

ALGORITHME NEXTROAD

ANALYSE, QUALIFICATION ET PONDÉRATION DES CAUSES DES DÉGRADATIONS

Depuis la publication de la méthode d'essai n° 52 en 1998, NextRoad s'appuie au quotidien sur ce référentiel pour diagnostiquer les dégradations des chaussées et en comprendre les origines. Face à la dégradation du réseau routier, cet enjeu est plus important que jamais. Capitalisant sur des décennies d'expérience terrain, NextRoad a mis au point un algorithme qui automatise l'analyse des causes des dégradations, pour offrir à ses clients des diagnostics rapides et d'une grande précision.



En identifiant les causes des dégradations relevées, elle favorise la proposition de plans d'actions à mener non seulement sur le choix des solutions techniques retenues, mais aussi sur les processus de décisions et de contrôles internes pour prolonger la durée de vie des infrastructures et optimiser les stratégies d'entretien.

En étant plus pertinent sur les solutions techniques et managériales à mettre en œuvre, on réduit la consommation d'énergie et de matériaux, réduisant ainsi les impacts environnementaux en abaissant les émissions de CO₂.

DESCRIPTIF DE L'ALGORITHME

L'algorithme NextRoad fusionne les documents ME38-2 et ME52 en un seul, réhabilitant intégralement la ME52 et rappelant ainsi qu'elle n'est pas simplement un catalogue des dégradations. Cet outil met en avant les principaux éléments de la ME52, notamment :

- les fiches de dégradations par famille de structure ;
- l'analyse des causes probables des dégradations ;
- la prévision de leur évolution ;
- les paramètres influençant cette évolution ;
- les types de chaussées concernés.

L'algorithme complète, modifie et adapte les méthodes de relevé de la ME38-2 pour exploiter les données selon les principes de la ME52, en les alignant sur les réalités actuelles des réseaux marquées par :

- les réformes de décentralisation qui ont modifié la nature et la structure des réseaux, notamment dans les départements et métropoles ;
- la prolifération des giratoires depuis 1997 ;
- l'essor de voies pour de nouvelles mobilités (bus, pistes cyclables...) ;
- l'émergence de nouveaux aménagements (chicanes, ralentisseurs, plateaux surélevés) en matériaux hétérogènes³.

NextRoad a développé une démarche structurée d'auscultation en s'appuyant sur les méthodes ME38-2 et ME52^{1,2}, qu'elle a enrichies grâce à son expérience terrain. Cette méthodologie a permis le développement d'un algorithme utilisé par les équipes NextRoad afin de :

- caractériser les causes probables des dégradations selon les fiches techniques de la ME52 ;
- catégoriser ces causes afin d'en assurer le diagnostic ;
- proposer les solutions réellement adaptées et optimisées.

AUTEURS

Marwa Belhaj
Chargée d'affaires Chaussées

Stéphane Georges
Responsable Développement
de l'ingénierie

Jean-Max Gillet
Consultant
NextRoad

LIMITES DE LA ME38-2 ET AVANCÉES NÉCESSAIRES

La méthode d'essai ME38-2 propose des modes opératoires adaptés aux objectifs (diagnostic-entretien, renforcement, programmation, évaluation-surveillance) et à la nature du réseau (rase campagne, voirie rapide urbaine selon le trafic, urbain hors voie rapide urbaine).

Bien que cette méthode ait été efficace à son époque, elle se heurte aujourd'hui aux limites des outils technologiques de l'époque, en particulier la nécessité de préformater les données pour faciliter leur exploitation.

Des réajustements ont été réalisés⁴⁻⁵, mais c'est surtout l'analyse des dégradations qui a suscité un intérêt croissant au sein de NextRoad, afin de mieux comprendre les causes profondes des dégradations et ainsi d'optimiser les pratiques et stratégies d'entretien. Ce travail d'actualisation permet de dépasser les limites de la méthode d'origine en abordant les causes managériales, celles issues des pratiques et donc de couvrir une liste de points d'amélioration absents jusqu'alors, d'adopter une approche plus complète, plus précise et mieux adaptée aux exigences d'aujourd'hui.

ALGORITHME NEXTROAD 2024

L'algorithme proposé repose principalement sur la ME52.

Toutes les dégradations et déformations du catalogue de la ME52 doivent être relevées et localisées précisément, sans recourir à un pas fixe, lors du relevé ou lors de la phase de traitement des données.

En fonction de leur nature, les dégradations linéaires seront mesurées en mètres linéaires (ml), les dégradations surfaciques en mètres carrés (m²) et les dégradations ponctuelles, selon le type de relevé, seront quantifiées en nombre, en surface ou en volume.

