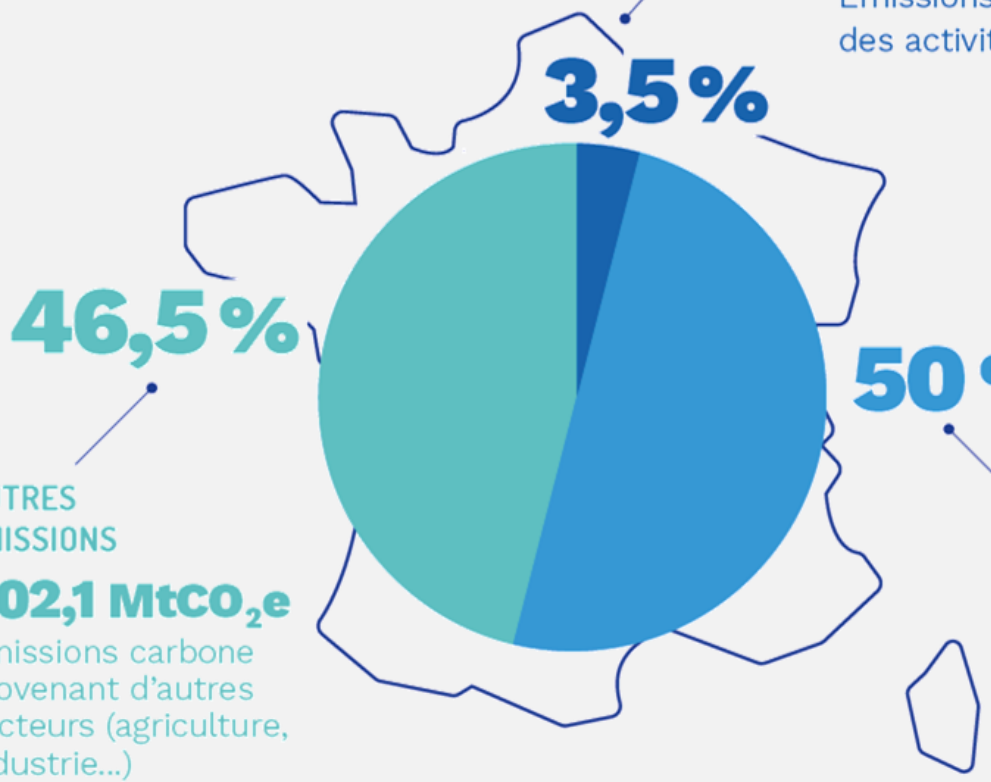
Effet de l’entretien d’une infrastructure routière sur son empreinte carbone

