

# Régulation adaptative (ADL)

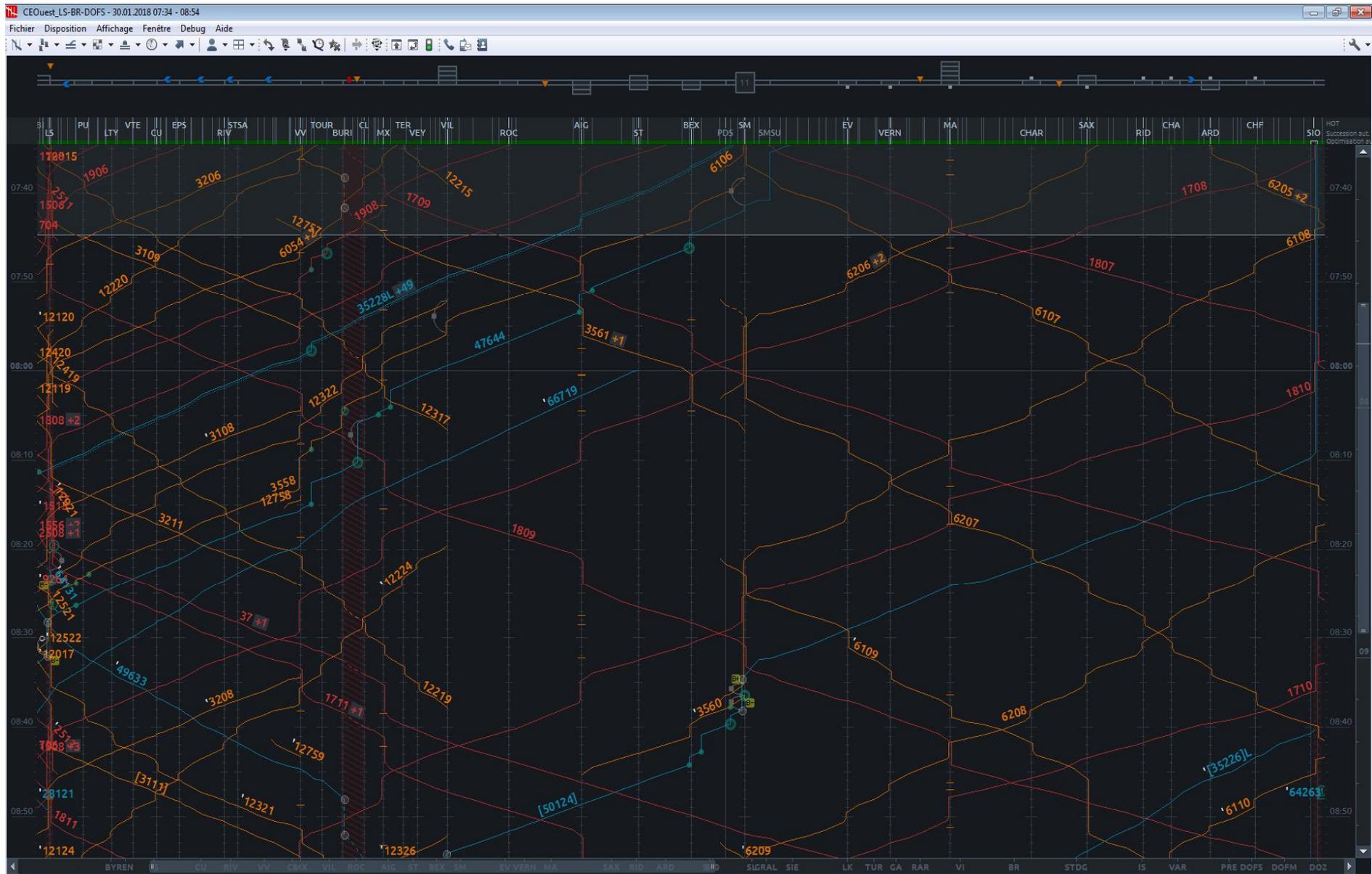
## Présentation Forum Energie 2018

F. Staehli



# Fonctionnement de RCS-Dispo

# Vue d'un graphique (RGT)



# Buts et principes de la régulation adaptative.

## Régulation adaptative.

L'ADL des CFF est un système unique au monde qui assure l'interface entre la Conduite de l'exploitation et le personnel des locomotives, et permet la transmission de recommandations de conduite adaptées à la situation.

### Objectifs principaux de l'ADL:

- Réduction de la consommation d'énergie de traction
- Stabilité du réseau malgré la croissance du trafic
- Hausse de la précision en matière de production

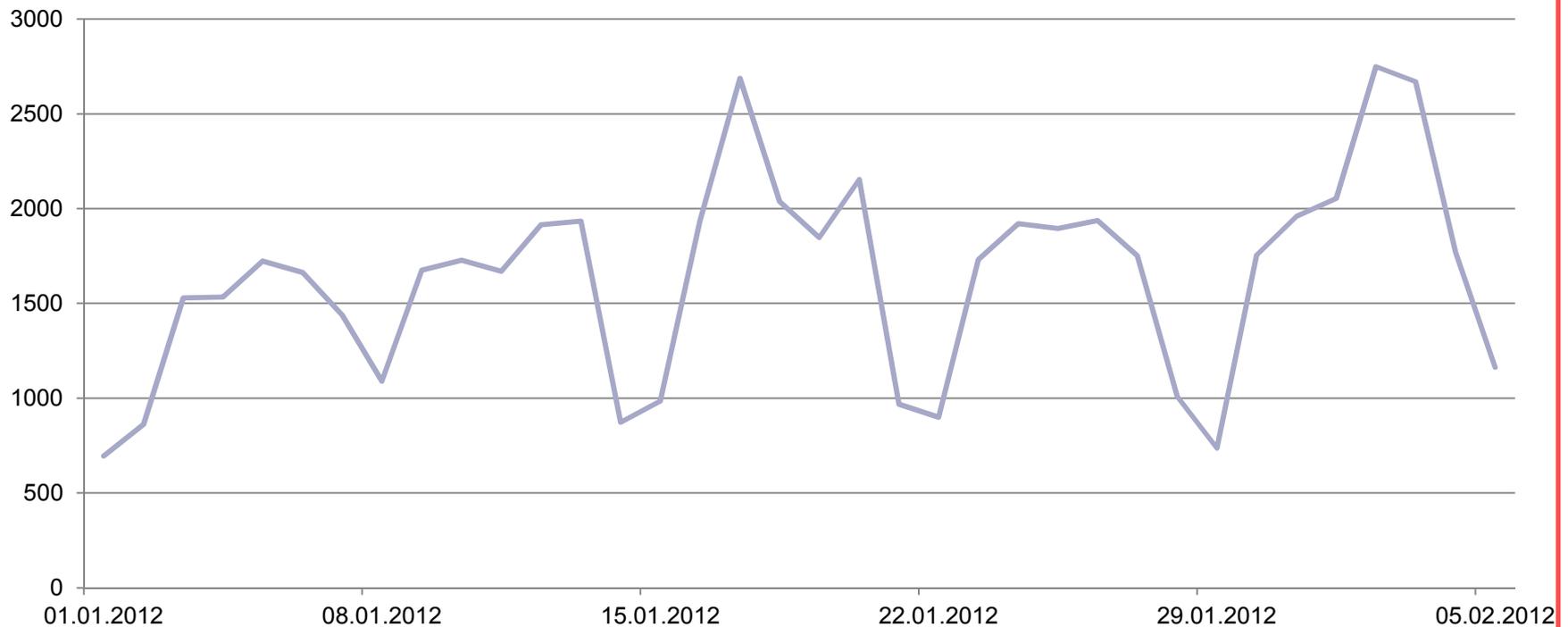


**... car seule une exploitation ferroviaire ponctuelle  
(= pas trop tard, ni trop tôt) est une exploitation  
ferroviaire efficace!**

# Trains arrêtés à un signal «au rouge»

- Env. 2'000 arrêts devant un signal «au rouge» non-planifiés ont lieu quotidiennement sur le réseau CFF, arrêts qui peuvent potentiellement être évités avec ADL