Les dégradations doivent être associées à des éléments spécifiques du réseau (nom de route : RD, rue... ; voie : V1, V2..., sens 1, sens 2..., bus sens 1, bus sens 2..., piste cyclable... ; objet routier :

giratoire, chicane, plateau...) et être précisément localisées en termes de distance, en utilisant des repères tels que le kilométrage ou des points de référence géographique. Ces localisations doivent se conformer au référentiel du gestionnaire, existant ou à mettre en place en fonction de l'avancement dans la gestion de son référentiel.

Les routes ou tronçons de routes doivent ensuite être classés selon plusieurs critères techniques et environnementaux :

- la nature technique de la chaussée (chaussées souples, bitumineuses épaisses, assises traitées aux liants hydrauliques, inverses, mixtes...);
- le niveau de trafic ;
- la géométrie de la route (largeur, sinuosité...);
- la situation géographique et l'altimétrie, particulièrement pour les réseaux de montagne ou de moyenne montagne.

L'analyse des dégradations sera réalisée en fonction des critères techniques, géographiques et de trafic et leur origine sera analysée selon plusieurs facteurs :

- le dimensionnement de la solution technique (D) ;
- la conception et le choix de la solution technique (C) ;
- la réalisation des travaux (R) ;
- l'entretien (E) ;
- le trafic (T).

En combinant ces cinq critères, puis en les analysant, des actions correctives et des pratiques internes pourront être mises en œuvre et une politique d'entretien pourra être mise en place, fondée sur plusieurs scénarios techniques de priorisation, selon les techniques maîtrisées, les budgets disponibles et les stratégies visées.

PROPOSITION DE GRILLE D'ANALYSE DES DÉGRADATIONS STRUCTURELLES

Les dégradations décrites dans les fiches 1 à 16 de la ME52 (dégradations des assises de chaussées autres que les chaussées en béton) ont été analysées. Les causes probables des dégradations de chaque fiche ont été classées selon les critères D – C – R – E – T (**tableau 1**).

Ces critères ont ensuite été appliqués aux dégradations décrites dans les fiches 1 à 16 de la ME52, selon les types de chaussées (**tableau 2**).

Dimensionnement	Sous-dimensionnement entraînant des contraintes verticales excessives sur le sol support et/ou les couches non traitées
Conception	Qualité insuffisante de l'assise entraînant des contraintes verticales excessives sur le sol support ou les couches non traitées Épaisseur excessive de la couche de GRH
Réalisation	Tassement des couches inférieures dû au post-compactage Accumulation d'eau dans la structure causée par un drainage insuffisant
Entretien	Pluviométrie et dégel sans barrière, défaut d'entretien, infiltration d'eau via les fissures...
Trafic	Trafic lourd

–Tableau 1–
Synthèse des causes possibles des dégradations de la fiche 1 de la ME52 – Ornière à grand rayon.

–Tableau 2–

Attribution des causes probables des dégradations structurelles en fonction du type de chaussées.

Nature de la dégradation		Types de chaussées															
		Dégradations structurelles															
Fiche du catalogue ME52	Désignation de la dégradation	Souples traditionnelles				Bitumineuses épaisses				Assises traitées aux liants hydrauliques				Mixtes			
		D	C	E	T	D	C	R	E	D	C	R	E	D	C	R	E
1	Ornière à grand rayon																
2	Affaissement de rive																
3	Affaissement hors rive (ou flache)																
4	Bourrelet transversal																
5	Gonfle																
6	Fissure transversale																
7	Fissure longitudinale dans les bdr																
8	Fissure longitudinale hors bdr																
9	Fissure d'adaptation																
10	Fissures "en dalles"																
11	Faïençage dans les bdr																
12	Faïençage circulaire																
13	Remontée de fines																
14	Tête de chat																
15	Tôle ondulée																
16	Nid de poule																

Quatre causes peuvent être à l'origine d'ornières à grand rayon sur les chaussées souples traditionnelles sans que la réalisation des travaux (R) puisse être invoquée, alors que deux causes seulement peuvent être identifiées sur les chaussées bitumineuses épaisses avec la réalisation (R) comme cause possible, deux également sur les chaussées inverses sans mise en cause de la réalisation des travaux (R) et une seule cause (C) pour les assises traitées aux liants hydrauliques et les chaussées mixtes. Les remontées de fines ont pour cause un défaut d'entretien à temps, quelle que soit la chaussée concernée.