ROUTES DE FRANCE

L'EMPREINTE CARBONE DES INFRASTRUCTURES

Sources : FNTP et Carbone 4

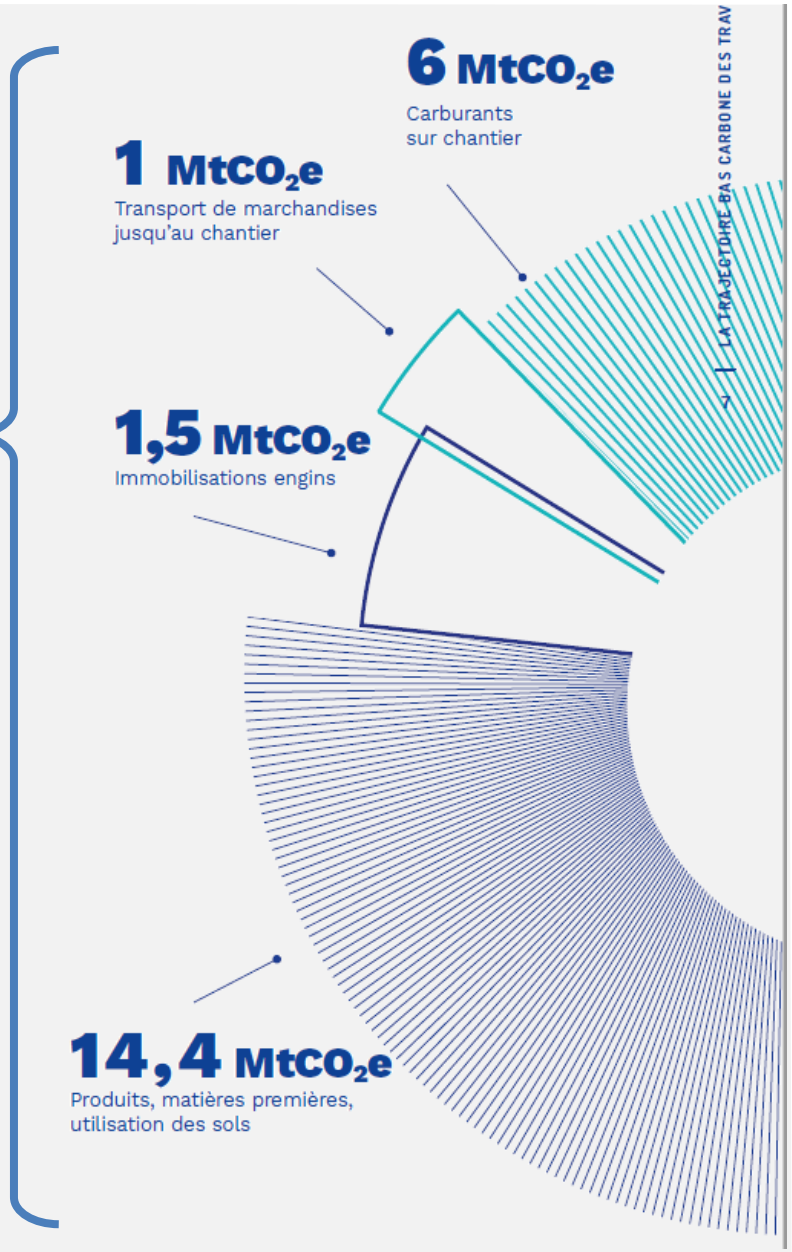
650 $MtCO_2e$
Émissions carbone de la France



CONSTRUIRE LES INFRASTRUCTURES
22,9 $MtCO_2e$
Émissions carbone des activités TP

AUTRES ÉMISSIONS
302,1 $MtCO_2e$
Émissions carbone provenant d'autres secteurs (agriculture, industrie...)

UTILISER LES INFRASTRUCTURES
325 $MtCO_2e$
Émissions carbone liées aux usages des infrastructures