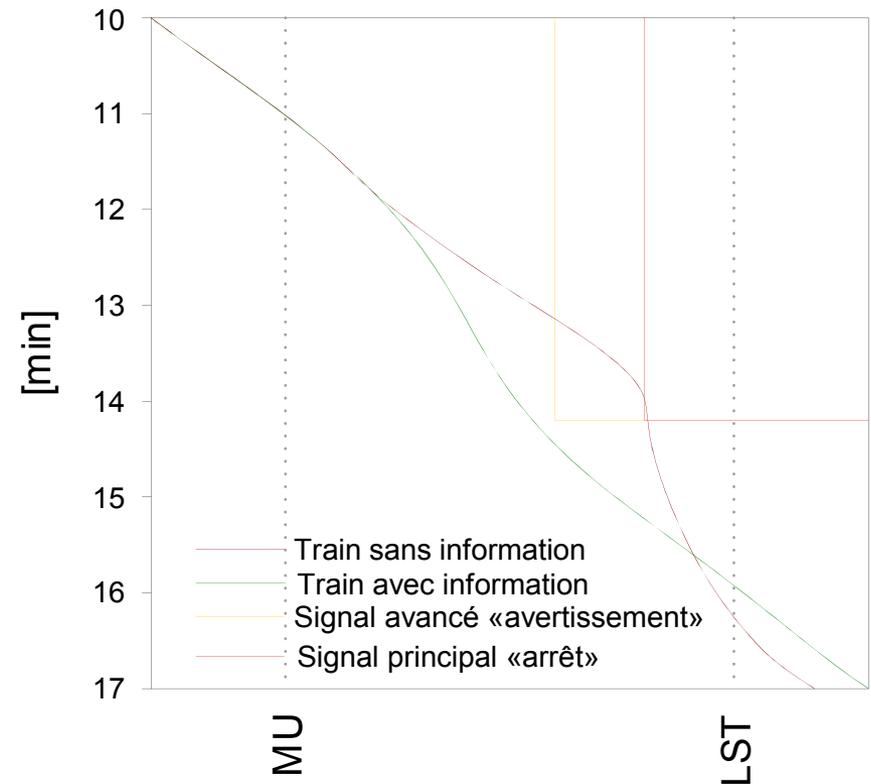
**Nombre d'arrêts non-planifiés sur le réseau CFF**



# Principe fondamental :

## Le ralentissement de la course permet au train d'atteindre le prochain signal à voie libre.

- De l'énergie est produite grâce à un freinage électrique précoce.
- De l'énergie est économisée en évitant les arrêts inutiles.
- La phase d'accélération ne fait pas perdre de temps.
- Le train sort du point de conflit à la vitesse de ligne.



# Etude de l'institut allemand pour l'aéronautique et l'aérospatiale (DLR).

# Analyse de risque ADL-DLR

## Approche - enquête

- Effets des émissions du système sur le comportement du mécanicien
  - Impact de distraction par l'interaction
  - Priorisation correcte des recommandations émises
- Evénements attrayants critiques et non-critiques (émissions de recommandation)
  - Vue détournée / réaction de freinage ou d'accélération / interrogation standard



# Analyse de risque ADL-DLR

## Bilan – course d'essai en laboratoire

Echantillon (14 personnes)

Age: 28-56 ans // expérience professionnelle: 3-33 ans

### Acceptation des utilisateurs

- L'appareil LEA est privilégié (par rapport aux smartphones) – satisfaction élevée marquée par rapport aux recommandations orales

### Comportement de conduite

- Le comportement de conduite est rarement influencé par les recommandations ADL

### Mouvement de la vue

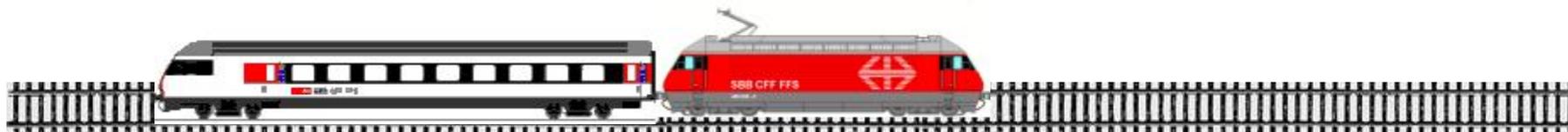
- Le comportement visuel montre des changements systématiques lors de recommandations ADL

**Première  
course test  
ADL-DLR entre  
Olten et Basel**



**Quelques dates.**

- **Début du projet: Novembre 2010**
- Première course d'essai: 11 avril 2012
- Courses d'essai avec le train-test ADL:
  - 68 courses OL-BS-OL /  
8 courses OL-BDF-OL / 3 courses OL-SO-OL
- Courses accompagnées sur trains réguliers:
  - 11 courses OL-BS-OL / 5 courses ZUE-CH-ZUE /  
2 courses OL – BN (NBS) / 1 course OL – SO – LS / BS – BI – LS
- Courses non-accompagnées dès décembre 2013, test en conditions réelles dans tous les Centres d'Exploitation
- **Mise en service officielle au début 2015**



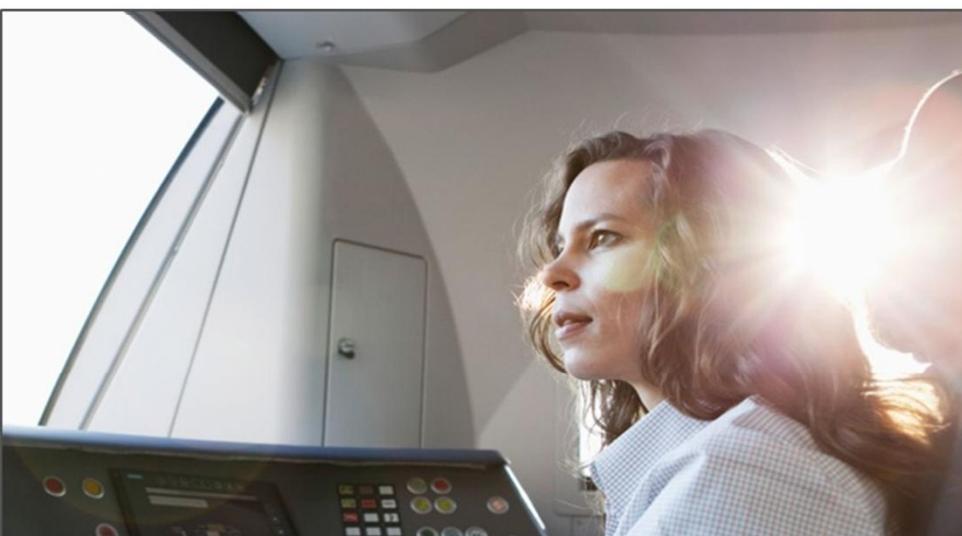
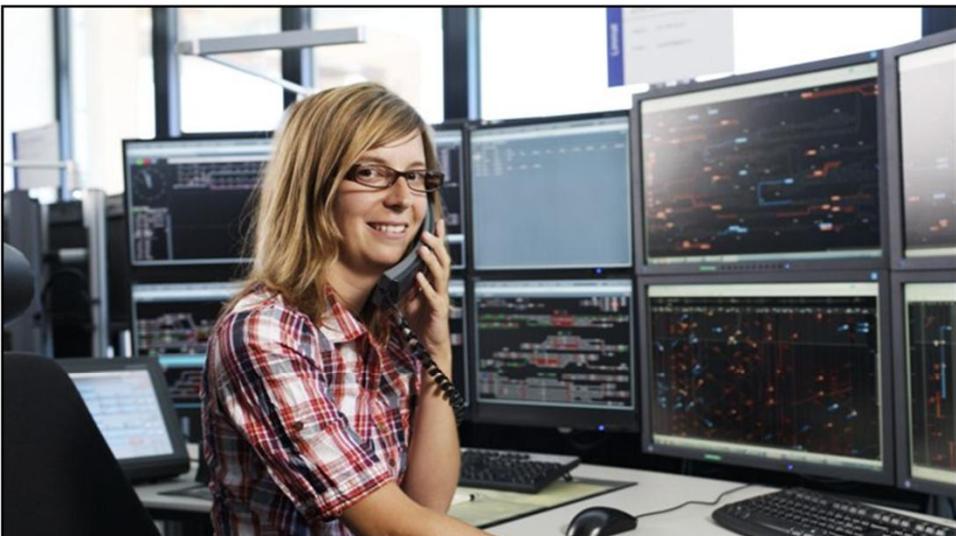
# Fonctionnement.