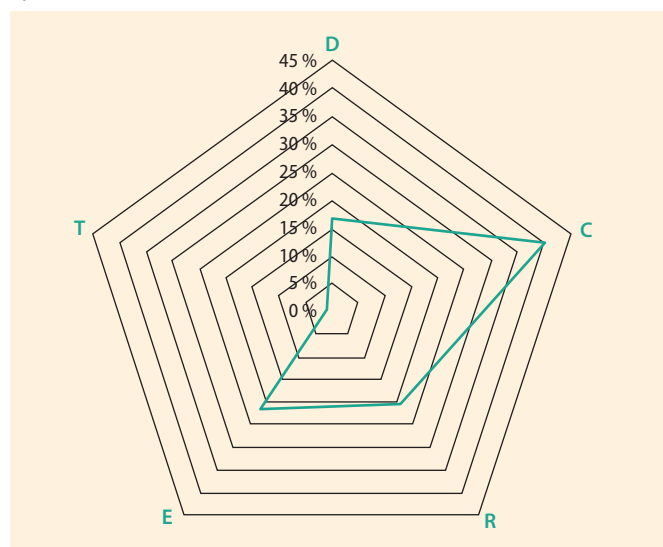
L'algorithme NextRoad s'appuie sur ses différents services pour évaluer précisément les risques liés à chaque dégradation selon son origine probable :

- Dimensionnement : le service Expertise chaussée étudie les risques liés à un défaut de dimensionnement, analyse les choix des solutions travaux et leur adéquation aux conditions d'utilisation et de trafic, afin de garantir la durabilité des chaussées.
- Conception – choix : le service Expertise chaussée prend en charge les risques liés à un défaut de conception ou à un mauvais choix de solution technique. Il veille à ce que les solutions adoptées soient adaptées aux exigences techniques et environnementales des projets.
- Réalisation (des travaux) : NextRoad, en tant que contrôle extérieur, vérifie la qualité des travaux de construction et de réhabilitation (épaisseur de rabotage, compactage, adhérence et macro-texture...),

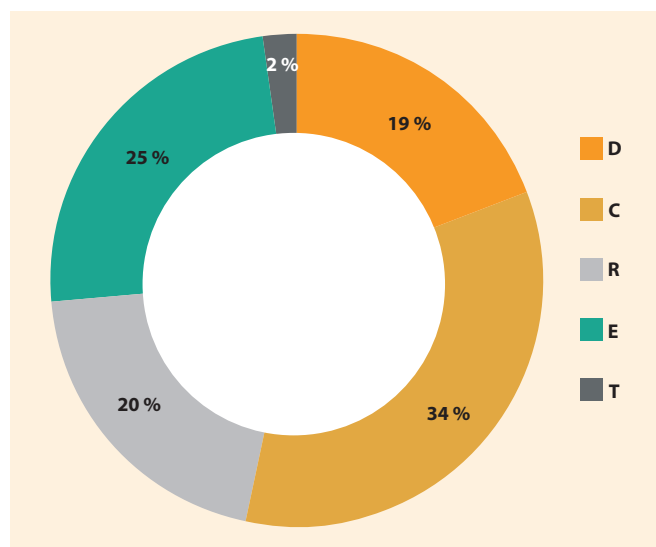
tout en évaluant les matériaux grâce à ses laboratoires de contrôle et d'essai.

- Entretien : le service Auscultation, responsable des relevés de chaussées, et le service Expertise chaussée, qui définit les programmes d'entretien, gèrent conjointement les risques associés à un entretien insuffisant ou inadapté des infrastructures. Ils veillent à la mise en œuvre de stratégies d'entretien courant optimisées.
- Trafic : le service Expertise chaussée traite les risques liés aux fluctuations imprévisibles du trafic en réalisant des études de comptage et en évaluant l'impact du trafic sur l'usure des chaussées pour adapter les interventions en conséquence. Grâce à cette méthode, il devient possible de
 - dresser un bilan complet des facteurs en jeu, qu'il s'agisse par exemple d'un défaut de dimensionnement, de réalisation, d'entretien ou d'un trafic inadapté ;
 - d'établir une carte précise des zones critiques et des priorités d'intervention, afin d'aider les gestionnaires à investir judicieusement en fonction des types de chaussées, des usages et des contraintes ;
 - d'attribuer un pourcentage à chaque cause probable (D, C, R, E, T) de chaque nature de dégradation identifiée dans les fiches du catalogue ME52, en fonction de la gravité, de l'étendue et de l'âge des travaux, ainsi que du type de chaussée concernée. Cette évaluation fine et complète des causes possibles des dégradations permet d'agir sur le bon levier pour éviter qu'elles se produisent.

-Figure 1-
Répartition des pourcentages des risques. Exemple : bitumineuses épaisses.



