IDRRIM

INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

GUIDE DE LA SIGNALISATION HORIZONTALE

Éléments de choix et de mise en œuvre des produits de marquage routier

GUIDE

Décembre 2019

SOMMAIRE

I. **INTRODUCTION** 1

II. **PRÉSENTATION GÉNÉRALE** 2

1. Introduction 2
2. La convention de Vienne 2
3. Le Code de la Route 3
4. L'instruction interministérielle sur la signalisation routière – IISR 4
5. Le Code de la Voirie Routière – CVR 6
6. Le Règlement Produits de Construction 7
7. L'Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la certification de conformité des produits de marquage de chaussées 8
8. La démarche de certification 9
9. Les conséquences 11
10. La jurisprudence liée à la signalisation horizontale 11

III. **LES PRODUITS** 13

1. Les produits utilisés pour le marquage 13
2. Compatibilité des produits entre eux 23
3. Les produits de saupoudrage 25
4. Les marquages structurés : VNTP et DAS 29
5. Une certification volontaire : la norme NF Environnement 32

IV. **LA MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS** 34

1. Le support d'application : la couche de roulement 34
2. Application peinture à l'eau ou solvantée par machine 36
3. Application de peinture réactive rétroréfléchissante par machine 38
4. Application d'enduit à chaud rétroréfléchissant par machine 39
5. Application de l'enduit à froid par machine 41
6. Application des bandes préfabriquées collées 42
7. Les travaux spéciaux et travaux urbains 43

V. **LES PERFORMANCES DES PRODUITS** 48

1. Les normes 48
2. Les critères de performance 49

VI. **LES CONTRÔLES** 59

1. Présentation générale (contrôles des marquages selon les contrôles présentés dans la norme NF EN 1436) 59
2. Contrôles à l'application 59
3. Contrôles à l'issue de la mise en œuvre et en gestion de patrimoine (politique d'entretien des marquages) 60

VII. **L'EFFAÇAGE DES MARQUES** 63
1. Présentation. 63
2. L'effaçage des marques existantes 65
3. Le masquage temporaire des marques 65
4. Tableaux de préconisations 66

VIII. **LE CHOIX D'UN PRODUIT** 67
1. Les produits 67
2. La nature des marques à réaliser 68
3. Les critères de choix 69
4. Le tableau du choix d'un produit 72
5. Approche de calcul d'un coût global appliqué à son projet 74

IX. **LES POLITIQUES D'ENTRETIEN** 75
1. La segmentation de son patrimoine. 76
2. L'état de son patrimoine. 77
3. Une procédure de surveillance 80
4. Les différents scénarios de renouvellement des marques. 81
5. La démarche d'élaboration 82
6. Les méthodes de chiffrage des stratégies de renouvellement. 85

X. **LES ÉLÉMENTS DE DÉFINITION POUR L'ACHAT PUBLIC** 88
1. Exécution des travaux : Régie ou Entreprise. 89
2. Le choix des produits : Analyse multicritères ou coût global 90
3. Obligations contractuelles : à la mise en œuvre ou à l'usage 92
4. La rédaction du cahier des charges. 94

XI. **CONDUIRE SON CHANTIER**. 100
1. Préparation et organisation du chantier. 100
2. Le programme d'exécution des travaux. 100
3. Le dossier d'exploitation sous chantier (DESC) 101
4. Le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) 103
5. Le plan de respect de l'environnement (PRE) 104
6. Le Plan Assurance Qualité 105
7. Le Journal de Chantier 106
8. Le pré-marquage 107
9. Balayage préalable / Nettoyage des surfaces d'application 109

XII. **LA GESTION DES DONNÉES DU PATRIMOINE** 110

ANNEXES

Annexe I : Glossaire 115
Annexe II : Bibliographie 118
Annexe III : Comment lire les numéros de certification. 122
Annexe IV : Comment lire un Droit d'Usage 126
Annexe V : Comment lire différentes fiches « ***Produits*** ». 127

INTRODUCTION

La signalisation horizontale est l'ensemble des marques sur chaussée utilisées pour assurer le guidage des usagers, matérialiser ou rappeler les règles de circulation, indiquer la présence de dangers et ordonner et concrétiser les espaces de déplacement ou de stationnement.

Le présent guide a pour objectif principal de rappeler les obligations réglementaires qui s'appliquent à la qualité des produits utilisés pour réaliser tout projet de signalisation horizontale, qu'il concerne un projet neuf ou un projet de renouvellement des marques existantes.

Il poursuit également les objectifs :

- De dresser un état des lieux des technologies - produits, procédés et matériels - actuellement présentes sur le marché.
- De fournir une aide pratique à l'application de la réglementation, en décrivant les principes généraux d'emploi.
- De préciser la procédure de normalisation et de qualification des produits de marquage.
- D'aider le gestionnaire à bâtir une politique d'entretien de son patrimoine.
- D'apporter les éléments de réflexion à la maîtrise d'œuvre dans ses choix impliquant des volets de marquage horizontal.
- D'aider le maître d'ouvrage à formuler ses besoins afin d'optimiser son achat public.

Il est destiné aux décideurs, aux projeteurs routiers ainsi qu'aux gestionnaires, quelle que soit la domanialité de la voie ou sa fonctionnalité, interurbaine ou voirie urbaine.

Ce guide ne définit pas les règles de conception d'un projet de signalisation de la signalisation routière mais il en rappelle les éléments principaux.

Dans le présent guide, le terme de *« maître d'ouvrage »* est employé indistinctement pour désigner un maître d'ouvrage d'une opération d'investissement, un propriétaire de domaine routier, un gestionnaire ou un donneur d'ordre.

L'opération concernée peut être une opération de travaux neufs ou une opération de renouvellement.

Certaines dispositions sont de nature à évoluer dans le temps et il appartient à chaque lecteur d'être vigilant sur l'évolution des réglementations.

I. Présentation Générale

1. Introduction

La signalisation routière a pour objet de rendre plus sûre la circulation routière, de faciliter cette circulation, d'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police et de donner des informations relatives à l'usage de la route. La signalisation routière désigne l'ensemble des équipements de signalisation lisibles par les usagers de la route et pouvant être implantés sur le domaine routier.

Elle se compose des dispositifs suivants :

- La signalisation verticale par panneaux, par feux, par balises ;
- La signalisation horizontale par marquage.

Les équipements de signalisation horizontale guident l'usager, ordonnent les espaces de déplacement, donnent les règles de circulation, indiquent la présence de dangers, participent à l'information et concrétisent le stationnement. Ils se manifestent à travers le marquage des chaussées.

Chaque propriétaire d'une infrastructure routière, ou la personne morale désignée à cet effet, a en charge de décider quelle politique d'entretien ou quelle politique d'installation neuve il entend mettre en œuvre sur son propre réseau, dans le respect du cadre réglementaire et juridique défini par les textes suivants :

- Le Code de la Route qui régit les relations entre le conducteur, le véhicule et la voirie dans son utilisation.
- Le Code de la Voirie Routière qui régit les droits et devoirs d'un propriétaire de domaine routier public ou privé.

Le réseau routier français est très largement interconnecté avec les réseaux de nos voisins européens et, de fait, largement utilisé par des conducteurs étrangers.

Un cadre juridique supranational est chargé d'assurer la cohérence et l'homogénéité des instructions techniques des différents pays.

2. La convention de Vienne

La convention de Vienne, ratifiée par la France le 8 novembre 1968, pose le principe de l'uniformité internationale des signaux et des symboles routiers et des marques routières pour faciliter la circulation routière internationale et pour accroître la sécurité sur la route. La France s'est engagée à prendre en compte, dans sa réglementation relative à la définition et aux règles d'utilisation de la signalisation, les dispositions de cette convention.

À titre d'exemple :

Les notions de lignes continues ou discontinues sont explicitées et associées à des règles d'usages.

Les caractéristiques des marquages associés aux intersections et à leur régime de priorité *« STOP ou CEDEZ le PASSAGE »* sont également précisées.

Les marquages particuliers – flèches, mentions, pictogrammes… – sont décrits et associés à des règles d'utilisation

Les couleurs des produits utilisés font l'objet de recommandations.

Le respect de ces engagements internationaux se trouve garanti par la mise en œuvre et la bonne exécution des textes et instructions techniques nationales.

3. Le Code de la Route

Structurée autour des trois notions évoquées précédemment (le conducteur, le véhicule et la circulation routière), la partie législative du code exprime certains besoins et contraintes liées à la signalisation horizontale de façon relativement sommaire.

L'article L.411-6 désigne les personnes responsables en matière de signalisation et donc de signalisation horizontale.

> Article L.411-6 du Code de la Route
>
> *« Le droit de placer en vue du public, par tous les moyens appropriés, des indications ou signaux concernant, à un titre quelconque, la circulation n'appartient qu'aux autorités chargées des services de la voirie. »*

Les dispositions qui entraînent des obligations en matière de signalisation horizontale se trouvent plus précisément décrites dans la partie réglementaire du code de la route.

La multiplicité des dispositions techniques liées à la signalisation, leur nécessaire mise en cohérence et les besoins d'évolution, ont conduit le législateur à renvoyer sur un texte technique les conditions dans lesquelles étaient établies les différents dispositifs de signalisation routière.

L'article R.411-25 ci-dessous constitue, avec la publication de l'arrêté interministériel du 24 novembre 1967 modifié, le texte porteur de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière déclinée dans ses neuf parties, dont la 7e consacrée aux *« marques sur chaussées »*.