# Régulation adaptative ADL | fonctionnement

19.1	10	0	1305	<b>Itingen</b>	100	(10:00)
17.0	6	0		<b>Lausen</b>	115	100 (10:01)
16.3				<b>Block</b>	S217/117	
15.7				<b>km 15.900</b>	F	
12.2	9	0		<b>Festal</b>		100 (10:04)
10.2				<b>Frenkendorf-Füllinsdorf</b>	110	100 (10:06)
10.2				<b>Block</b>	10R/S	
10.2				<b>Kurve</b>	105	
80.1 [8.3]	11	0	1304	<b>Pratteln</b>	120	60 (10:09)
				<b>→ Muttenz Ost (Abzw)</b>	105	
				<b>km: 7.220 - 7.190</b>		80
6.5	10	9	R (1318) #	<b>Basel SBB RB Gr E</b>		60 (10:11)
5.4	10	9		<b>Basel SBB RB Gr F</b>		60 (10:13)
			(1303)			

Vopt **90** km/h → Frenkendorf-Füllinsdorf



Disposition

Régulation adaptative

Conduite des trains

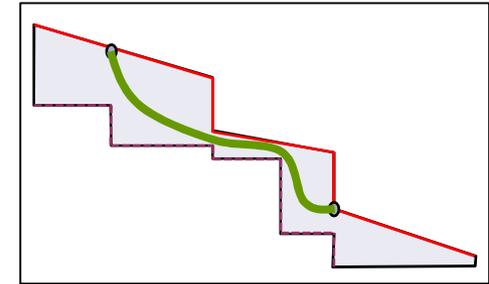
### Rail Control System (RCS)



Données

- Détection des conflits d'occupation
- Détermination de l'ordre de circulation des trains
- Identification des arrêts-signaux non prévus
- Définition du couloir d'optimisation

### Régulation adaptative (ADL)



- Calcul du profil de vitesse optimal (**V<sub>opt</sub>**)
- Envoi de la recommandation de conduite au mécanicien

Données



GSM-R  
GSM-P



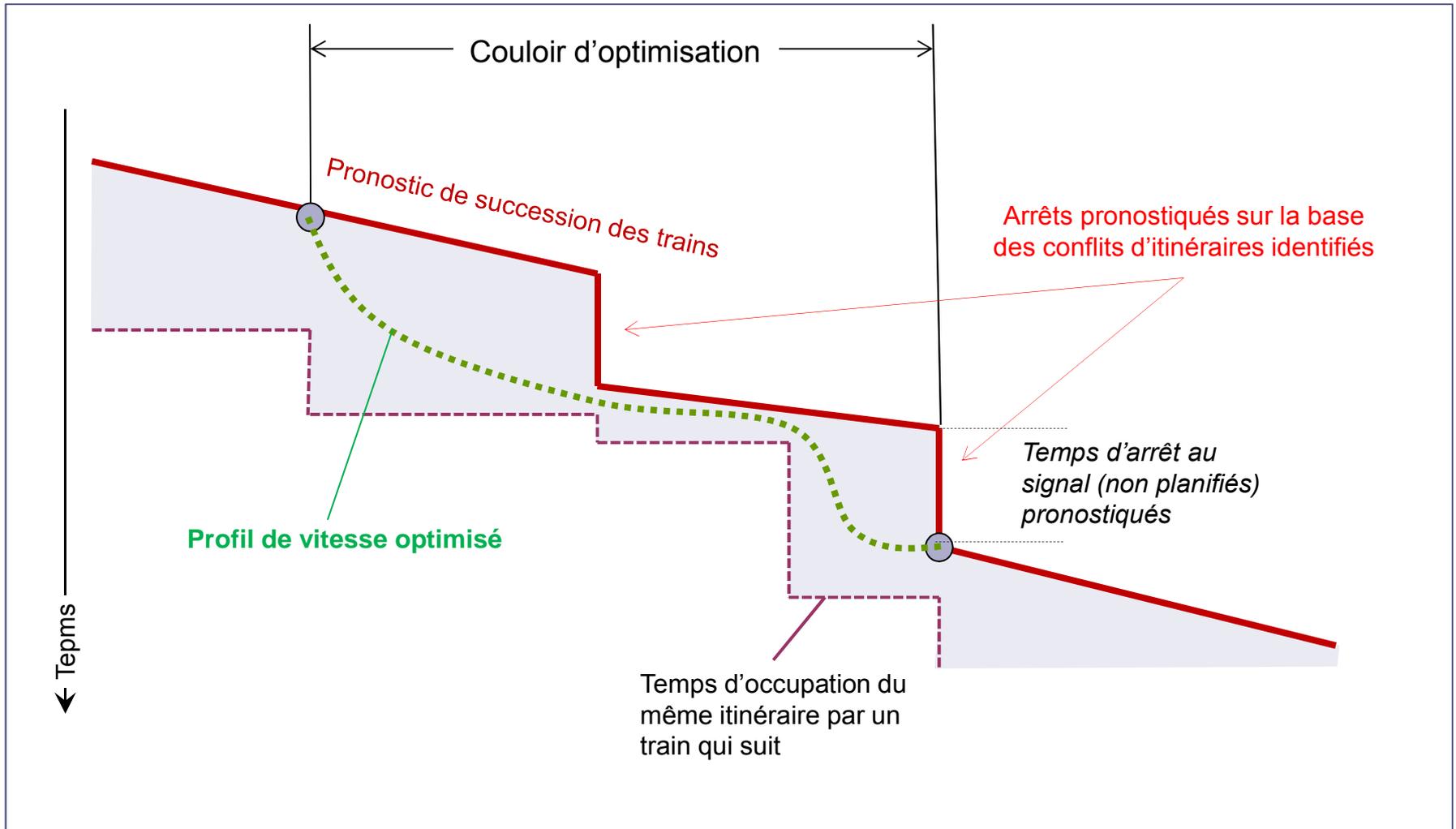
LEA 3



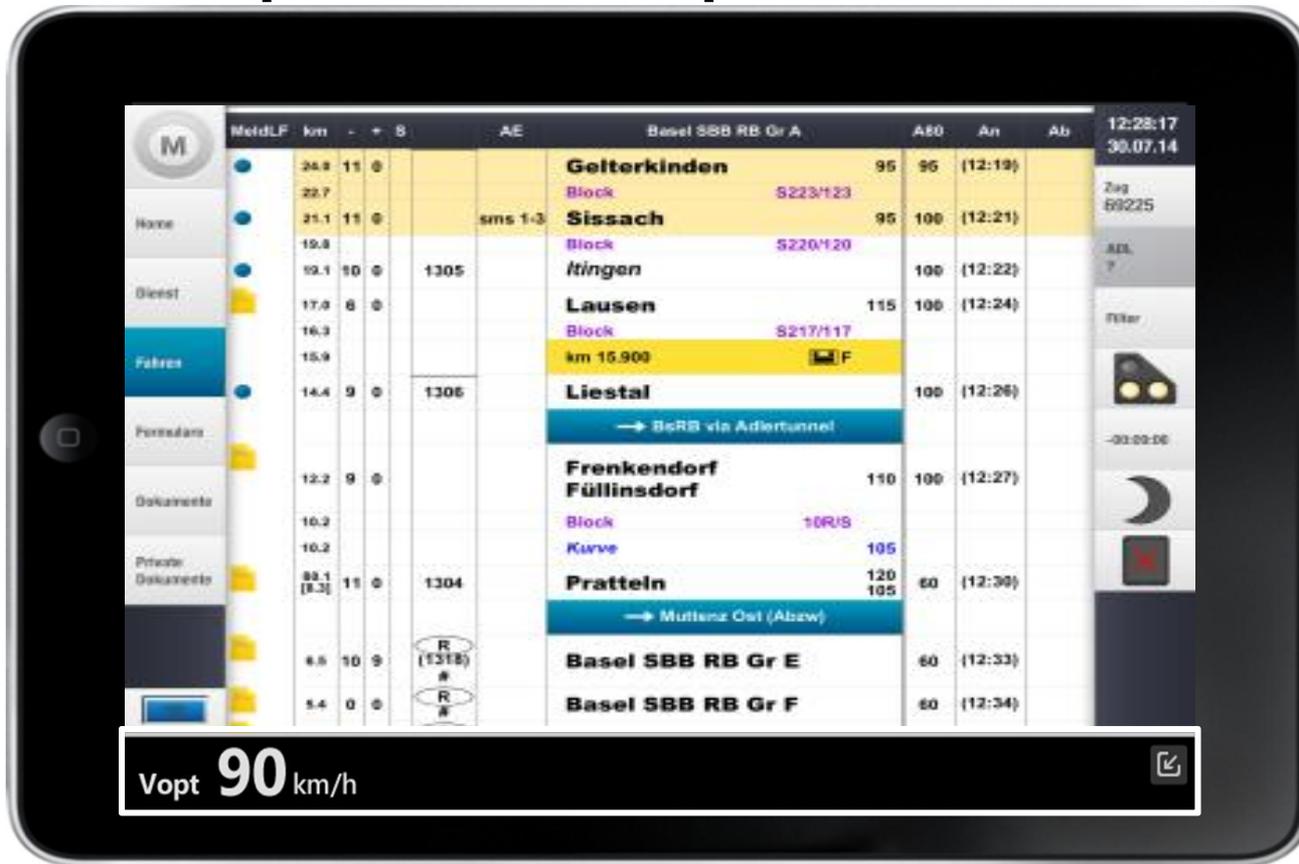
**ADL est le chaînon manquant entre la régulation du trafic et les mécaniciens de locomotive.**

# En détails :

Le système de régulation adaptative calcule un couloir de régulation en temps réel, optimisé sur le plan de la marche et de l'énergie, et le communique dans le véhicule moteur.