RÉNOVATION & MAINTENANCE ROUTIÈRE -> DÉCARBONATION

Sources : FNTP et Carbone 4

› Investissement annuel moyen additionnel nécessaire en M€ en France

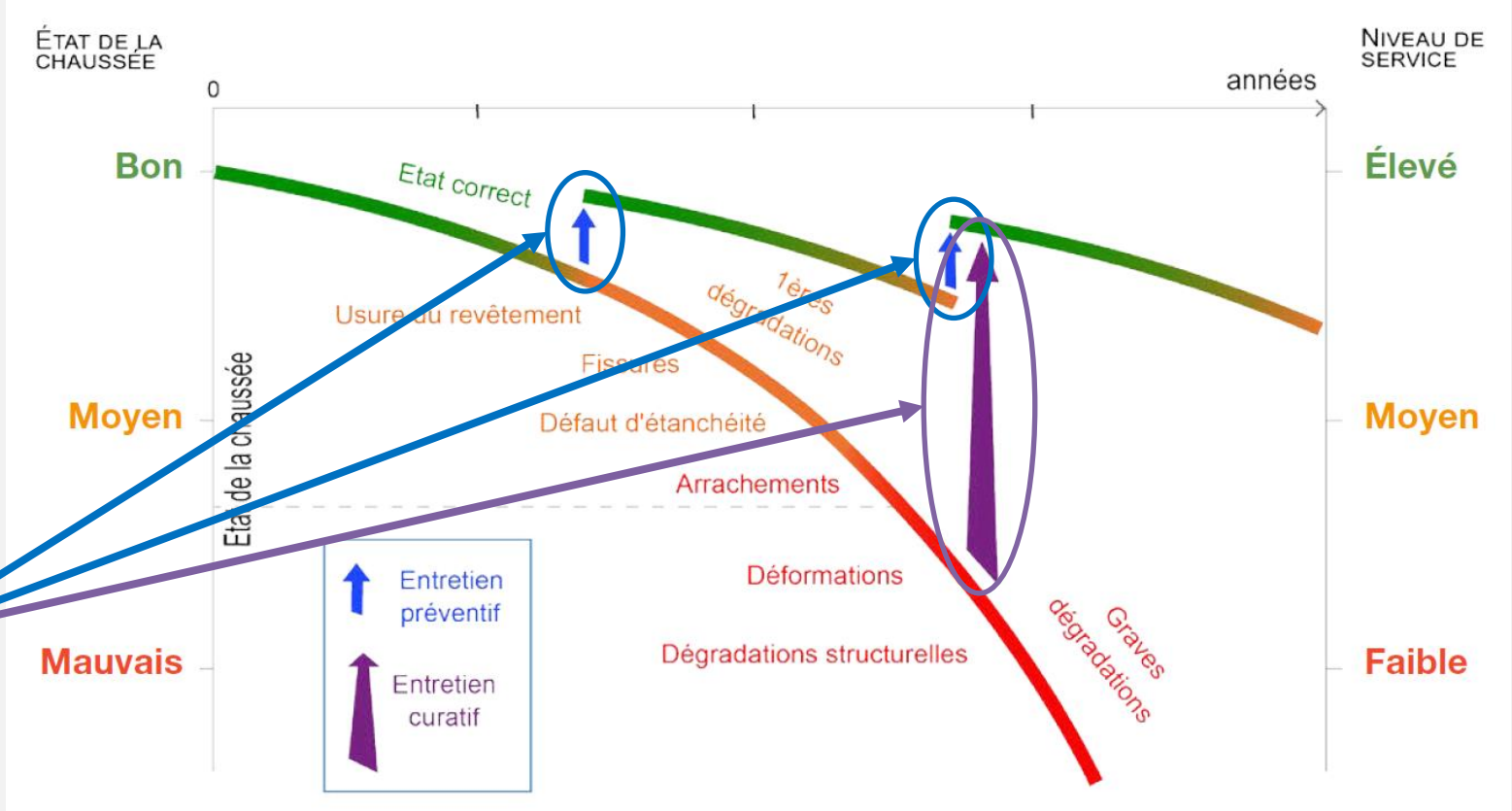
- Scénario « sobriété » (réduction des flux et des usages dans les années à venir)
- Scénario « Pro-techno » (vision portée par l'innovation permettant d'assurer le maintien voire le développement des flux et des échanges)

SUR 2021 – 2030

	SOBRIÉTÉ	PRO-TECHNO
Pistes cyclables	2 740	1 420
Rénovation et maintenance du réseau	2 800	3 190
Électrification grands axes	0	600
Infrastructures de recharge électrique	110	350
Infrastructures de recharge hydrogène	240	280
Total mobilité routière	5 890	5 840

OBJECTIF DE L'ÉTUDE

› Calculer l'effet d'un entretien régulier vs. un sous-entretien d'un point de vue de l'empreinte carbone



Quel écart d'un point de vue de l'empreinte carbone (GES eq. CO_2) ? (à états équivalents en fin de période considérée)

CHAMP DE L'ÉTUDE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL

- Durée de référence : 50 ans
- Scénarios
  - Trafics considérés : faibles (T5) à modérés (T3) pour être représentatif de réseaux « courants »
  - Entretien optimisé vs. sous-entretien
  - « Petits » entretiens (pontage de fissure, petites réparations, bouchage de nids-de-poule, etc.) non pris en compte
- Uniquement effet de l'entretien
  - -> procédés d'abaissement de température et les techniques de recyclage non considérés
- Approche semi-rationnelle
  - Dimensionnement initial réalisé à l'aide du logiciel Alizé pour une durée de 30 ans
  - Entretiens selon retours d'expériences (**notamment 1 maître d'ouvrage**)
  - Reconstruction -> dimensionnement avec Alizé sur la période considérée

EVALUATION À L'AIDE DE L'ÉCO-COMPARATEUR SEVE

SEVE
Eco-comparateur

- Comparateur de l'empreinte environnementale des projets
- 7 indicateurs quantitatifs (dont empreinte CO_2)
- Outil de référence en France
  - Base de données vérifiée et partagée
  - Et commune à tous les utilisateurs (MOA, MOE, ENT)
- Vérifié par un organisme tiers
- Avis technique IDRRIM

EXEMPLE 1 : SCÉNARIO AVEC RECHARGEMENT

› T3 à 75 poids lourds/jour (PL/j) avec des travaux d'entretien avec rechargement

	Entretiens réguliers
t_0	BBSG 6 cm / GB 14 cm / PF2 (dimensionnement sur 30 ans)
t_0+13	Rechargement BBM 4 cm
t_0+26	Fraisage 4 cm puis BBM 4 cm
t_0+39	Fraisage 4 cm + 4 % purges GB puis 6 cm de BBSG
t_0+50	Fin de vie

Vs.