> Article R.411-25 du Code de la Route
>
> *« Le ministre chargé de la voirie nationale et le ministre de l'intérieur fixent par arrêté conjoint publié au Journal officiel de la République française les conditions dans lesquelles est établie la signalisation routière pour signifier une prescription de l'autorité investie du pouvoir de police ou donner une information aux usagers.*
>
> *Les dispositions réglementaires prises par les autorités compétentes en vue de compléter celles du présent code et qui, aux termes de l'arrêté prévu au premier alinéa, doivent faire l'objet de mesures de signalisation, ne sont opposables aux usagers que si lesdites mesures ont été prises.*
>
> *Les usagers doivent respecter en toutes circonstances les indications résultant de la signalisation établie conformément au premier alinéa. »*

Le second alinéa de l'article est consacré à l'opposabilité des mesures réglementaires prises.

Le maître d'ouvrage doit ainsi veiller à la cohérence entre une décision administrative formalisée et sa déclinaison effective sur le terrain.

De nombreux autres articles du code de la route viennent préciser les conditions de circulation, les questions d'intersections, de priorité de passage, des conditions de dépassement, de croisements ou les règles applicables à des usagers autres tels que les piétons ou les cyclistes.

Ces conditions imposent l'adoption de dispositions techniques directement opposables aux différents maîtres d'ouvrage sur leur domaine routier respectif.

L'instruction interministérielle sur la signalisation routière – IISR – plus précise et plus technique, donne aux maîtres d'ouvrages les instructions légales et réglementaires opposables en matière de conception de la signalisation routière horizontale.

4. L'instruction interministérielle sur la signalisation routière – IISR

Le présent guide ne constitue pas une référence en matière de conception d'un projet de signalisation routière horizontale. Cependant, il est apparu nécessaire de rappeler certaines prescriptions fondamentales qui découlent directement des textes législatifs et réglementaires, et notamment de l'IISR.

En voici quelques extraits :

Sur les obligations (cf. Article 113 de l'IISR)

« Le marquage des chaussées n'est pas obligatoire, sauf sur autoroute et route express et pour certaines marques particulières.

Dans tous les cas, doivent être obligatoirement marquées:

- *Les lignes complétant les panneaux « STOP » (AB4), et « CÉDEZ-LE-PASSAGE » (AB3a), selon les dispositions prévues à l'article 42-2 de la 3ème partie de la présente instruction.*
- *Les lignes d'effets des feux de signalisation dans les cas précisés à l'article 117-4.C.*

Le principe général qui s'applique à tout projet de signalisation routière horizontale est le suivant :

En dehors des dispositions obligatoires, lorsque l'autorité compétente juge opportun de recourir au marquage, celui-ci doit être réalisé dans les conditions définies par la présente instruction – IISR. »

Sur les déterminants qui conduisent à adopter une signalisation horizontale (cf. Article 114 de l'IISR)

« Les critères principaux à prendre en compte pour juger de l'opportunité de la mise en place du marquage sont le trafic et la largeur de la chaussée.

Pour les routes à 2 voies de rase campagne, quand la largeur de chaussée est inférieure à 5,20 m et ne permet donc pas de réserver deux voies de 2,60 m au moins, il est déconseillé de réaliser un marquage axial.

Sur les routes où le marquage en section courante n'a pas été jugé opportun, il est possible de ne marquer que les points singuliers.

Il est en outre fortement recommandé de tracer une ligne axiale de guidage dans les zones où le brouillard est très fréquent. »

Sur la question de la couleur du marquage (cf. Article 113-1 de l'IISR ou Article 8 de l'Arrêté du 24 novembre 1967)

« Toutes les marques sur chaussées sont blanches.

Pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

- *Le jaune pour :*
  - *Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement (article 118-2.B et 118-2.C.),*
  - *Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus (article 118-3.C),*
  - *Le marquage temporaire (article 122 - paragraphe B de la 8e partie de la présente instruction).*

- *Le bleu éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue (article 118-2.A).*
- *Le rouge pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse. »*

Les textes réglementaires indiquent clairement que l'utilisation de toute autre couleur, en dehors de démarches expérimentales, n'est pas autorisée.

Il en va ainsi de l'utilisation des peintures noires.

Sur la nature des produits à mettre en œuvre (cf. Article 113 de l'IISR)

« En application de l'article 5 (1ère partie) de la présente instruction, tous les produits utilisés pour le marquage des chaussées doivent être homologués ou faire l'objet d'une autorisation préalable d'emploi délivrée par le ministre chargé des transports. »

Sur cet aspect des produits, toutes les prescriptions réglementaires résultent principalement du Code de la Voirie Routière et des arrêtés pris pour son application.

Sur les obligations en matière de rétro-réflexion (cf. Article 113-3 de l'IISR)

« réflexion des marques :

Les marques routières de rase campagne sont obligatoirement rétro-réfléchissantes. L'emploi de marques rétro-réfléchissantes est très souhaitable dans les zones agglomérées, même dotées d'un éclairage public et, à fortiori, dans le cas où l'éclairage n'est pas permanent. »

Sur les marquages temporaires (cf. Article 118-6 de l'IISR)

« Le marquage temporaire est traité à l'article 122 paragraphe B de la 8ème partie de l'instruction. Sa couleur est obligatoirement jaune. Seuls les produits assurant une rétro-réflexion sont certifiés à l'utilisation comme produits de marquage temporaire, en application de l'arrêté du 10 mai 2000. »

Sur les inscriptions sur chaussées (cf. Article 118-7 de l'IISR)

« Les inscriptions sur chaussée peuvent fournir aux usagers des indications utiles. Elles ne sont utilisées que comme un complément à une signalisation verticale. Toutefois, dans les zones à circulation apaisée, ces inscriptions peuvent être utilisées seules lorsqu'elles rappellent la présence dans la zone.

Dans les zones de rencontre et dans les aires piétonnes, des marques d'animation comportant uniquement des dessins non répertoriés dans l'arrêté du 24 novembre 1967 modifié peuvent être implantées. Ces dessins ne doivent ni reprendre ni détourner des signaux routiers ou des marques commerciales, ni entraîner de confusion chez les usagers.

Ces marques d'animation n'entraînent aucune obligation de guidage ou de prescription et doivent posséder les mêmes performances (notamment d'adhérence) que les autres inscriptions sur chaussée. Les couleurs employées pour les marques d'animation ne doivent pas être les mêmes que celles prévues par l'article 8 de l'arrêté du 24/11/1967 ou l'article 113-1 de l'IISR (voir § couleur du marquage). »

Bien d'autres obligations ou recommandations sont formulées dans l'IISR.

Les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre sont incités à consulter les différents guides de conception qui existent à ce jour et dont une liste non exhaustive est indiquée en annexe.

5. Le Code de la Voirie Routière – CVR

C'est le second pilier de la réglementation française en matière de signalisation routière horizontale.

Le code prescrit les dispositions techniques applicables aux réseaux routiers nationaux, départementaux ou communaux en définissant :

- Les autorités concernées par l'organisation et la gestion de la voirie routière à l'article L113-1 du CVR qui reprend les dispositions de l'article L 411-6 du Code de la Route ;

Article L.113-1 du Code de la Voirie Routière

« Les règles relatives au droit de placer en vue du public des indications ou signaux concernant la circulation sont fixées par l'article L. 411-6 du code de la route, ci-après reproduit : »

Art. L.411-6.- *« Le droit de placer en vue du public, par tous les moyens appropriés, des indications ou signaux concernant, à un titre quelconque, la circulation n'appartient qu'aux autorités chargées des services de la voirie »*

- Les équipements routiers, et parmi ceux-ci la signalisation horizontale, devant faire l'objet de prescriptions d'emploi, de qualification, des règles techniques de mise en œuvre (articles R.111-1 et R.119-1 et suivants).

Extraits de l'Article R.111-1 du Code de la Voirie Routière

« Les équipements routiers sont des dispositifs affectés aux besoins de la circulation routière, destinés à la signalisation, à la protection des usagers, à l'exploitation des voies du domaine public routier, à la constatation des infractions au code de la route et au recouvrement des droits d'usage.

Ils doivent être conçus, fabriqués, commercialisés, utilisés et entretenus de façon à assurer aux usagers de la route le meilleur niveau de sécurité ou d'interopérabilité possible, selon les équipements considérés.

Les équipements routiers sont classés en cinq catégories définies ainsi qu'il suit :

1° Les équipements de signalisation permanents ou temporaires, comprenant l'ensemble des dispositifs et produits destinés à la signalisation routière, notamment les produits de marquage de chaussées, les panneaux de signalisation, dont les panneaux à messages variables, ainsi que les balises et les feux de circulation ;

2° Les équipements de protection des usagers, notamment ceux qui assurent une fonction de retenue des véhicules ou des piétons sur la chaussée ou ses dépendances, d'atténuation des chocs ou de protection contre l'éblouissement ;

[…] »

Le CVR classe les produits de marquage au sol dans la 1ère catégorie, c'est-à-dire celle des équipements de signalisation permanents ou temporaires, et indique à l'attention des maîtres d'ouvrages qu'ils *« [...] doivent être conçus, fabriqués, commercialisés, utilisés et entretenus de façon à assurer aux usagers de la route le meilleur niveau de sécurité ou d'interopérabilité possible, selon les équipements considérés »*.

Le CVR indique que chaque équipement de la route doit être soumis à une procédure de qualification, c'est-à-dire à une procédure d'attestation de conformité à des normes (se référer à l'annexe II : bibliographie) ou à des cahiers de charges, ceci afin d'assurer le meilleur niveau de sécurité possible. Une procédure de qualification permet d'attester qu'un produit respecte les exigences requises pour ce type d'équipements.