# Exemple de réception d'une Vopt sur un LEA



MeldLF	km	-	+	S	AE	Basel SBB RB Gr A	A60	An	Ab
24.8	11	0				<b>Gelterkinden</b>	95	95	(12:19)
22.7						Block S223/123			
21.1	11	0			sms 1-3	<b>Sissach</b>	95	100	(12:21)
19.8						Block S220/120			
19.1	10	0		1305		<b>Itingen</b>		100	(12:22)
17.0	6	0				<b>Lausen</b>	115	100	(12:24)
16.3						Block S217/117			
15.9						km 15.900			F
14.4	9	0		1306		<b>Liestal</b>		100	(12:26)
						→ BeRB via Adfertunnel			
12.2	9	0				<b>Frenkendorf</b>	110	100	(12:27)
10.2						Block 10R/S			
10.2						Kurve	105		
8.1	11	0		1304		<b>Pratteln</b>	120	60	(12:30)
						→ Muttens Ost (Abzw)			
8.5	10	9			R (1318) #	<b>Basel SBB RB Gr E</b>	60		(12:33)
5.4	0	0			R #	<b>Basel SBB RB Gr F</b>	60		(12:34)

Vopt 90 km/h

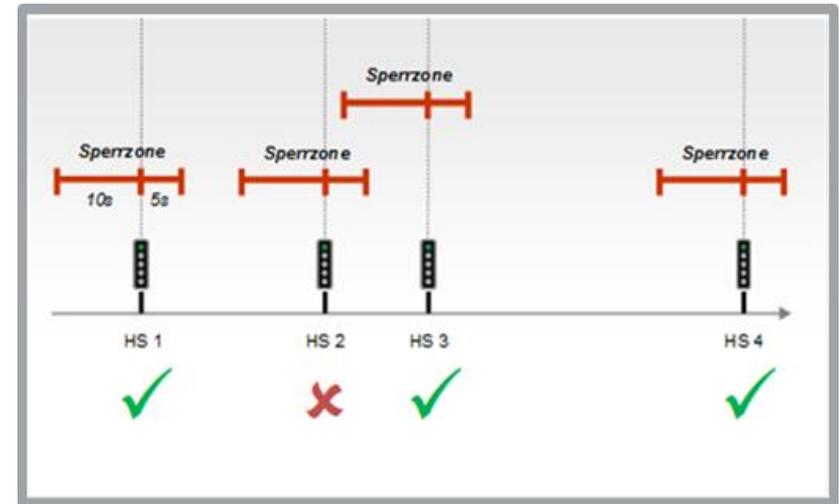
Après 20 secondes, la Vopt disparaît et l'annonce de disposition avec l'emplacement de fin survient

**ADL**

→ Frenkendorf-Füllinsdorf

# Conditions techniques

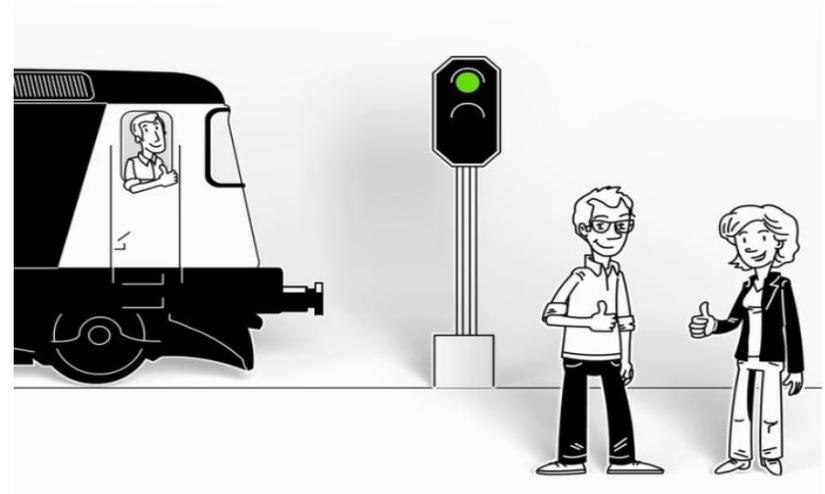
- Une zone de blocage de 10 secondes avant et 5 secondes après un signal principal est imposée par le système.  
But : ne pas déranger le mécanicien pendant la phase d'observation des signaux.
- ADL calcule à chaque passage de signal principal si l'optimisation doit être maintenue, modifiée ou stoppée.
- Après une recommandation, aucune nouvelle recommandation ne peut être émise avant 60 secondes.
- En l'espace de 30 minutes, au maximum 20 optimisations acoustiques peuvent être émises pour le même train.



# Les attentes au sujet d'ADL.

## ADL peut...

- ... éviter les arrêts inutiles
- ... réguler les trains automatiquement
- ... afficher pour le mécanicien un profil de vitesse optimal (sous forme de recommandation de conduite)
- ... être desservi manuellement par le régulateur



## **ADL NE PEUT PAS...**

- ... deviner: ADL effectue des calculs selon les prévisions de conduite et les données horaire, sans tenir compte des cas « imprévus » (dérangements de porte, embarquements de groupe, etc.)
- ... éviter tous les arrêts aux signaux
- ... toujours proposer des solutions optimales
- ... identifier l'image des signaux (indications contradictoires)

ADL ECO.

## Objectifs ECO



90 km/h



- Economie d'énergie de traction, également pour les trains pour lesquels actuellement **aucun conflit** d'occupation n'est pronostiqué
- Reconnaissance des tronçons de parcours sur lesquels le mécanicien doit respecter une conduite particulièrement économique, **sans** qu'il en résulte des **conséquences négatives** sur l'exploitation ferroviaire
- Emission d'une recommandation de conduite ECO au mécanicien

**Exemples des différents symboles  
transmis au mécanicien.**

## 2 sortes d'optimisations possibles

Optimisation suite à un conflit

Vopt **90** km/h



**ADL**

→ Frenkendorf-Füllinsdorf



Optimisation ECO sans conflit

 **90** km/h



 **ADL**

→ Frenkendorf-Füllinsdorf



## Gestion manuelle par le régulateur

- **Disposition de marche fixée**
- **Disposition de marche rapide**



Dans ces 2 cas, le RTF/CCT a géré le train manuellement sur une certaine distance.

Pour la **marche fixée**, selon que le train atteindra la fin du corridor d'optimisation trop tôt ou trop tard selon les prévisions, une marche rapide ou une autre  $V_{opt}$  sera émise.

Pour la **marche rapide**, celle-ci peut ensuite se transformer en  $V_{opt}$  si un conflit survient sur la marche du train.

## Autres symboles transmis par ADL

Autres symboles transmis au mécanicien :

**ADL END**



**ADL CANCEL**



**DIST**



## Alarme acoustique lors de la réception

Certaines optimisations sont accompagnées d'une alarme acoustique lors de leur réception par le mécanicien :