-Figure 2-
Répartition des pourcentages des risques tous types de chaussées.



ANALYSE DES DÉGRADATIONS SURFACIQUES

Les dégradations décrites dans les fiches 51 à 58 (dégradations surfaciques des couches de roulement en béton bitumineux), 61 à 67 (enduits superficiels d'usure) de la ME52 et de deux fiches issues du mode opératoire M6 ont été analysées (figures 1 et 2).

Les causes probables des dégradations ont été classées également selon les critères D – C – R – E – T (tableau 3).

-Tableau 3-
Synthèse des causes possibles des dégradations de la fiche 51 de la méthode d'essai ME52 – Glaçage ou indentation.

Dimensionnement	Néant
Conception	Dureté insuffisante des granulats du revêtement Surdosage en liant de l'enrobé Qualité du liant inadaptée au trafic ou au climat
Réalisation	Réparations localisées (point-à-temps), surdosage en liant Incidents de chantier (surdosage très local en liant), fuites d'huile d'engins de chantier
Entretien	Néant
Trafic	Néant

Ces critères ont ensuite été appliqués aux dégradations décrites dans les fiches 51 à 58 et 61 à 67 de la ME52, selon les types de chaussées (tableau 4). Le glaçage ou l'indentation sur une chaussée bitumineuse n'a que deux origines possibles : soit un problème de conception de la solution technique mise en œuvre, soit un problème lors de la réalisation des travaux.

Le peignage d'un ESU n'a qu'une cause possible : une mauvaise mise en œuvre.

-Tableau 4-
Attribution des causes probables des dégradations surfaciques en fonction du type de chaussées.

Nature de la dégradation		Types de chaussées									
		Dégradations surfacique									
Fiche du catalogue ME52	Désignation de la dégradation	Béton bitumineux					Enduit superficiel d'usure				
51	Glaçage ou indentation		C	R							
52	Ornière à petit rayon	D	C			T					
53	Fissure de joint		C	R	E						
54	Désenrobage		C	R							
55	Pelade	D									
56	Nid de poule			R	E						
57	Faïencage non spécifique bdr		C		E						
58	Fissures diverses (en étoile)		C		E						
61	Ressuage							C	R		
62	Peignage								R		
63	Plumage							C	R		
64	Pelade							C	R		
65	Bourrelet transversal							C			
66	Fissures diverses (parabolique)							C	R		
67	Joint longitudinal dégradé							C	R		

DONNÉES CLÉS DE L'ALGORITHME

En s'appuyant sur des années de retours d'expérience et sur les référentiels ME52 et ME49, l'algorithme NextRoad attribue à chaque risque D – C – R – E – T un taux pour chaque cause probable de dégradation (tableau 5).

Figure 3
Répartition des pourcentages des risques – Couches de roulement – Béton bitumineux – Enduit superficiel d'usure.

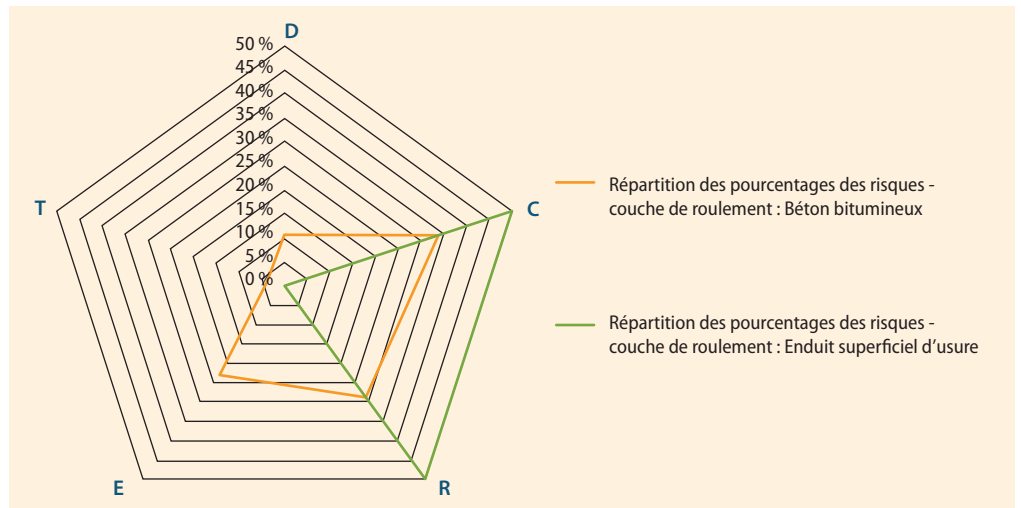


Tableau 5
Répartition des taux associés à chaque risque D – C – R – E – T selon les causes probables de dégradation.