Le décret prévoit par ailleurs trois types d'arrêtés :

- Les arrêtés interministériels prévus par le décret du 8 juillet 1992 et définissant les produits soumis au marquage CE ;
- Les arrêtés RNER (Réglementation Nationale des Équipements de la Route), arrêtés définissant les règles de mise en service pour les équipements soumis au marquage CE (performances minimales imposées en France) ;
- Les arrêtés ministériels définissant les procédures de qualification applicables aux équipements non soumis au marquage CE (certification NF, homologation ou déclaration de conformité).

Article R.119-1 du Code de la Voirie Routière

« Sont soumis aux dispositions du présent chapitre les équipements routiers définis à l'article R.111-1 qui ont une incidence sur la sécurité des usagers de la route ou qui participent à l'interopérabilité des systèmes de télépéage.

I. - Pour les équipements des quatre premières catégories définis à l'article R.111-1, lorsque ces équipements sont soumis à l'obligation de marquage CE en application des dispositions du décret n°92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, ils sont placés sous le régime de l'évaluation et de l'attestation de conformité défini à la sous-section 1 de la section 2 du présent chapitre et sont soumis aux règles de mise en service fixées à l'article R.119-7.

Lorsqu'ils ne sont pas soumis à cette obligation, que ce soit à titre permanent ou à titre transitoire, ils sont placés sous le régime de l'évaluation et de l'attestation de conformité défini à la sous-section 2 de la section 2 du présent chapitre et sont soumis aux règles de mise en service fixées à l'article R.119-8. Les types d'équipements qui, par leur conception ou le caractère particulier de leur fabrication, ne peuvent être soumis à cette procédure d'évaluation et d'attestation de conformité, doivent néanmoins satisfaire à des exigences relatives à leurs caractéristiques et performances dans les conditions fixées à l'article R.119-9. »

6. Le Règlement Produits de Construction

Le marché unique européen a pour objectif la libre circulation des produits de construction. Cela repose sur une harmonisation suffisante des règles techniques et la création d'un langage technique commun pour l'ensemble des fabricants et acheteurs de toute l'Europe.

Les états membres décident donc de procéder à la rédaction de normes européennes harmonisées (se référer à l'annexe II : bibliographie), qui énoncent les caractéristiques selon lesquelles doivent être exprimées les performances des produits en satisfaisant six *« exigences essentielles »* : résistance mécanique et stabilité ; sécurité en cas d'incendie ; hygiène, santé et environnement ; sécurité d'utilisation ; protection contre le bruit ; économie d'énergie.

Le Comité Européen de Normalisation (CEN) et son Comité Technique TC 226 / Equipements de la Route, créé en 1990, a été mandaté par la Commission Européenne pour conduire les travaux de normalisation sur ces équipements. Des normes européennes *« produits »*, ainsi qu'un ensemble de normes dites *« supports »* ont ainsi été élaborées.

Parmi ces normes supports, deux normes distinctes et non-équivalentes font référence en matière de méthodes d'essais de durabilité des produits : les essais routiers sur site réel et les essais de laboratoire par simulateur d'usure.

La France a retenu la méthode des essais routiers sur site réel (norme NF EN 1824 Essais routiers) pour évaluer l'aptitude à l'usage des produits de marquage routiers.

Cette absence d'harmonisation n'empêche pas le marquage CE d'un produit mais cela ne garantit pas sa conformité aux exigences demandées par la France.

En effet, les Etats membres étant responsables de la sécurité des usagers de la route sur leur

territoire, ils restent souverains pour définir quelles sont les exigences applicables parmi celles dites *« essentielles »* de la norme et quels sont les niveaux de performance associés.

C'est le fondement de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la certification de conformité des produits de marquage de chaussées.

7. L'Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la certification de conformité des produits de marquage de chaussées

Cet arrêté précise la méthode d'essai de durabilité utilisée, les performances attendues des produits lors des essais de durabilité et les critères de performances et leur méthode de mesure, ainsi que les normes applicables (à l'annexe II : bibliographie).

En voici les principales exigences :

- Tout produit de marquage de chaussées ne peut être utilisé sur les voies que s'il fait l'objet d'une attestation de conformité à des exigences de sécurité et d'aptitude à l'usage selon les principes de la marque NF 058 produits et équipements de la route et notamment de son annexe n°1 consacrée à la signalisation horizontale.

- L'Etat a confié le soin de conduire ces démarches de certification à l'ASCQUER[1], ASsociation pour la Certification et la QUalification des Equipements de la Route.

- Chaque produit de marquage certifié fait alors l'objet d'une fiche technique précisant, entre-autre, la date d'application, ses caractéristiques physiques et chimiques principales, le mode d'application, les performances, les conditions météorologiques lors de l'application et les caractéristiques atteintes.
- Pour être valide, la fiche technique de certification doit être obligatoirement accompagnée d'un droit d'usage de la marque NF 058. Ce droit d'usage est renouvelé annuellement par l'organisme certificateur, sur demande du fabriquant.
- Les valeurs minimales à atteindre par les produits sont référencées dans l'annexe n° II de l'arrêté sous la désignation *« NF2 »*.
- Les produits de marquage de chaussées provenant des autres Etats membres de l'Union européenne sont considérés comme équivalents, y compris les essais et contrôles réalisés dans le pays producteur, si et seulement si, ils satisfont de façon durable à des niveaux de sécurité et d'aptitude à l'usage reconnus équivalents à ceux requis dans l'arrêté du 10 mai 2000 et des normes associées (se référer à l'annexe II : bibliographie).
- L'ASCQUER est seule habilitée à délivrer cette équivalence.

1 Plus d'informations sur l'ASCQUER : www.ascquer.fr

8. La démarche de certification

Pour assurer la mise en œuvre des prescriptions de l'arrêté du 10 mai 2000 et des autres textes réglementaires en vigueur, l'ASCQUER applique des règles de certification (ou référentiels de certification) permettant la délivrance de la marque NF 058 Equipements de la route.

La marque NF 058 Equipements de la Route est une marque de « qualité ». Elle atteste de la conformité des équipements de la route à des exigences techniques définies par des normes (se référer à l'annexe II : bibliographie) et des règles de certification. La certification consiste à donner l'assurance écrite de la conformité du produit à ces exigences par un organisme certificateur indépendant et impartial.

- La méthode d'essai de durabilité est précisée dans la norme européenne NF EN 1824. Elle repose essentiellement sur une mise en œuvre des produits candidats à la certification sur une section de route ouverte à la circulation publique et sur la mesure des performances ainsi obtenues pour chacune des caractéristiques normalisées. Ce site-test, utilisé en France, est une section courante de la RN 2 entre les PR 16 et PR 20 sur la commune de Boissy-Fresnoy dans le département de l'Oise et exploitée à 2 x 2 voies. Selon leur besoin, les différents fournisseurs viennent tester leur nouveau produit afin de les classer et les certifier pour un usage sur les voies publiques ouvertes à la circulation.

- Les produits de marquage routiers sont soumis aux sollicitations du climat, de l'exploitation et du trafic routier. Les performances des produits sont mesurées à l'état neuf et après essai de durabilité, soit après au moins un cycle climatique complet pour les produits permanents.

- De plus, et contrairement aux méthodes de laboratoire, les essais routiers permettent de valider la capacité des produits, à être mis en œuvre de façon satisfaisante et compatible avec l'exploitation routière. On vérifie par des essais sur site routier que les produits peuvent être appliqués de façon maîtrisée (régularité des dosages). On s'assure également que les produits *« fonctionnent bien »* et qu'ils sont capables de sécher correctement afin de permettre une remise en circulation de la chaussée marquée.

Figure 1 : La RN 2 et les tests de produits

Le processus de certification d'un produit est le suivant :

- Les produits candidats à la certification sont soumis à des essais routiers validant leur mise en œuvre, leurs performances initiales (performances mesurées après application sur site) et leur durabilité (performances mesurées après une période d'exposition au climat et au trafic routier).

- Chaque produit dispose d'un emplacement (ou repère d'essais) sur le site d'essais routiers permettant de l'appliquer en une colonne transversale de neuf marques dans le profil en travers de la chaussée. Les marques des repères sont appliquées en voie lente et en voie rapide de façon à exposer les produits de marquage à une abrasion dépendant du nombre de passages de roues de véhicules légers ou lourds. Les zones d'implantation des marques sont déterminées pour chaque classe de roulage attendue après essai de durabilité.

- Plus la classe de roulage est élevée, et plus le produit est susceptible d'être fonctionnellement durable, c'est-à-dire de conserver des performances minimales dans des conditions plus sévères. La durabilité du produit est évaluée en combinant l'exposition au trafic routier via les classes de roulage, les effets du climat (température, soleil, précipitations) et les effets de l'exploitation routière (viabilité hivernale en particulier).
- Les essais d'application du produit portent à la fois sur la régularité des dosages et le temps de séchage du produit. L'application du produit est validée si les dosages mesurés sont suffisamment réguliers (respect d'une plage autour d'une valeur cible). En cas de non-respect des tolérances prévues, le produit est éliminé.
- Le séchage du produit est mesuré sur site en conditions réelles selon une méthode normalisée avec une roue lestée. Le principe de l'essai consiste à vérifier que le marquage peut être roulé sans que la roue n'entraîne de quantité consistante de produit. Le délai écoulé entre l'application du produit et cet essai correspond au temps de séchage.

Figure 2 : Exemple de mesure du séchage du produit

- Les produits, dont l'application a été validée, font l'objet de prélèvements destinés à caractériser la formulation du produit et à vérifier son aptitude au stockage prolongé. Leur analyse en laboratoire permet de déterminer leur composition chimique qui servira de référence pour juger de la conformité ultérieure du produit.
- La conformité de la fabrication du produit est évaluée par une inspection du site de fabrication. À l'issue des essais produits et de l'inspection du site de fabrication, les produits ayant répondu aux exigences de la marque sont certifiés NF.
- On vérifie ensuite chaque année que le produit commercialisé continue à respecter les exigences de la marque NF (analyse du produit prélevé dans le circuit de diffusion et des inspections des usines). En cas de non-conformités, le certificat du produit peut être suspendu, voire retiré définitivement.