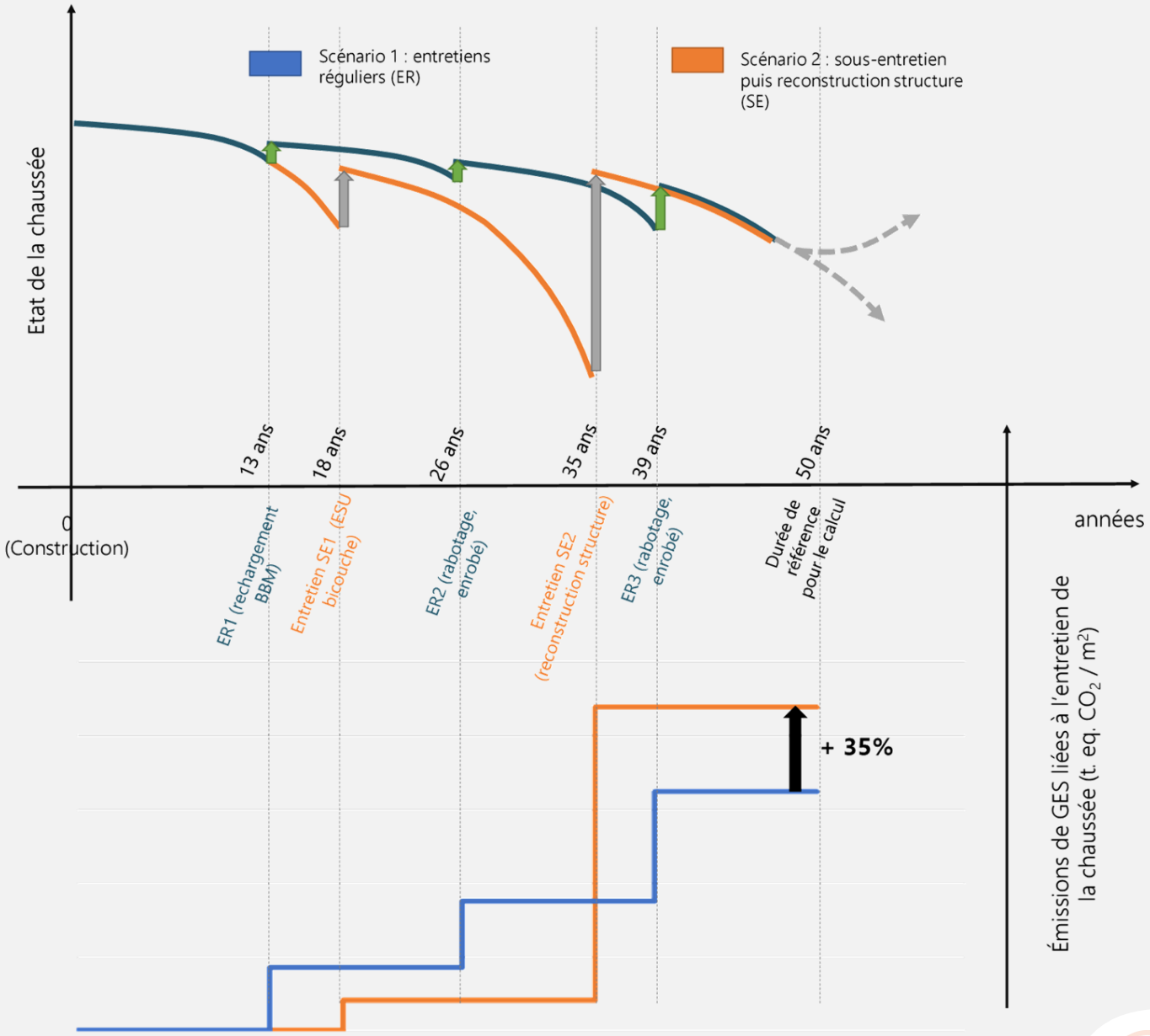
	Sous-entretien + reconstruction complète à t0+35
t_0	BBSG 6 cm / GB 14 cm / PF2 (dimensionnement sur 30 ans)
t_0+18	ESU bicouche
t_0+35	Fin de vie -> Reconstruction de la structure BBSG 6 cm / GB 12 cm / PF2 (dimensionnement sur 15 ans)
t_0+50	Fin de vie