Vopt **90** km/h



 **90** km/h



**ADL END**



**DIST**

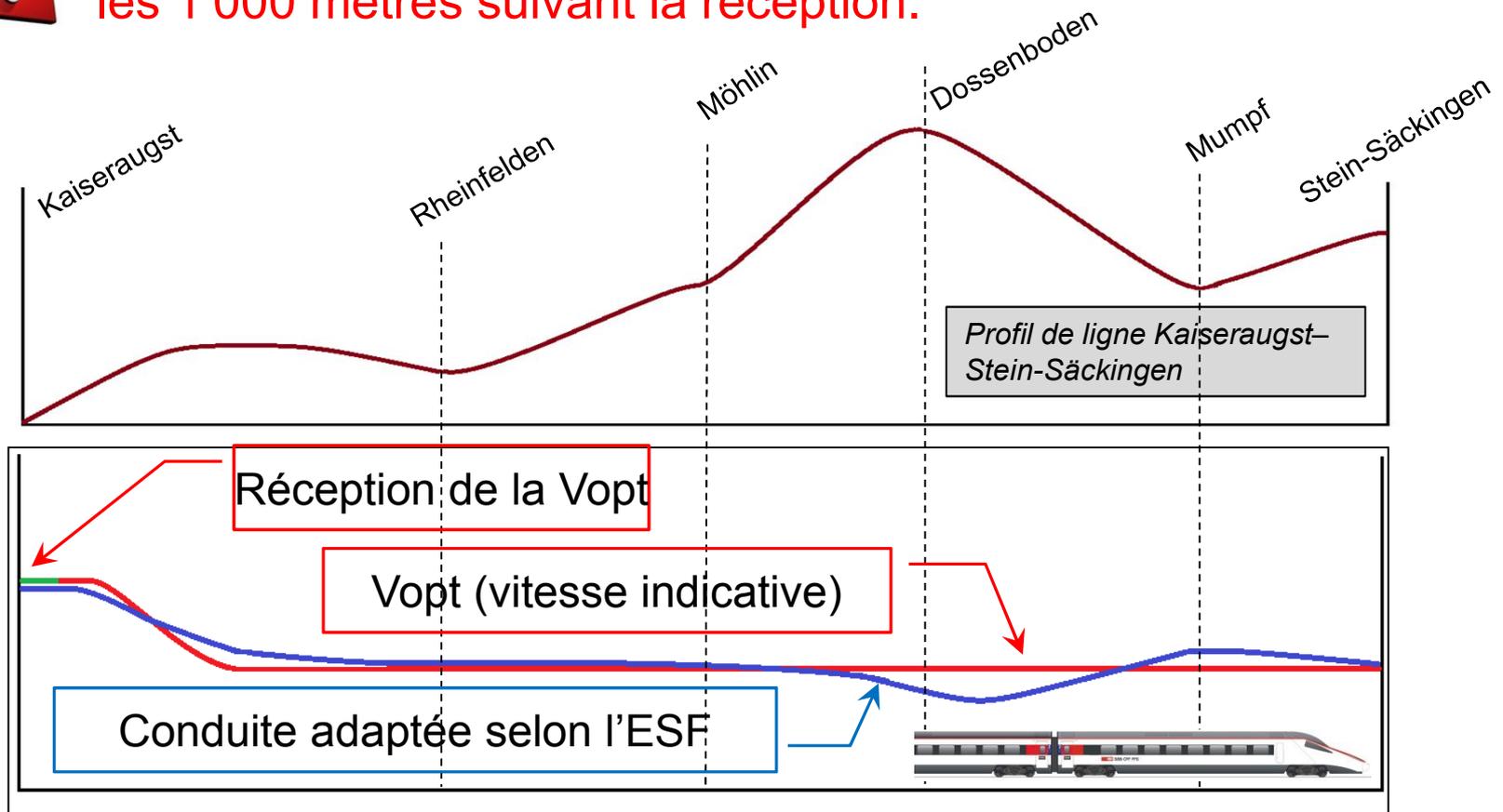


A noter qu'une modification de la Vopt en cours d'optimisation émet également une alarme.

# Conduite du train.

# Conduite et freinage

Le personnel des locomotives conduit le train **en fonction du terrain** à la vitesse moyenne recommandée. Il utilise à cet effet ses **compétences de conduite**. Le freinage pour atteindre la Vopt doit idéalement se faire au moyen du frein électrique dans les 1'000 mètres suivant la réception.



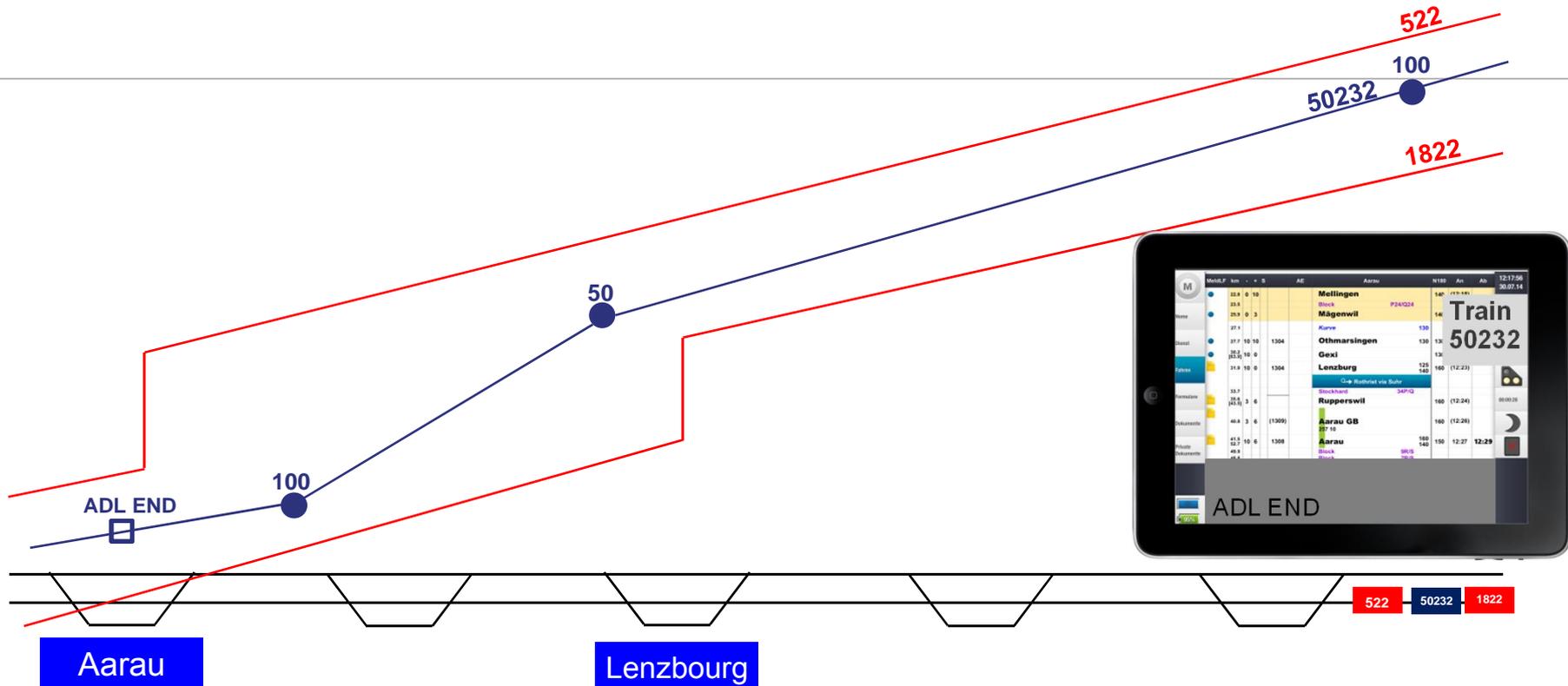
Film ADL Conflit.

Film ADL Eco.

**Exemples de fonctionnement des  
différentes optimisations possibles.**

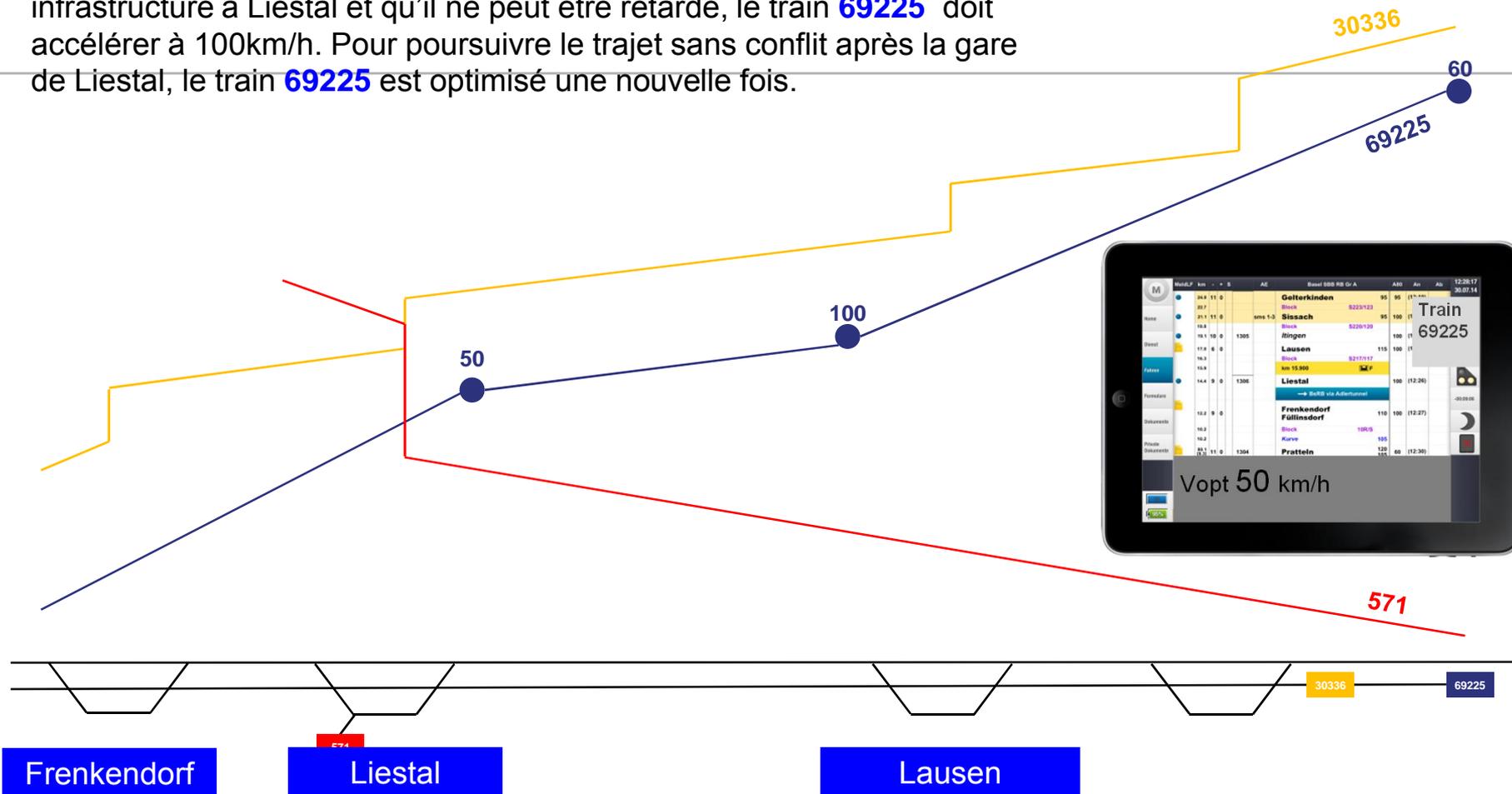
# Accélération → ralentissement → accélération.