Figure 3 : Mise en place de nouveaux produits candidats à la certification sur la RN 2 provisoirement déviée à la circulation.

9. Les conséquences

Chaque maître d'ouvrage doit respecter les obligations suivantes :

- Un produit non certifié NF 058 par l'ASCQUER ne peut pas être employé sur les routes du domaine public routier français en dépit de son éventuel marquage CE.
- Les produits utilisés doivent faire l'objet d'une certification NF 058, caractérisée par une attestation de droit d'usage de la marque NF accompagnée de sa fiche technique de certification.
- Dans les pièces contractuelles de sa commande, les spécifications relatives à l'identification des produits de marquage qu'il achète ou qu'il entend disposer, ne peuvent se référer qu'aux seuls produits certifiés NF 058 et pour les seules caractéristiques définies par la norme européenne NF EN 1436.

10. La jurisprudence liée à la signalisation horizontale

Le présent chapitre n'évoque que les grands principes qui régissent le régime de responsabilité administrative.

De par la rédaction des textes législatifs et réglementaires, la responsabilité de la sécurité des usagers de la route incombe principalement aux personnes morales responsables de la gestion du domaine public routier et, dans une moindre mesure, aux personnes morales dépositaires de l'autorité de police de la circulation.

Le régime de responsabilité du fait des travaux et ouvrages publics, dégagé par la jurisprudence.

La responsabilité pour faute présumée du gestionnaire

Lors d'un accident survenu à un usager sur une voie publique, la victime du dommage doit, au préalable, apporter la preuve de l'existence d'un préjudice réel puis la preuve du lien de causalité entre le dommage et l'ouvrage.

Dans un deuxième temps, la responsabilité de la collectivité va être engagée avec une présomption de défaut d'entretien normal de cet ouvrage par son gestionnaire. Cette notion s'appuie sur le principe de la faute présumée.

Chaque fois que la faute est présumée, le requérant est dispensé d'en établir la réalité. Il y a renversement de la charge de la preuve et c'est au gestionnaire de prouver qu'il a normalement entretenu son ouvrage pour lui permettre de réduire ou d'annuler sa part de responsabilité.

On remarquera que c'est la responsabilité de la personne morale en charge de la gestion de la voirie qui est recherchée en cas d'insuffisance de signalisation routière, plus que celle détentrice du pouvoir de police de la circulation du fait de la spécificité de la notion de *« défaut d'entretien normal »*.

Le défaut d'entretien normal

Selon la jurisprudence administrative, c'est le fait, pour le gestionnaire, de ne pas avoir, compte tenu des moyens dont il disposait, supprimé ou signalé un danger, excédant ceux auxquels les usagers doivent s'attendre à rencontrer et contre lesquels il leur appartient de se prémunir par des précautions adéquates.

Lorsqu'un usager met en cause le gestionnaire d'une voie pour défaut d'entretien normal, c'est au gestionnaire d'apporter la preuve de l'entretien normal et donc la preuve des actions qu'il a pu engager.

Si le gestionnaire se trouve dans l'impossibilité de prouver les actions qu'il a entreprises, quand bien même il les aurait réellement entreprises, l'absence de preuve des actions engagées équivaudra

juridiquement à une absence d'actions purement et simplement, donc à un défaut d'entretien normal. La défense des intérêts du gestionnaire de la voie devant les juridictions dépendra donc étroitement des conditions dans lesquelles seront formalisés les documents relatant les actions entreprises par le gestionnaire (formalisation d'une politique d'entretien, surveillance, intervention, pose d'une signalisation, etc.), puis leurs conditions de conservation et d'archivage.

La notion de défaut d'entretien normal recouvre le cas où l'administration n'a pas entretenu l'ouvrage, mais elle peut aller au-delà et couvrir le vice de conception de l'ouvrage, les vices dans l'aménagement de l'ouvrage, son fonctionnement défectueux ou la signalisation insuffisante d'un danger.

Les quelques cas analysés des arrêts des cours administratives d'appel en matière de signalisation horizontale font effectivement référence à la notion couramment admise du bon entretien et de son caractère visible, mais également à celle du non-respect des règles officielles édictées au sein de l'IISR.

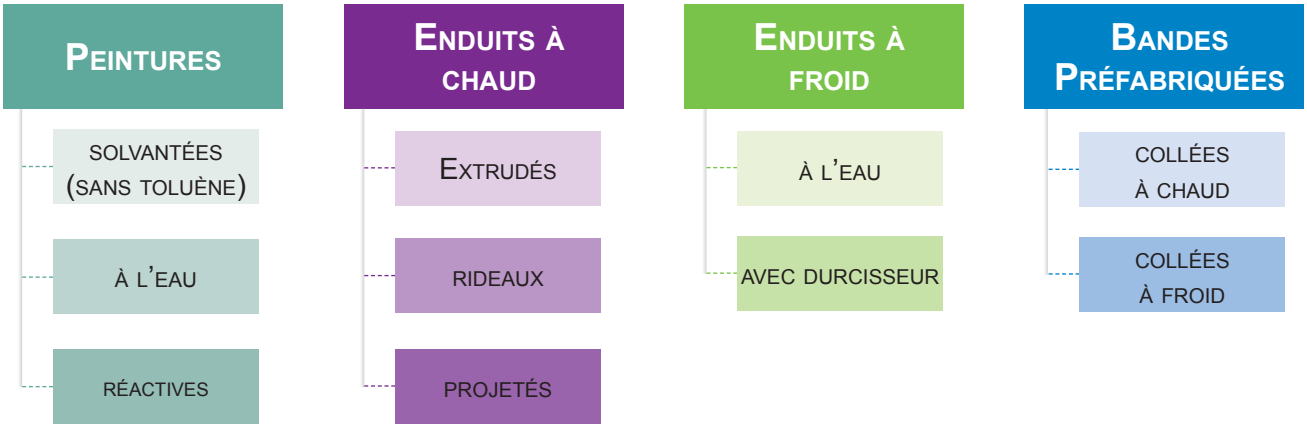
À titre d'exemple :

Ont été considérés comme défaut d'entretien normal, l'absence de signalisation horizontale dans le cas de la présence d'un ralentisseur qui n'était pas revêtu de peinture blanche, de même l'absence de marquage d'une bande STOP en accompagnement du panneau AB4.

II. Les Produits

1. Les produits utilisés pour le marquage

Il existe quatre grandes familles de produits de marquage basées sur des technologies différentes et correspondant à des besoins particuliers.



Un produit de marquage est principalement structuré autour d'une matrice composée d'un liant, de charges, de pigments et d'adjuvants. Chaque produit se différencie selon le mode de formation du film qui va venir adhérer au sol support.

Peuvent être ajoutées :

- Des micro billes de verre pour assurer la visibilité de nuit (rétro-réflexion des ondes lumineuses des phares des véhicules),
- Des charges pour assurer l'anti-glissance des produits.

L'ajout de billes ou de charges joue un rôle important dans la durabilité du marquage (cf. -3).

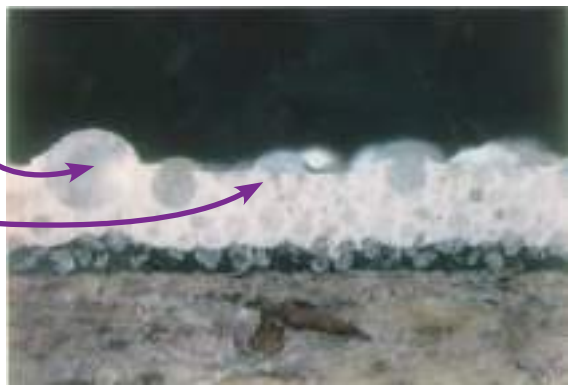


Figure 4 : Illustration montrant la présence de billes de verre et de charges

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des différents constituants d'un produit de marquage

ÉLÉMENTS	RÔLE PRINCIPAL
LIANT (ou résine, ou polymère ...)	Constitué de résine et de plastifiant, le liant agglomère les charges du produit de marquage lorsque le film est durci. Il constitue la partie organique du produit de marquage. Le liant assure l'adhérence du film au support et sa durabilité. Il influence en grande partie les caractéristiques physico-chimiques du film.
PIGMENT	Matière minérale ou organique pulvérulente, insoluble dans le milieu. Il est utilisé en raison de son pouvoir colorant ou opacifiant. Le pigment le plus important utilisé dans les produits blancs est le dioxyde de titane (TiO_2). La finesse du pigment et l'indice de réfraction élevé du TiO_2 en font un produit majeur mais rare et impactant pour l'environnement.
CHARGES	Substances minérales souvent d'origine naturelle, insolubles dans le milieu et en général d'une taille plus importante que les pigments, les charges constituent une partie inerte du produit de marquage, un remplissage sans rôle particulier dans la formation du film, hormis à de rares exceptions. Elles contribuent au pouvoir couvrant du produit et apportent éventuellement une rugosité de surface.
SOLVANT	Constituant liquide volatil ayant la propriété de dissoudre le liant, il est uniquement présent dans les peintures et contribue à donner à celles-ci la fluidité nécessaire pour une application dans les meilleures conditions. Il s'évapore lors du séchage du film. Le diluant se singularise du solvant en ce sens qu'il ne dissout pas le liant.
ADDITIFS	Substances incorporées à faibles doses dans les produits de marquage pour en améliorer certaines qualités lors de la fabrication, lors du stockage ou lors de l'application. Ils constituent le savoir-faire d'un fabricant.
BILLES DE VERRE	Les billes de verre introduites en pré-mélange dans certains enduits à chaud ou à froid assurent la continuité de la rétro-réflexion et participent à l'anti-glissance du produit.

