion d'un renouvellement** est possible sur de nombreuses lignes, souvent à coût marginal
 - Un sujet « passages à niveau » : hausses de vitesse et de fréquence augmentent leur dangerosité

Quels prérequis pour la performance ? 2/2

Quelle « rotation optimale » ?

- Un retournement ni trop long, ni trop court. Pour limiter le temps mort au terminus, tout en conservant une marge (un train arrivé légèrement en retard doit repartir à l'heure) et un temps de pause pour le conducteur
- Soit **10 à 20 minutes à chaque terminus** selon la ligne : une ligne longue demande logiquement plus qu'une ligne courte
- Un minimum technique inférieur, au besoin
 - Exemple corse : 3 minutes de retournement à Ponte-Leccia, sur la liaison quotidienne Bastia-Calvi, incluant correspondances quai à quai et échanges de colis postaux, le tout avec une signalisation à leviers mécaniques
 - Suisse : 2 minutes à Chambrelieu, sur Neuchâtel <> La Chaux-de-Fonds, 80 fois par jour (Etc.)

Des études, coûts et contraintes... à mettre en regard du gain potentiel

- **Productivité** (rotations)
- **Et nouveaux clients**
Hypothèse « élasticité » de 0,9
i.e. -1 % temps → + 0,9% voyageurs
- Tours-Loches, dans l'hypothèse d'un cadencement à l'heure : passer de 58 à 53 min. aller simple = gain productif > 2 M€/an, *d'après le modèle*
- **Paris-Caen-Cherbourg/Deauville** : les gains totaux d'un retour aux temps nominaux (productivité + recettes) peuvent dépasser **15 M€/an**, *selon le scénario retenu*

Un scénario ambitieux ? *A priori* non

Mais nécessite un projet de territoire

Ci-contre : tiré de l'étude Trans-Missions

Pourquoi les AOT allemandes peuvent financer deux fois plus d'offre TER pour un budget donné ? (2015)

Schönbuchbahn : territoire favorable mais assez comparable à Tours-Loches.

- 1966 (train) : seulement 90 voy/j
- 1995 (bus) : 2.000 voy/j
- 1996 : réouverture, cadence 1/2h de 5h à minuit, 80km/h → 4.000 voy/j
- Hausse régulière → 10.000 voy/j
- 2019 : **électrification, 100km/h et 1/4h** (voie partiellement doublée) → Objectif **14.000 voy/j**

= 50 fois le trafic ferré Tours-Loches

Succès auprès les voyageurs – exemples

- Taunusbahn 1993 (HLB)
– 1.500 voy./j. ⇨ 11.000 (+633%)
- Schönbuchbahn 1996 (Transdev)
– 2.000 voy./j. ⇨ 8.000 (+300%)
- Regiobahn 1998 (Regiobahn)
– 512 voy./j. ⇨ 23.100 (+4.412%)
- Heidekrautbahn 2005 (NEB/Keolis)
– 1.884 voy./j. ⇨ 4.417 (+134%)



Exemples ruraux

- Usedomer Bäderbahn 1995 (DB) –
700 voy./j. ⇨ 8.770 (+1.150%)
- Tschopautalbahn 2004 (DB) –
660 voy./j. ⇨ 1.310 (+99%)

Source : Agentur Bahnstadt 2004 (42 projets DB et 27 NE) ;
Allianz Pro Schiene 2014

14

Cercle des Transports – 15/12/2015

Merci pour votre attention



X76500 parvenant à Dives depuis Deauville. **Le besoin d'un système en bon état** précède tous les autres – Photo B. Meignien, Cerema 2019

Annexe : structure du rapport final

Rapport synthétique

- Introduction générale
- Enjeux et contexte de la recherche
- Le réseau normand dans le paysage des régions françaises
- Evaluation des potentiels du réseau
- Evaluation du modèle économique actuel et d'un scénario de cadencement généralisé
- Enjeux et perspectives de recherche

« Tome » d'annexes méthodologiques

- Données et méthodes de construction des indicateurs de l'évaluation du réseau existant
- Méthode pour le benchmark Normandie versus autres régions
- Méthode pour le modèle d'évaluation des coûts
- Méthode de l'enquête auprès des voyageurs occasionnels
- Fiches par ligne

Annexe : quelle vision « offre + réseau » à long-terme ?

Hausse ciblée de l'offre

- Fréquences type **Services Express Métropolitains** sur le périurbain de Rouen et Caen : 1/4h ?
- 1/2h sur Le Havre – Gravenchon ?
- Renforcement lien **Caen-Rouen** entre les deux anciennes Normandie, et/ou Evreux-Serquigny-Rouen ?
- Nouveau modèle « système léger » sur les lignes Beauvais – Le Tréport, Dives-Deauville et Abbeville – Le Tréport si réouverture ?
 - Cf (entre autres) projet « Train Léger Innovant » porté par la SNCF

Note : le cadencement facilite l'investissement : un nouvel évitement par ex. sera utilisé toute la journée, par tous les trains

Nécessite en première approche

- Sauts-de-mouton : passages dénivelés « type échangeur autoroutier »
 - Au moins à Tourville, sans doute à Darnétal voire Malaunay. ~50M€ / unité en milieu peu contraint (cf Moirans près de Grenoble)
- Signalisation plus performante ?
- Réouverture voy. Bréauté – Gravenchon
- Modernisation raccordement Serquigny si Evreux – Rouen directs
- Electrification et relèvement vitesse sur Caen – Rouen (– Dieppe) ?
 - Améliore la performance (Omneo Premium peut rouler à 200 entre Serquigny et Caen)
+ facilite la gestion de maintenance des Omneo
+ itinéraire alternatif fret et voyageurs

Annexe : détails des coûts actuels

<i>Chiffres <u>incluant</u> les km parcourus hors Normandie</i>	Lignes “parisiennes” inclus <i>Paris – Vernon et Paris – Serquigny</i>	Lignes interrégionales <i>(Caen – Rennes, Caen – Tours, Rouen – Lille)</i>	Autres lignes voyageurs <i>exploitées (inclus Rouen-Caen)</i>
Offre théorique annuelle	11,2 MTr.k	3,8 MTr.k	3,6 MTr.k
% Total offre	60 %	20,5 %	19,5 %
Coût annuel	364 M€	160 M€	137 M€
% Total coût	55 %	24 %	21 %
Coût par train.km <i>(TER France ~40 € HT/t.km)</i>	33 € HT/train.km	42 € HT/train.km	39 € HT/train.km
Dont Infrastructure	15	25	18
Dont exploitation trains	18	16	20
Subvention	168 M€	146 M€	120 M€
% total subvention	39 %	33 %	28 %
Subvention par voy.km <i>(TER France ~0,40€/voy.km)</i>	0,08 €/voy.km	0,95 €/voy.km <i>(! D'après voy.km estimés)</i>	0,66 €/voy.km