EXEMPLE 1 : SCÉNARIO AVEC RECHARGEMENT - RÉSULTATS

Année		GES (tCO_2eq)	GES cumulées (tCO_2eq)	GES cumulées / m^2 ($kgCO_2eq$)
Scénario d'entretiens réguliers				
0	Construction	N/A	N/A	N/A
13	Rechargement BBM 4 cm	42,6	42,6	4,3
26	Fraisage 4 cm + BBM 4 cm	45,5	88,1	8,8
39	Fraisage 4 cm + 4 % purges GB + BBSG 6 cm	74,1	162,1	16,2
Scénario de sous-entretien				
0	Construction	N/A	N/A	N/A
18	ESU bicouche	20,4	20,4	2,0
35	Reconstruction de la structure	198,8	219,1	21,9

+35%

EXEMPLE 1 : SCÉNARIO AVEC RECHARGEMENT - RÉSULTATS



EXEMPLE 2 : SCÉNARIO SANS RECHARGEMENT

› T3 à 75 poids lourds/jour (PL/j) avec des travaux d'entretien sans rechargement

	Entretiens réguliers
t_0	BBSG 6 cm / GB 14 cm / PF2 (dimensionnement sur 30 ans)
t_0+13	Enduit superficiel d'usure (ESU) bicouche
t_0+26	Fraisage 6 cm + 4 % purges GB + BBSG 6 cm
t_0+39	6 % purges sur toute l'épaisseur + ESU bicouche
t_0+50	Fin de vie

Vs.

	Sous-entretien + reconstruction complète à t_0+40
t_0	BBSG 6 cm / GB 14 cm / PF2 (dimensionnement sur 30 ans)
t_0+20	Fraisage 6 cm puis BBSG 6 cm
t_0+40	Fin de vie -> Reconstruction structure BBSG 6 cm / GB 10 cm / PF2 (dimensionnement sur 10 ans)
t_0+50	Fin de vie

Exemple 2 : Scénario sans rechargement - Résultats

Année		GES (tCO_2eq)	GES cumulées (tCO_2eq)	GES cumulées / m^2 ($kgCO_2eq$)
Scénario d'entretiens réguliers				
0	Construction	N/A	N/A	N/A
13	ESU bicouche	20,4	20,4	2,0
26	Fraisage 6 cm + 4 % purges GB + BBSG 6 cm	75,8	96,2	9,6
39	6 % purges + ESU bicouche	33,4	129,6	13,0
Scénario de sous-entretien				
0	Construction	N/A	N/A	N/A
18	Fraisage 6 cm + BBSG 6 cm	69,9	69,9	7,0
35	Reconstruction de la structure	180,1	250,0	25,0