Le train de marchandises **50232** est optimisé entre les trains **522** et **1822**. Les arrêts non planifiés du train **50232** doivent être évités et le train **1822** doit entrer en gare de Lenzbourg à l'heure. Pour résoudre ce cas, l'ADL calcule tout d'abord une vitesse plus élevée. Dès que l'entrée en gare du train **1822** est garantie, la Vopt peut être réduite pour éviter les conflits derrière le train **522**.



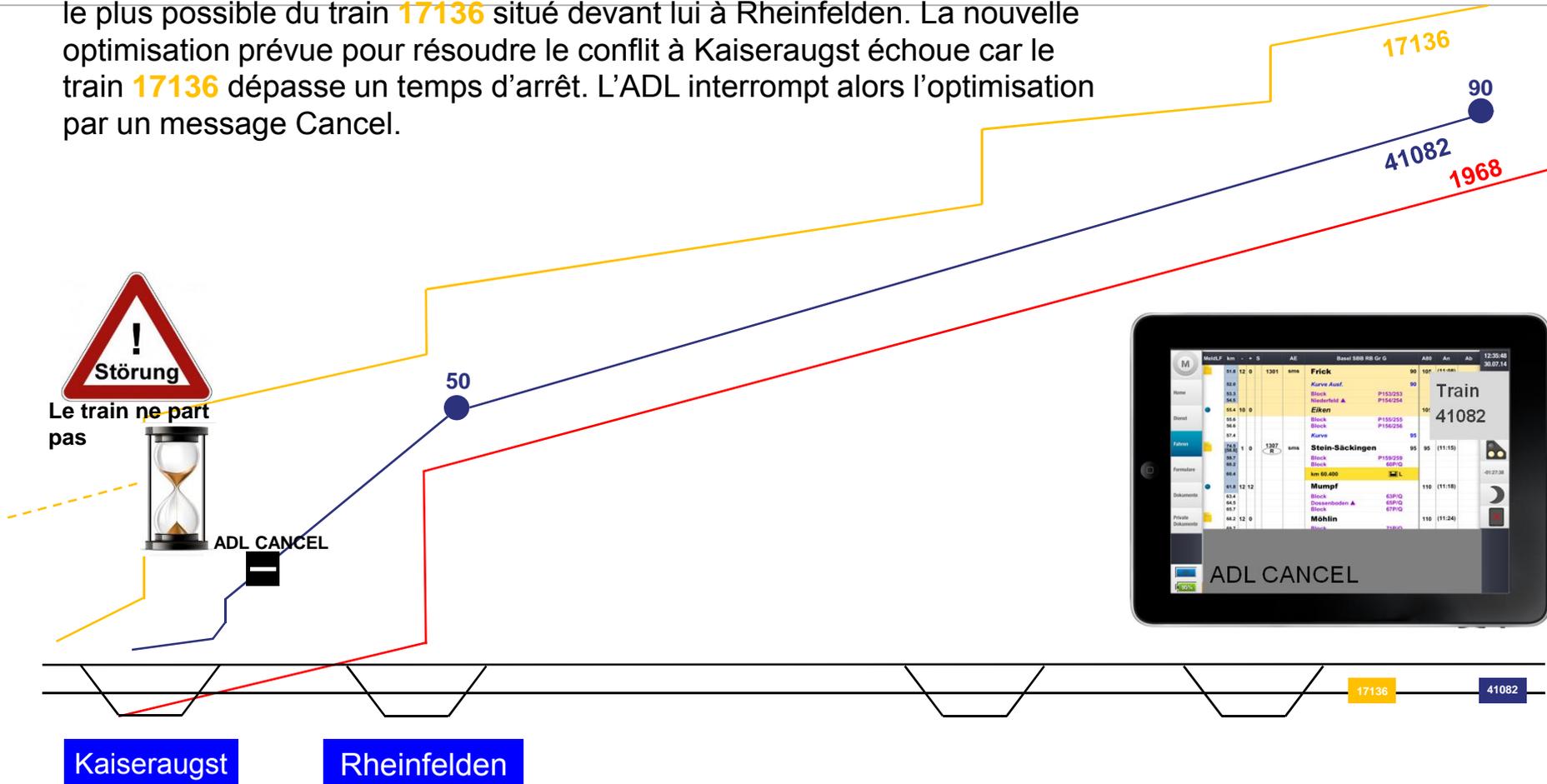
# Ralentissement → accélération → ralentissement.

Pour que les conflits avec le train **30336** précédent puissent être résolus, le train **69225** doit être optimisé. Comme le train **571** utilise la même infrastructure à Liestal et qu'il ne peut être retardé, le train **69225** doit accélérer à 100km/h. Pour poursuivre le trajet sans conflit après la gare de Liestal, le train **69225** est optimisé une nouvelle fois.



# Accélération → ralentissement → annulation.

Le train **41082** circule derrière le train **17136**. L'arrivée du train suivant **1968** à Rheinfelden ne peut être retardée. Le train **41082** doit donc se rapprocher le plus possible du train **17136** situé devant lui à Rheinfelden. La nouvelle optimisation prévue pour résoudre le conflit à Kaiseraugst échoue car le train **17136** dépasse un temps d'arrêt. L'ADL interrompt alors l'optimisation par un message Cancel.



# Film Energie 2025.

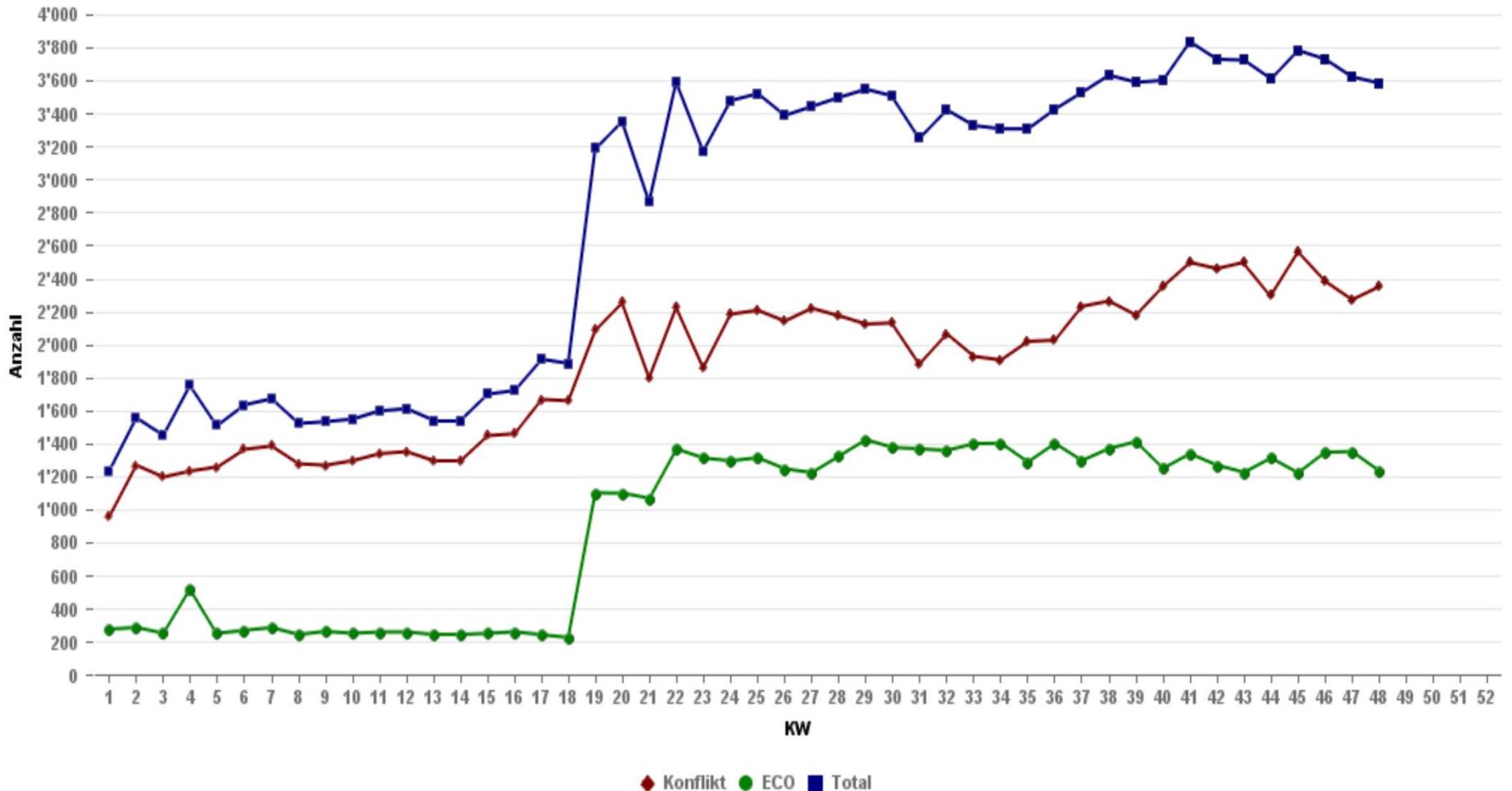
## Stratégie énergétique 2025

- Les CFF entendent économiser 20% de leur consommation annuelle, soit 600 Gigawatt-heures (consommation du canton du Tessin, env 150'000 ménages)
- ADL participe à cette économie à hauteur de 12% / 72 GWh
- Production du courant de traction entièrement issue d'énergies renouvelables