Les grandes familles de produits de marquage

Elles se définissent par :

A - La nature du produit et le mode de formation du film (durcissement) :

- Évaporation du solvant : eau, solvant sans toluène…
- Réaction entre un produit et un durcisseur (catalyseur) : Doses de peroxyde mélangées au produit juste avant ou pendant l'application sur le support, ou saupoudrage/injection de billes enrobées de peroxyde.
- Refroidissement sur le support : Produit chauffé qui refroidit une fois appliqué sur le support.
- Produit préfabriqué.

B - La technique d'application et le matériel à utiliser :

- Application manuelle à la spatule.
- Application manuelle rouleau ou automatisée, machine pneumatique ou airless.
- Fondoirs et application machine automatisée ou non pour produits à chaud.
- Collage à froid ou à chaud.

On les classifie par :

- Par nature chimique (acrylique, alkyde, colophane, résine de pétrole …).
- Par le mode de formation du film (polymérisation, séchage physique, coalescence …).
- Par le mode d'application (pneumatique, airless, extrudé …).
- Par les performances (anti-glissance, rétro-réflexion, durabilité, visibilité, chromaticité).
- Par segment de marché (travaux neufs, maintenance, embellissement, urbain, autoroutier …).

La nomenclature ASCQUER est basée sur la technique de mise en œuvre

Mise en œuvre *« à froid »* **:**

- Ps : Peinture solvantée.
- Pe : Peinture à l'eau.
- Pr : Peinture réactive.
- EF : Enduit à froid.

Mise en œuvre *« à chaud »* **:**

- ECE : Enduit à chaud extrudé.
- ECP : Enduit à chaud projeté.
- ECR : Enduit à chaud en rideau.

Bandes préfabriquées :

- BPc : Bande préfabriquée collée à froid.
- BPt : Bande préfabriquée thermocollée.

En 2017, le marché français se décomposait de la façon suivante, selon les différentes technologies :

Tableau 2 : Décomposition du marché français (Source : ASCQUER, 2017)

PRODUITS NF 2015	TONNAGE	% EN POIDS	% EN SURFACE
PEINTURES	16 212	54 %	88 %
ENDUITS À CHAUD	8 927	30 %	8 %
ENDUITS À FROID	3 528	12 %	3 %
BANDES PRÉFABRIQUÉES	1 242	4 %	1 %
TOTAL	**29 909**	**100 %**	**100 %**

Échelle de prix et de durabilité

a. Les peintures

Ce sont des produits liquides contenant des solides en suspension dans un solvant. Leur séchage se fait par évaporation du solvant. Leur application est dite *« à froid »*.

Leur fabrication est automatisée par addition en débit contrôlé des matières premières dans un mélangeur et malaxées suivant un temps donné.

Figure 5 : Ajout des matières premières dans le mélangeur

Figure 6 : Ajustement viscosité

Figure 7 : Conditionnement

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des principaux constituants des peintures

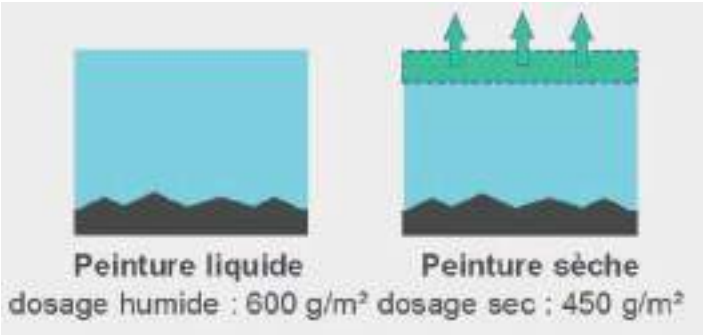
ÉLÉMENT	TAUX (EN %)	NATURE
LIANTS	10-15	Acrylique, styrène-acrylique, alkyde, caoutchouc chloré, résine réactive, …
PIGMENTS	10-20	Dioxyde de titane (blanc) Pigments organiques (couleurs),
CHARGES	50	Carbonate de calcium, dolomie, talc, silice ...
SOLVANT	20-30	Cétones, Esters, …, Eau
ADDITIFS	1-3	Diverses, selon le savoir-faire du fabricant

La qualité et la performance d'une peinture dépend des différentes proportions choisies par le fabriquant.

Il existe trois familles de peintures détaillées ci-dessous

Les peintures solvantées :

Après application du produit, les solvants s'évaporent, le séchage en surface est obtenu en quelques minutes, le séchage à cœur peut prendre quelques heures.



Les peintures à l'eau :

Après application du produit, le séchage en surface est rapidement obtenu par évaporation de l'eau et coalescence du produit. Le séchage à cœur peut prendre quelques heures suivant les conditions de température, d'hygrométrie et de vent.

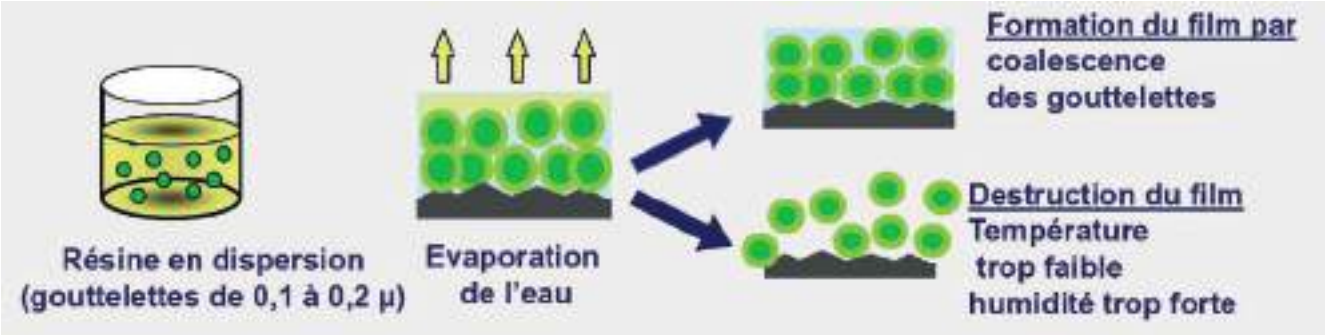


Figure 8 : Schéma de séchage des peintures à l'eau

Les peintures réactives :

Ce sont des produits à deux ou trois composants dont le séchage ne dépend pas d'une évaporation de solvants mais d'une réaction chimique, la polymérisation. Elle est déclenchée par un initiateur ou un catalyseur (le peroxyde).

100% du produit appliqué reste sur la route, et le temps de prise (15 à 20 minutes) dépend moins des conditions climatiques.

b. Les enduits à chaud

Parfois dénommés produits thermoplastiques, ce sont des produits solides sous forme de poudres. Leur séchage se fait par refroidissement au contact de la chaussée. Leur application est dite *« à chaud »*.

Leur fabrication est automatisée par addition en débit contrôlé des matières premières dans un disperseur et mélangées suivant un temps donné.

Figure 9 : Vue extérieure du mélangeur

Figure 10 : Vue intérieure

Il s'agit d'un mélange de poudres : résines, charges, pigments et additifs qui sont ensuite conditionnés en sacs thermo-fusibles faisant partie de la formule.

Ces produits nécessitent d'être fondus dans un fondoir entre 180 et 200°C avant d'être mis en œuvre et nécessitent du matériel spécifique.

Tableau 4 : Tableau des principaux constituants des enduits à chaud

ÉLÉMENT	TAUX (EN %)	NATURE
LIANTS	10-15	Résine d'Hydrocarbure (C5) – Ester de la colophane Polymère de renfort (PE, EVA, SBS…)
PIGMENTS	5-10	Dioxyde de titane (blanc) – Pigments organiques (couleurs)
CHARGES	40-50	Carbonate de calcium dolomie, talc, silice, sable,
BILLES DE VERRE	20-40	Billes de verre en pré-mélange pour certains produits pour assurer la rétro-réflexion dans le temps.
ADDITIFS	1-3	Diverses, selon le savoir-faire du fabricant

Il existe trois familles d'Enduits à chaud

Les Enduits À Chaud – Extrudés :

Ils ne permettent pas de grands rendements. Leur dosage d'application est élevé : entre 4 et 6 kg/m² et n'est pas vraiment contrôlable par l'opérateur.

Le temps de séchage est très rapide (1 minute)

Figure 11 : Illustration de l'application d'enduits à chaud extrudés

Les Enduits À Chaud – En rideaux :

Basée sur la même technologie que les enduits à chaud extrudés, leur formule plus riche permet une extrusion à plus grand rendement à l'aide de machines autoportées. Les dosages restent élevés (3 à 4 kg/m²), les vitesses d'application restent faibles pour ne pas déchirer le film de produit lors de l'application.

Figure 12 : Exemple d'application d'enduits à chaud en rideaux

Les Enduits À Chaud – Projetés :

Ce sont des produits plus riches permettant une application à grand rendement, le produit sous pression est pulvérisé sur la route à l'aide d'une machine autoportée ou d'un camion applicateur. Les dosages d'application peuvent être plus faibles (entre 1 et 2 kg/m²) et peuvent être contrôlés.

Figure 13 : Exemple d'application d'enduits à chaud projetés

c. Les enduits à froid

Ce sont des produits visqueux dont le séchage est obtenu par prise chimique après mélange éventuel avec un catalyseur (peroxyde). Leur application est dite *« à froid »* et peut être faite manuellement à la spatule, au rouleau ou mécaniquement avec une machine spécifique. Ce sont des produits extrêmement résistants, leur séchage dépend peu des conditions climatiques et est assez longue (15 à 20 minutes).