+92%

PRISE EN COMPTE DE L'USAGE

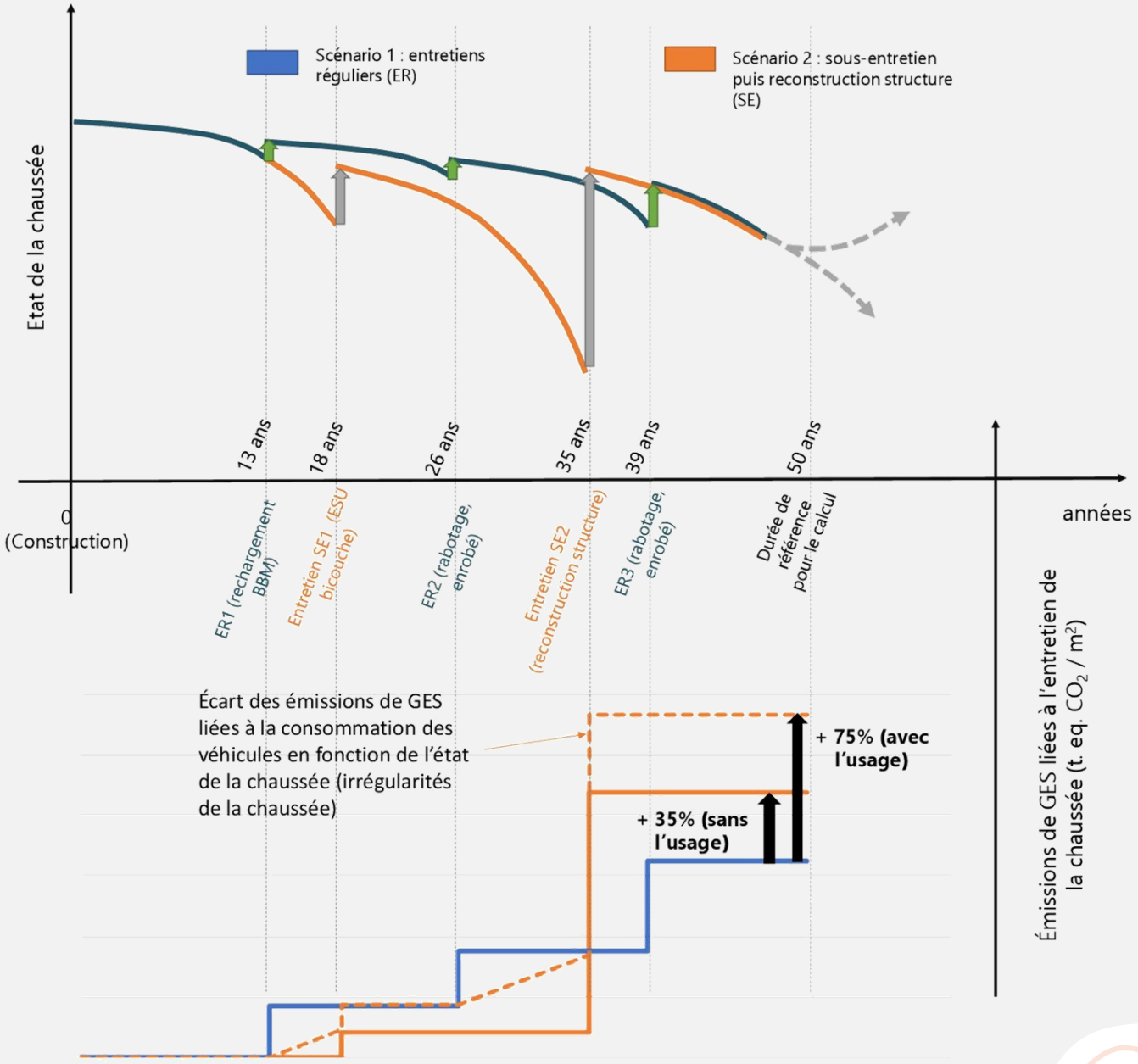
› Un véhicule qui circule sur une chaussée dégradée, c'est-à-dire avec beaucoup d'irrégularités, consomme plus d'énergie et donc émet plus de GES qu'un véhicule qui circule sur une chaussée en bon état (1) (2)

	Ecart de consommation de carburant (%)
Référence : infrastructure avec un bon état de surface (faible IRI*)	N/A
Infrastructure dégradée (fort IRI) – faible vitesse	~ + 4 à 6%
Infrastructure dégradée (fort IRI) – vitesse élevée	~ + 10%

** International Roughness Index*

(1) Espagnol Route Association, Análisis de la relación entre el estado de conservación del pavimento, el consumo de combustible y las misiones de los vehículos, 2018.
(2) M. Sime et al., "WesTrack Track Roughness, Fuel consumption, and Maintenance Costs", Tech Brief published by Federal Highway Administration, Washington, DC, 2000.

PRISE EN COMPTE DE L'USAGE (EXEMPLE 1)



Écarts de consommation entre les solutions avec entretiens réguliers et avec sous-entretien.

Année 0 à année 13	0 %
Année 13 à année 18	4 %
Année 18 à année 26	0 %
Année 26 à année 35	4 %
Année 35 à année 50	0 %

CONCLUSION

- Sous-entretien de la chaussée -> augmentation significative des émissions de GES par rapport à une pratique d'entretien régulier,
  - **de 21 à 92 %** selon les scénarios considérés dans cette étude sur une période de référence de 50 ans.
- En considérant l'empreinte carbone liée à l'usage de l'infrastructure,
  - les émissions de GES sont encore **40%** supérieures
- Scénarios d'entretien représentatifs mais ne couvrent pas la diversité des solutions d'entretien et des typologies de réseaux routiers.
- Perspectives en France : élaborer un catalogue de techniques d'entretien quantifiées en empreinte carbone (de type $kgCO_2eq/m^2/an$), à partir de facteurs d'émissions et de durées de vie partagés **avec l'ensemble des acteurs des infrastructures de mobilité**