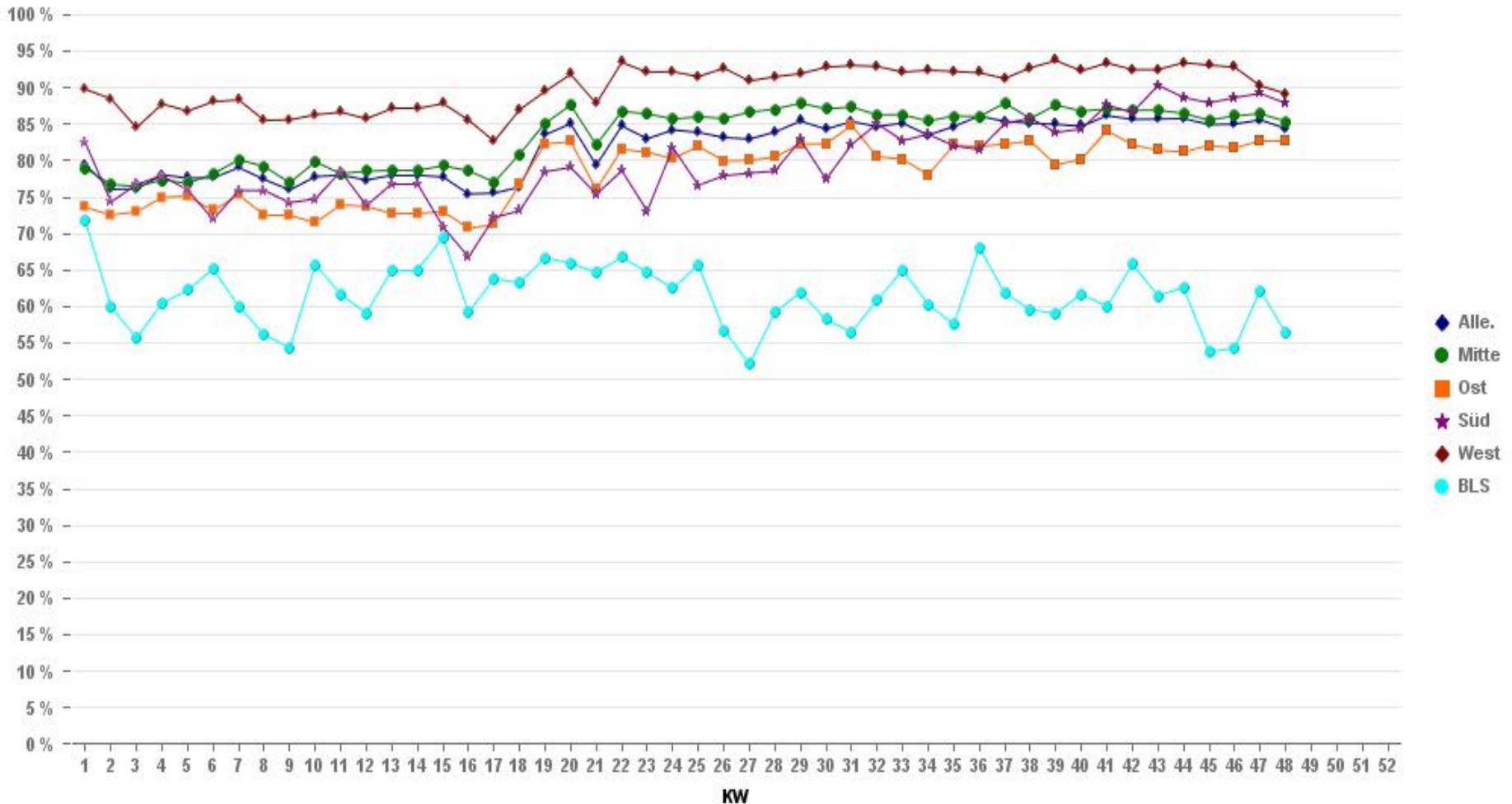


**Quelques chiffres.**

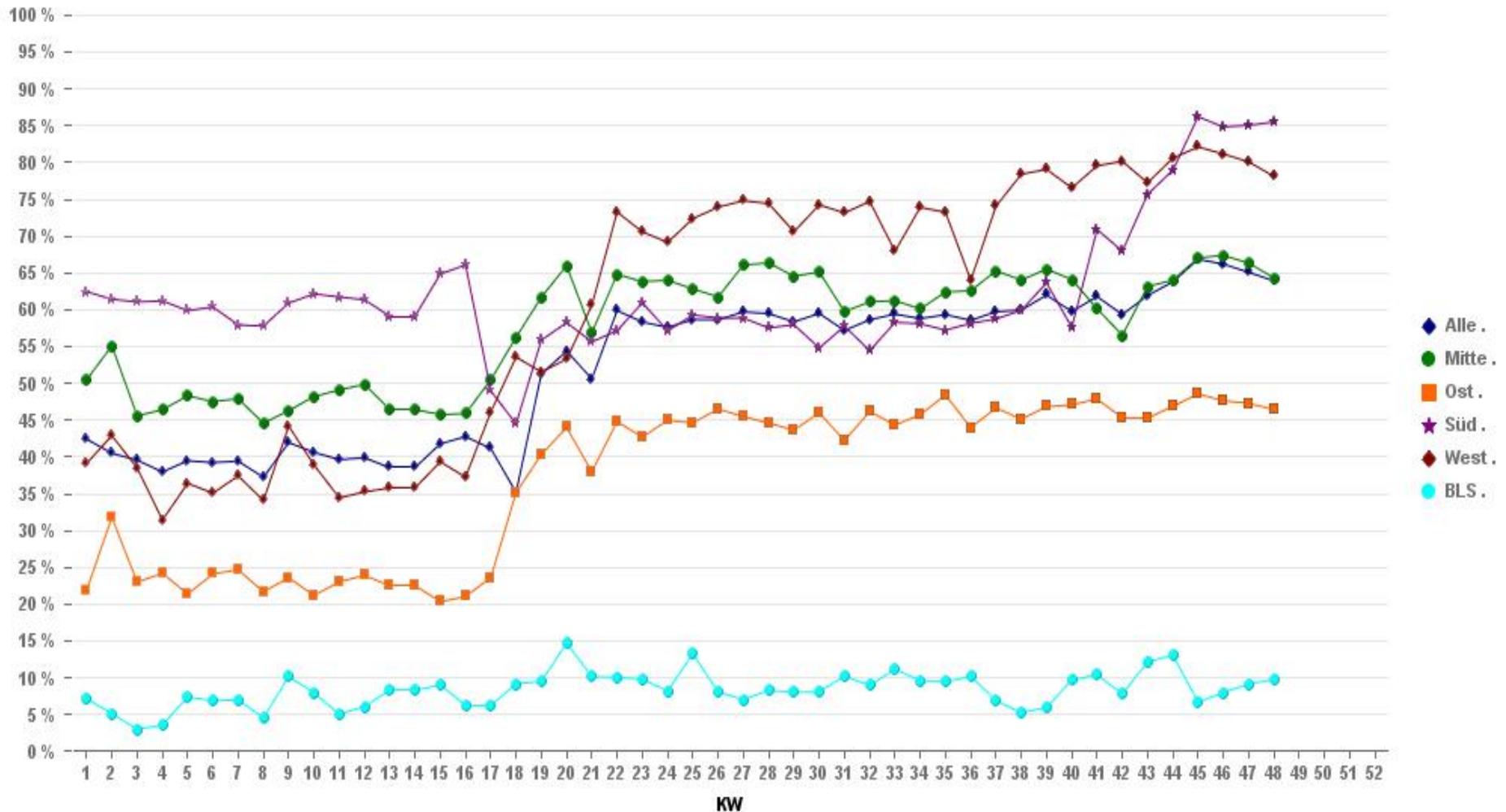
# Nombre d'optimisations de conflits et d'ECO transmis en moyenne par semaine en 2017