Tableau 5 : Tableau des principaux constituants des enduits à froid

ÉLÉMENT	TAUX (EN %)	NATURE
LIANTS	10-15	Résine d'Hydrocarbure (C5) – Ester de la colophane – Polymère de renfort (PE – EVA – SBS…)
PIGMENTS	5-10	Dioxyde de titane (blanc) Pigments organiques (couleurs)
CHARGES	40-50	Carbonate de calcium dolomie, talc, silice, sable…
BILLES DE VERRE	20-40	Billes de verre en pré-mélange dans certains produits pour assurer la rétro-réflexion dans le temps et la maniabilité du produit fondu.
ADDITIFS	1-3	Diverses, selon le savoir-faire du fabricant

Deux familles d'Enduits à froid

Les enduits à froid avec durcisseur

Principalement utilisés en milieu urbain pour des marquages transversaux très sollicités : stop, cédez le passage, passages piétons.

Les enduits à froid à l'eau

Des enduits à froid manuels à l'eau (sans catalyseur) ont été développés. Leurs domaines d'emploi sont identiques aux enduits à froids avec durcisseur. Seul le temps de séchage diffère, il est en effet très tributaire des conditions climatiques lors de l'application.

Figure 14 : Application d'enduits à froid

d. Les bandes préfabriquées

Deux familles de bandes préfabriquées

Les bandes collées à froid

Sous forme de rouleaux de largeurs différentes suivant la demande, elles forment un système autocollant complet que l'on applique sur le support par pression.

Leur adhésion est immédiate avec ou sans couche préalable de primaire suivant le type de bande ou la qualité du support.

Figure 15 : Schéma descriptif de bandes collées à froid

L'utilisation de billes céramiques et leur composition leur confère une très longue durabilité et pour certains la VNTP.

En utilisation temporaire, ces bandes peuvent être enlevées sans équipement spécifique et sans traces résiduelles sur la chaussée.

Leur pose peut être facilitée par des machines spéciales

Figure 16 : Illustration d'une bande collée à froid

Les bandes collées à chaud

Marquage en thermoplastique préformé sous forme de lignes, de symboles ou en rouleaux appliqué sur le support à l'aide d'un chalumeau. L'adhésion est immédiate après avoir été chauffée.

Ces produits sont notamment destinés aux marquages spéciaux – flèches, logos, lettrages...– ou à certains linéaires – passages piétons, cédez-le-passage, lignes zigzag bus…

Un primaire peut être utilisé suivant la nature du support ou du type de bande, son utilisation est spécifiée dans la fiche technique de certification.

Les bandes préfabriquées thermocollées sont certifiées avec ou sans ajout de saupoudrage. L'épaisseur (environ 3 mm) leur confère une très bonne durabilité lorsque des charges antidérapantes et des billes sont incorporées et saupoudrées en usine.

Figure 17 : Illustration de bandes collées à chaud

2. Compatibilité des produits entre eux

En règle générale, il vaut mieux privilégier l'entretien des produits à froid (peintures et enduits à froid) par des produits à froid et l'entretien des produits à chaud par des produits à chaud, afin d'éviter les risques de dilatation différentielles des produits.

Le choix initial d'un produit doit être fait en fonction des besoins, mais il conditionne également la politique de marquage et d'entretien de celui-ci. Une bonne coordination entre les services travaux neufs et entretien est ainsi essentielle.

Tableau 6 : Tableau récapitulatif de la compatibilité des produits

NOUVELLE COUCHE / ANCIEN SUPPORT	PEINTURES (Solvantées)	PEINTURES (à l'eau)	PEINTURES (Réactives)	ENDUITS À CHAUD (Extrudés/ En rideau / Projetés)	ENDUITS À FROID (Eau / Durcisseur)	BANDES PRÉFA. (Thermo Collées)	BANDES PRÉFA. (Collées à froid)
Peintures (Solvantées / à l'eau / Réactives)	OUI	OUI	OUI	Possible mais	OUI	Possible mais	OUI
Enduits à chaud (Extrudés / En rideau / Projetés)	Possible mais	OUI	Déconseillé	OUI	Déconseillé	OUI	Déconseillé
Enduits à Froid (Eau ou Durcisseur)	OUI	OUI	OUI	Possible mais	OUI	Déconseillé	Possible mais
Bandes Préfabriquées (Thermo-collées)	Possible mais	OUI	Déconseillé	OUI	Déconseillé	Possible mais	Déconseillé
Bandes Préfabriquées (Collées à froid)	Possible mais	OUI	Déconseillé	Déconseillé	Déconseillé	Déconseillé	Possible mais

Ce tableau est à utiliser avec discernement et ne peut justifier des prises de position dogmatique.

Les appréciations « *Possible mais* » et « *Déconseillé* » sont à moduler notamment selon l'usure et la qualité résiduelle des produits existants.

Cette qualité peut être appréciée à dire d'experts – personnels issus des laboratoires publics ou privés, des sociétés de fabrication des produits ou disposant d'une expérience professionnelle reconnue – en repérage direct sur le chantier.

Les réserves et les conseils de non-emploi sont explicités dans le tableau ci-dessous ainsi que les moyens de lever les objections émises.

Tableau 6 : Réserves et conseils de non-emploi

PRODUIT SUR PRODUIT	RISQUES IDENTIFIÉS	LA RÉSERVE PEUT ÊTRE LEVÉE SI :
Possible mais		
Une peinture solvantée (film dur) sur un enduit à chaud.	Fissurations du film de peinture et départs en plaques prématurés.	Ancien marquage très usé et test préalable recommandé.
Une peinture solvantée sur des bandes préfabriquées.	Dégradation de la bande préfabriquée et de sa colle, entrainant des arrachements sous trafic.	Test préalable recommandé.
Un enduit à chaud sur une peinture.	Défaut d'adhésion.	Emploi d'un primaire d'accrochage selon les conditions locales.
Un enduit à chaud sur un enduit à froid.	Défaut d'adhésion et départs en plaques prématurés.	Emploi d'un primaire d'accrochage et test préalable recommandé.
Une bande préfabriquée thermocollée sur une peinture.	Défaut d'adhésion.	Emploi d'un primaire d'accrochage selon les conditions locales.
Une bande préfabriquée sur une ancienne bande préfabriquée.	Défaut d'adhésion si l'ancienne bande n'est pas suffisamment usagée et/ou surépaisseur non compatible avec une exigence de sécurité routière.	Enlèvement préalable de la bande et test préalable recommandé.
Déconseillé		
Une peinture réactive sur un enduit à chaud.	Défaut d'adhésion et départs en plaques prématurés.	Ancien marquage très usé et test préalable recommandé.
Une peinture réactive sur une bande préfabriquée.	Défaut d'adhésion et départs en plaques prématurés.	Ancien marquage très usé ou préventivement enlevé. Test préalable recommandé.
Un enduit à chaud sur une bande préfabriquée collée à froid.	Départs en plaques prématurés.	Enlèvement des anciennes bandes. Test préalable recommandé.
Un enduit à froid sur un enduit à chaud ou sur des bandes préfabriquées.	Défaut d'adhésion et départs en plaques prématurés.	Ancien marquage très usé ou préventivement enlevé. Test préalable recommandé.
Une bande préfabriquée directement sur l'ancienne bande.	Surépaisseur du produit non compatible avec une exigence de sécurité routière.	Enlèvement préventif des anciennes bandes.
Une bande préfabriquée collée à froid sur des.	Départs en plaques prématurés.	Test préalable recommandé.
Une bande préfabriquée collée à froid sur une bande thermocollée.	Départs en plaques prématurés et/ou surépaisseur non compatible avec une exigence de sécurité routière.	Enlèvement des anciennes bandes. Test préalable recommandé.

3. Les produits de saupoudrage

a. Les billes de verre

Les billes de verre sont un élément essentiel d'un système de marquage. Elles font partie intégrante du système certifié. De plus, les micro billes de verre doivent bénéficier d'un marquage CE selon la norme NF EN 1423.

Les billes de verre permettent de rendre un marquage rétroréfléchissant. C'est la rétro-réflexion des feux de croisements des véhicules, dans les billes de verre du marquage qui le rend visible de nuit. Afin d'assurer une rétro-réflexion de bonne qualité, il faut que les billes soient sphériques (taux de billes sphériques ≥ 80%), le taux d'impureté présent dans le verre doit être le plus bas possible et l'indice de réfraction du verre doit être supérieur ou égal à 1,5. La nature du verre lui-même lui permet d'être résistant à la plupart des agressions acides ou autres.

Les billes de verres peuvent être traitées afin de renforcer l'accrochage chimique des billes sur/dans le produit de marquage et de contrôler leur enfoncement, ce qui a un effet direct sur les performances et la durabilité du marquage.

Elles ont également un rôle de protection du marquage : un marquage billé est plus résistant et donc plus durable qu'un marquage non billé.

Tableau 7 : Effets sur le marquage selon les billes utilisées

BILLES UTILISÉES	EFFETS SUR LE MARQUAGE
Diamètre ≤ 1 mm	• Assurent la rétro-réflexion • Influencent les mesures d'anti-glissance • Augmentent la durée de vie des marquage (par rapport aux marquages sans bille)
Diamètre > 1 mm	En plus des effets précédents: • Assurent la Visibilité de Nuit par Temps de Pluie (VNTP)
En mélange avec des charges	En plus des effets décrits selon les classes granulométriques: • Améliorent la résistance à la glissance

Le principe de la rétro-réflexion par temps sec et par temps de pluie

La lumière des phares des véhicules traverse la bille de verre en étant déviée pour se réfléchir sur le fond du marquage puis revient vers le conducteur, rendant ainsi le marquage visible de nuit.