			Types de chaussées																								
			Travaux < 4/5 de la durée de vie calculée - Localisée ou généralisée (La localisation ne concerne pas le faïencage dans les bdr)																								
			Travaux > 4/5 de la durée de vie calculée - Localisée (La localisation ne concerne pas le faïencage dans les bdr)																								
Nature de la dégradation			Dégradations structurelles																								
Fiche du catalogue ME52	Désignation de la dégradation	Gravité	souples traditionnelles					bitumineuses épaisses					assises traitées aux liants hydrauliques					mixtes					inverses				
			D	C	R	E	T	D	C	R	E	T	D	C	R	E	T	D	C	R	E	T	D	C	R	E	T
1	Ornière à grand rayon	1	25%	25%	0%	25%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%
		2	25%	25%	0%	25%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%
		3	25%	25%	0%	25%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%
2	Affaissement de rive	1	35%	10%	0%	35%	20%	40%	40%	0%	20%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	50%	0%	0%	0%	0%
		2	35%	10%	0%	35%	20%	40%	40%	0%	20%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	50%	0%	0%	0%	0%
		3	35%	10%	0%	35%	20%	40%	40%	0%	20%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	50%	0%	0%	0%	0%
11	Faïencage dans les bdr	1	35%	0%	50%	0%	15%	50%	0%	50%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	0%	40%	40%	20%	0%	0%
		2	25%	0%	35%	40%	0%	25%	0%	35%	40%	0%	25%	0%	35%	40%	0%	25%	0%	35%	40%	0%	30%	30%	0%	40%	0%
		3	25%	0%	35%	40%	0%	25%	0%	35%	40%	0%	25%	0%	35%	40%	0%	25%	0%	35%	40%	0%	30%	30%	0%	40%	0%

RÉFÉRENCES

1. LCPC, « Relevé des dégradations de surface – Méthode d'essai LPC n°38-2 », 1997.
2. LCPC, « Catalogue des dégradations de surface des chaussées – Méthode d'essai n° 52 », 1998.
3. B. Bolot, F. Brandely, B. Espinasse, L. Grin, R. Kobisch, J.-P. Marchand, H. Odéon, L. Périssé, « Mécanismes de dégradation des chaussées par analyse du retour d'expérience des maîtres d'ouvrage », RGRA n° 977, novembre-décembre 2020.
4. J. Maignol, L.-A. George, S. Wasner, F. Sagnier, H. Péjouan, « Actualisation de la méthode 38-2 », projet national DVDC, 2018.
5. Idrim, Guide pour l'audit et le diagnostic d'un patrimoine d'infrastructures routières, 2022.
6. NextRoad, « Routes et ponts de France : préservons notre bien commun », livre blanc, mars 2023.

CONCLUSION

L'algorithme NexRoad offre aux gestionnaires routiers une évaluation précise des causes des dégradations selon la grille D – C – R – E – T, les aidant à comprendre les améliorations nécessaires dans leur processus de décision interne, à mettre en place des actions correctives et à prioriser efficacement leurs investissements.

Un constat clé : 73 % des dégradations sont dues à un déficit d'expertise routière (dimensionnement : 19 %, conception : 34 %, contrôle de réalisation : 20 %) et 25 % à un déficit d'ingénierie (entretien tardif).

Cet algorithme ne vise pas seulement à optimiser les travaux, mais aussi à transformer les pratiques de gestion et de contrôle, notamment en tendant vers 0 % de défauts grâce à un suivi rigoureux des chantiers. Pour réussir, il est essentiel d'être accompagné par une ingénierie experte et indépendante, capable d'interpréter les données et de proposer des stratégies d'entretien ajustées aux particularités

de chaque réseau. Chaque euro investi en ingénierie permet en effet de réaliser des économies très significatives dans ses budgets d'entretien routier. ■

À retenir

La méthodologie de NextRoad permet de quantifier précisément les taux de survenance des dégradations associés à chaque cause de dégradation et d'orienter les plans d'actions correctives et les interventions de manière ciblée et efficace.

On peut notamment en déduire les probabilités suivantes concernant les dégradations structurelles :

- 19 % sont liées à un défaut de dimensionnement (D).
- 34 % sont liées à un défaut dans la conception ou dans le choix des solutions techniques (C).
- 20 % sont liées à un défaut de réalisation ou de mise en œuvre des travaux (R).
- 25 % sont liées à un défaut ou une absence d'entretien régulier (E).
- 2 % sont liées à une inadéquation avec le trafic réel observé (T).