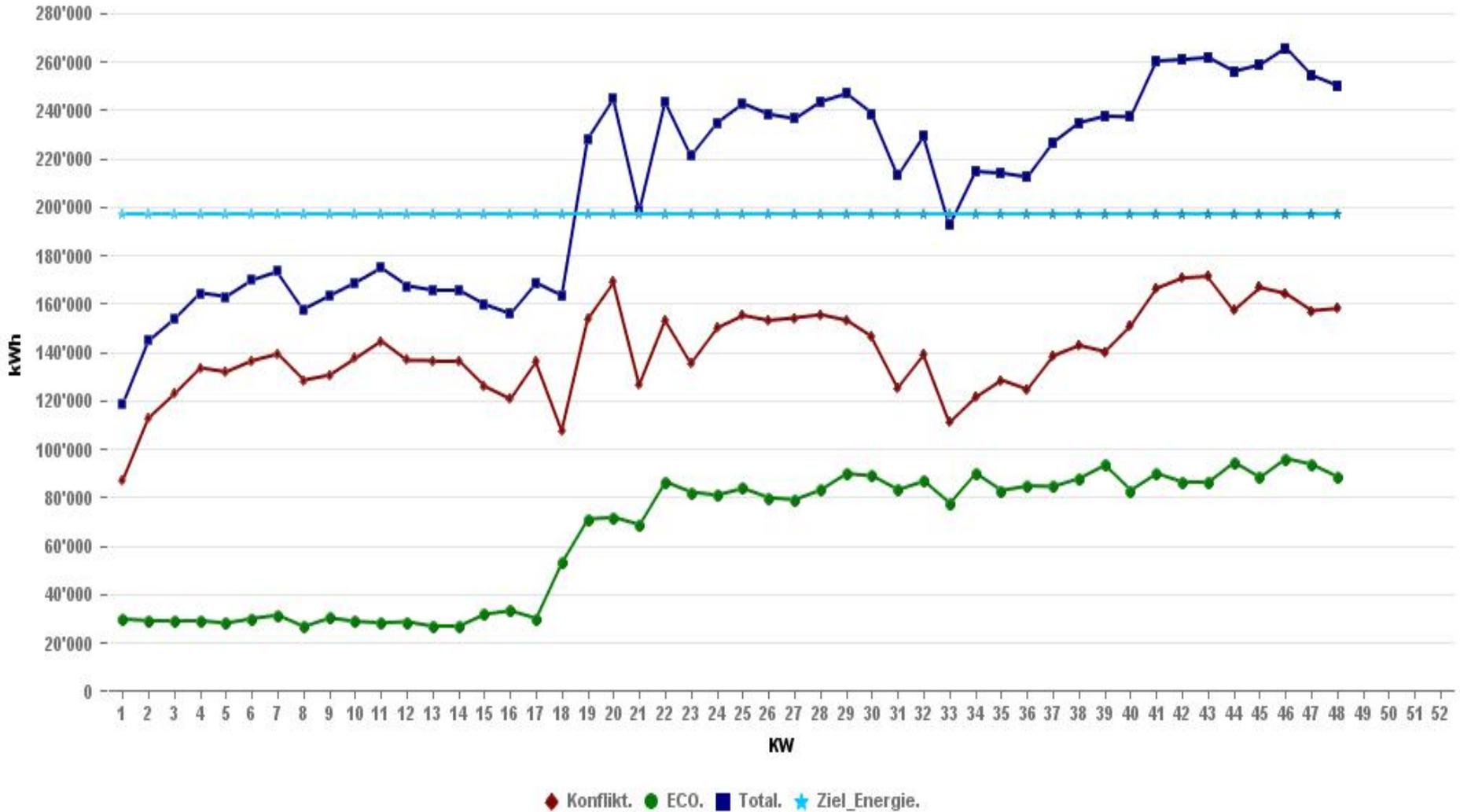
# Pourcentage de conflits d'itinéraires libérés pour optimisation, moyenne sur une semaine / par région



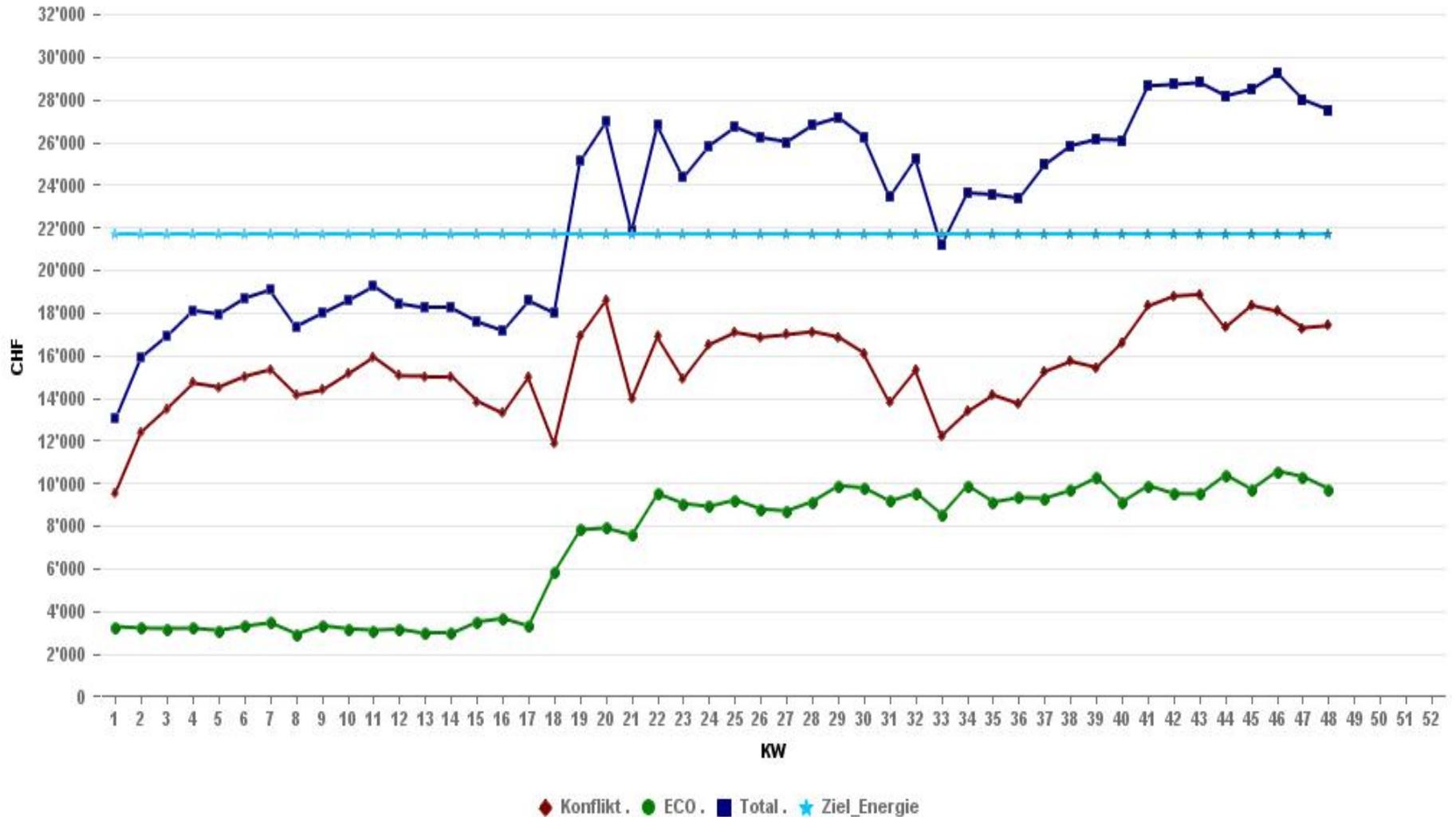
# Pourcentage d'optimisations ECO libérées pour optimisation, moyenne sur une semaine / par région



# Economie d'énergie en kWh, moyenne sur une semaine



# Economie d'énergie en CHF (1kWh = 0.11 CHF), moyenne sur une semaine



## Economie d'énergie avec ADL en 2017



Grâce à ADL, nous avons économisé pendant l'année 2017 la consommation annuelle d'électricité de tous les ménages de la ville de **Fribourg** (env. 17'000 ménages / 38'000 habitants / source Wikipedia).

Les gigawattheures économisés correspondent à environ 8 millions CHF dans les coûts de l'énergie ferroviaire.



## Watt d'Or 2016

Les CFF ont reçu en janvier 2016 le prix suisse de l'énergie dans la catégorie «Mobilité économe en énergie».

Le trophée du Watt d'Or décerné par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a récompensé le système de régulation adaptative (ADL), une technologie unique au monde.



**Demo ADL live.**

**Questions supplémentaires ?**

**Sincères remerciements  
pour votre attention.**