Par temps de pluie, les billes les plus petites sont rapidement recouvertes d'un film d'eau, ne permettant plus à la bille de rétroréfléchir la lumière reçue.

Afin de répondre à des besoins spécifiques des maîtres d'ouvrages, comme la visibilité d'une marque de nuit et par temps de pluie, les industriels ont développé des produits qui assurent cette fonctionnalité.

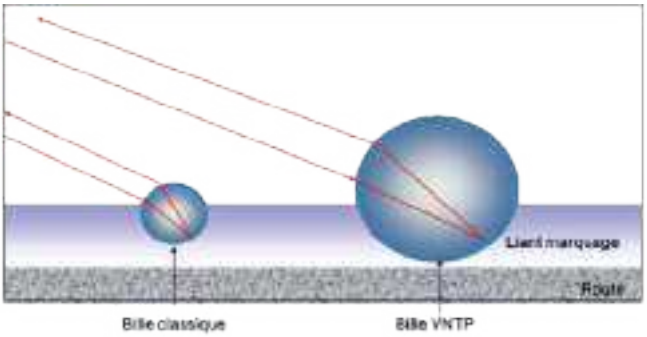


Figure 18 : Principe de rétro-réflexion des billes de verre

Pour que les propriétés de rétro-réflexion soient effectives sous la pluie, il faut donc :

- Soit utiliser des billes plus grosses (diamètre > 1 mm).
- Soit augmenter l'indice de réfraction n afin d'améliorer les performances de visibilité de nuit par temps de pluie. Selon la norme NF EN 1423, il existe 3 classes d'indice de réfraction :

Tableau 8 : Classes d'indice de réfraction

CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C
n ≥ 1,5	n ≥ 1,7	n ≥ 1,9

Les produits qui assurent cette propriété, sont classifiés par l'ASCQUER sous la dénomination VNTP de type a, à distinguer des produits VNTP de type b dits structurés tels que précisés au chapitre II-4.

La fabrication des microbilles

Les microbilles classiques ont un diamètre ≤ 1 mm et sont fabriquées à partir de verre de recyclage, essentiellement du verre de vitre. Les microbilles ne doivent pas présenter de traces de substances dangereuses de type arsenic, antimoine et plomb ; le taux maximal autorisé est 200 ppm.

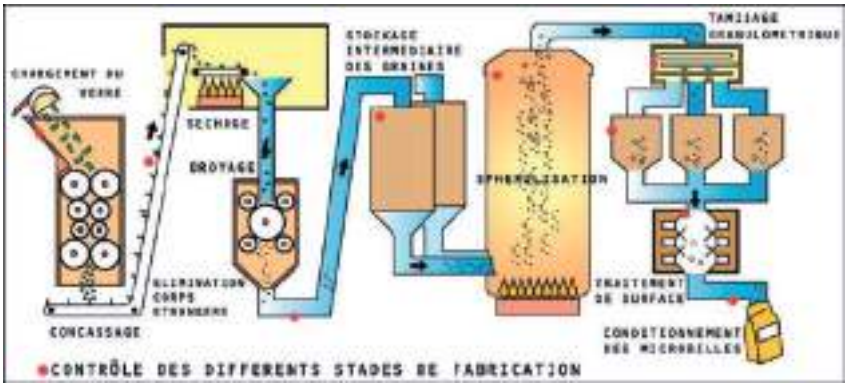


Figure 19 : Schéma de principe de la fabrication des billes de verre de diamètre ≤ 1 mm

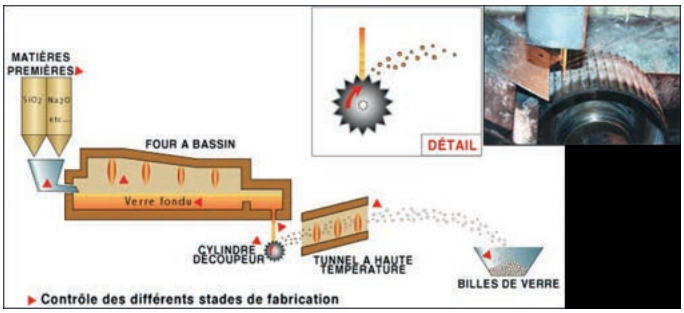


Figure 20 : Schéma de principe de la fabrication des billes de verre de diamètre > 1 mm

Les microbilles permettant la VNTP sont de diamètre > 1 mm et sont fabriquées à partir de silice et de certains oxydes métalliques. Ces matériaux permettent également d'obtenir un indice de réfraction supérieur.

Après leur fabrication, les microbilles reçoivent un traitement de surface pour améliorer l'accroche sur le produit de base (peinture à l'eau, peinture solvantée, enduits à froid, enduits à chaud). Les caractéristiques améliorées sont la flottaison, l'adhésion et la polymérisation (support du peroxyde de benzoyle).

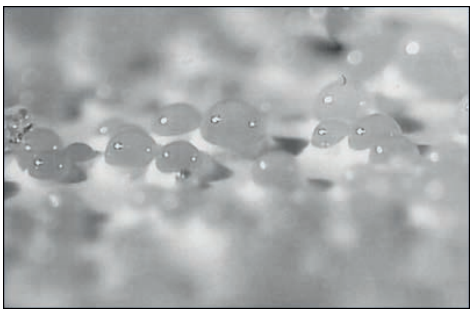


Figure 21 : Illustration d'un traitement flottant fort

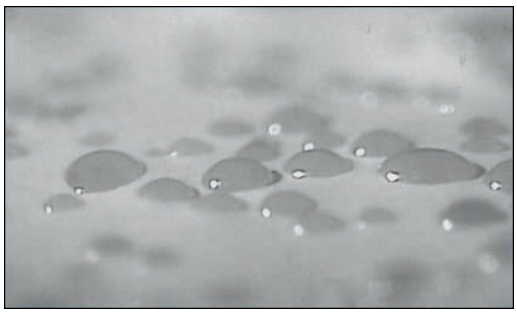


Figure 22 : Illustration d'un traitement adhérant fort

Les billes de verre reçoivent un traitement spécifique, pour optimiser leur efficacité, selon l'utilisation du produit de marquage sur lequel elles sont appliquées. Une mauvaise utilisation de ces billes peut entrainer une dégradation du marquage.

De plus, la dimension des billes doit être adaptée à la quantité de produit appliqué.

Plusieurs granulométries sont disponibles (chiffres en µm) :

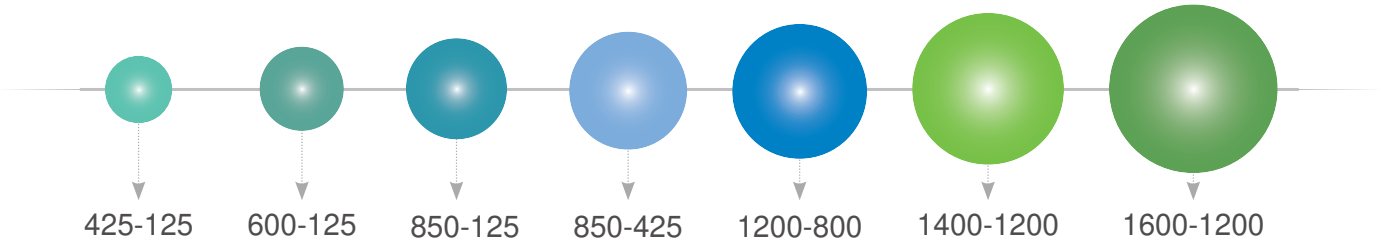


Figure 23 : Exemple de désignation de microbilles

L'enfoncement idéal d'une microbille de saupoudrage, dans le film de produit, se situe entre 50 et 60 %.

Ci-dessous sont indiquées les références utilisées dans les fiches de certification des produits :

Lors du processus de certification NF 058 des produits de marquage routier, c'est le couple produit de base + billes qui est certifié. De plus, les microbilles sont soumises à l'obligation de marquage CE pour être incorporées dans les produits de marquage.

C'est pourquoi seul le couple produit + microbille, tel qu'il est inscrit et décrit sur la fiche de certification, doit être utilisé sous peine de non-conformité du produit et de performance moindre du marquage réalisé.

b. Les charges anti-glissances

Comme les billes de verre, les charges anti-glissantes font partie du système « *produit de base + charges et/ou microbille + charges* » certifié NF.

Elles sont également soumises à l'obligation du marquage CE pour pouvoir être incorporées dans le système soumis à certification NF 058.

Seules les charges notées sur la fiche technique de certification peuvent être utilisées, au dosage préconisé, lors de la mise en œuvre du produit de marquage routier.

Les charges anti-glissantes sont produites soit à partir de galets calcinés puis broyés, soit à partir de grains de verre. Elles possèdent leur propre granulométrie.

Certains systèmes rétro-réfléchissants, pour lesquels une adhérence renforcée est recherchée, sont certifiés avec un mélange de billes de verre et de charges.

Les billes sphériques pour la rétro-réflexion.

Les charges pour l'anti-glissance.

Le mélanges des deux (billes + charges).

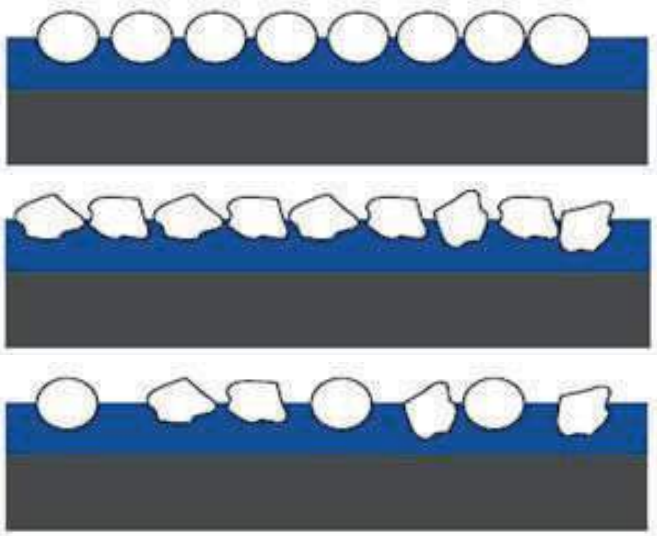


Figure 24 : Schéma explicatif des fonctions des produits de saupoudrage

4. Les marquages structurés : VNTP et DAS

D'autres produits plus ciblés ont été développés par les industriels, afin de répondre à des besoins spécifiques des maîtres d'ouvrages comme les propriétés de visibilité de nuit et par temps de pluie – VNTP – ou des fonctions d'alerte sonore – DAS.

À titre de rappel, pour les autoroutes, l'arrêté du 12 mars 2012 fait obligation aux concessionnaires et maîtres d'ouvrages délégués, d'équiper les rives droites des chaussées de dispositifs d'alerte sonore afin de lutter contre l'hypovigilance des usagers. Des prescriptions particulières précisent les modalités d'implantation de ces dispositifs.

Comme tout produit classé en *« dispositif de signalisation mis en œuvre sur chaussées circulées »*, les marquages structurés doivent respecter les dispositions du Code de la Voirie Routière et notamment leur certification selon les prescriptions de l'arrêté du 10 mai 2000. La certification en vigueur est précisée au cahier des charges de la marque NF 058.

La norme distingue deux familles de certification :

- La famille VNTP : avec un code de certification de type 1 R H P 78 b où la lettre P désigne le produit VNTP et la lettre b désigne le produit structuré à distinguer de la lettre a qui désigne un produit VNTP mais non structuré (cf. chapitre II-3-a). Ce produit présente une texture irrégulière et qui n'a pas de surface plane.
- La famille Dispositif d'Alerte Sonore : avec un code de certification de type DAS-3 R H 1592 b où le sigle DAS désigne le produit dispositif alerte sonore et la lettre b le produit structuré.

Sur le plan de la composition, on retrouve deux chimies possibles avec des Enduits à Froid – EAF – à plusieurs composants ou des Enduits à Chaud – EAC.

Sur le plan des fonctionnalités, on enregistre les produits suivants :

- Les marquages vibratoires et non sonores : type crépi ou boutons pour les axes, rives et travaux spéciaux.
- Les marquages vibratoires et sonores : type spot pour les rives et les travaux spéciaux.
- Les marquages vibratoires et très sonores : type barrettes pour les rives. Leur qualité sonore est mobilisée pour lutter contre l'hypovigilance du conducteur. Les barrettes ont une hauteur comprise entre 10 et 16 mm.

À noter : La mesure de l'anti-glissance sur les marquages réalisés par une structure en relief, VNTP de type b, n'est pas réalisable. Sur la fiche technique de certification délivrée par l'ASCQUER, la mention *« Non Mesurable »* est portée dans la colonne SRT.

Marquage VNTP en enduit à chaud : spot (principalement) et barrettes

Avantage

- Performances de rétro-réflexion plus durable
- Temps de séchage d'1 min
- Matériel spécifique mais multi usage
- Entretien en peinture
- Pas de déchets

Inconvénient

- Compatibilité des produits
- Usure différentielle du produit

Figure 25 : Exemple de marquage VNTP en enduit à chaud

Marquage VNTP en enduit à froid : spot

Avantage

- Durabilité (durée de vie du tapis)
- Entretien en peinture
- Compatibilité des produits

Inconvénient

- Machine très spécifique et dédiée aux marquages structurés
- Temps de séchage de 20 à 40 min
- Balisage fixe

Figure 26 : Exemple de marquage VNTP en enduit à froid : spot

Marquage VNTP en enduit à froid : crépi

Avantage

- Durabilité (durée de vie du tapis)
- Entretien en peinture
- Compatibilité des produits
- Non sonore, non vibratoire et drainant
- Entretien peinture à l'eau ou peinture réactive

Inconvénient

- Machine très spécifique et dédiée aux marquages structurés
- Temps de séchage de 20 à 40 min
- Balisage fixe

Figure 27 : Exemple de marquage VNTP en enduit à froid : crépi

Marquage VNTP en enduit à froid, DAS : barrettes

Figure 28 : Exemple de marquage VNTP en enduit à froid, DAS : barrettes

Avantage

- Durabilité (durée de vie du tapis)
- Entretien en peinture
- Compatibilité des produits

Inconvénient

- Machine très spécifique et dédiée aux marquages structurés
- Temps de séchage de 20 à 40 min
- Balisage fixe

Semelles et barrettes préfabriquées

Figure 29 : Exemple de semelles et barrettes préfabriquées

Avantage

- Remplacement ponctuel
- Durabilité

Inconvénient

- Balisage fixe
- Uniquement petites interventions

5. Une certification volontaire : la norme NF Environnement

Créée en 1991, la marque collective de certification NF ENVIRONNEMENT matérialise une certification de produits ou services au sens de l'article L.115-27 du code de la consommation.

Cette certification a pour objet d'attester la conformité des produits et/ou services aux documents normatifs nationaux, européens et internationaux les concernant, complétés, le cas échéant, par d'autres documents de référence dans les conditions définies par des référentiels de certification suivant une approche multicritère appliquée, en tant que de besoin, aux différents stades du cycle de vie des produits ou services.

La marque NF ENVIRONNEMENT est destinée à certifier que les produits, sur lesquels elle est apposée, présentent un impact négatif moindre sur l'environnement, et une qualité d'usage satisfaisante par rapport à d'autres produits analogues présents sur le marché. Le référentiel de certification est identifié sous le numéro NF 331. Il est accessible à tout demandeur dont les produits entrent dans le champ d'application des produits certifiés NF 058 et respectent les exigences décrites dans le référentiel. Il est d'application volontaire.

Les critères applicables aux produits

Les produits doivent répondre aux critères écologiques, d'aptitude à l'usage et d'information définis dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 9 : Critères applicables aux produits

CRITÈRES ÉCOLOGIQUES	
1 – Substances dangereuses	Les ingrédients (substances ou préparations) entrant dans la composition du produit ne doivent pas comprendre des substances soumises à étiquetages de danger selon une liste établie.
	Les conservateurs entrant dans la composition du produit peuvent contenir, dans la limite de 0,1% de la composition totale du produit, des substances soumises aux étiquetages de danger selon une liste établie.
	Les matières premières co-solvantées utilisées pour leurs propriétés d'accélération de séchage peuvent contenir, dans la limite de 3 % de la composition totale du produit, certaines substances.
	Les ingrédients (substances ou préparations) entrant dans la composition du produit ne doivent pas comprendre de substances à base d'arsenic, de cadmium, de chrome VI, de mercure ou de plomb.
	Les produits de signalisation horizontale des routes ne doivent pas comporter dans leur formulation les éthers de glycol selon la liste établie.
2 – Étiquetage de Danger	Les produits certifiés doivent être exempts des étiquetages de danger suivants une liste établie.
3 – Réduction des pertes matière	Les pertes totales de matières lors de la fabrication et du conditionnement du produit ne doivent pas dépasser 1,5 % en poids pour les lots de plus d'une tonne et 3 % en poids pour les lots de moins d'une tonne
4 – Traitement des déchets de fabrication	Les déchets de fabrication du produit visé par l'attribution de la marque, qui contiennent plus de 5 % en poids de matières organiques (liants, solvants, …) seront traités dans les installations classées…
5 – Teneur en pigments blancs minéraux	Le produit certifié NF 058 doit avoir une teneur en pigments blancs TiO2 inférieure ou égale à : - 200 g/m² de feuil sec pour une peinture, - 400 g/m² de feuil sec pour un enduit ou une bande préfabriquée.
	Les fournisseurs de TiO_2 devront s'engager sur l'honneur à respecter les critères liés à la production du TiO_2 selon les spécifications éditées.
6 – Teneur en COV	La teneur en COV doit être inférieure ou égale à 80 g/kg de produit fini hors eau.
7 – Teneur en Hydrocarbures aromatiques	La teneur en hydrocarbures aromatiques doit être inférieure à 0,5 % en poids dans la formulation.

Pour les critères d'usage et d'information, il convient de se reporter au référentiel NF 331 (se référer à l'annexe II : bibliographie).

Au jour d'établissement de ce guide, les produits contenus dans certaines peintures, solvantées ou réactives, ou dans certains enduits à froid avec réactifs, ne semblent pas compatibles avec les exigences de la norme.

La liste des produits et sociétés titulaires du label est disponible en ligne sur le site de l'AFNOR[2].

2 http://marque-nf.com/categories/equipements-de-la-route/nf-environnement-produits-de-signalisation-horizontale-nf331/

III. La mise en œuvre des produits

Les produits doivent être appliqués selon *« les règles de l'art »*. Leur mise en œuvre participe à la qualité des travaux.

Elle doit prendre en compte plusieurs paramètres :

- La nature du support d'application ;
- Le type de travaux, linéaires ou spéciaux, réalisés selon les différents types de produit ;
- Les conditions d'application, en particulier météorologiques ;
- La sécurité des hommes, des véhicules et du chantier.

1. Le support d'application : la couche de roulement

La couche de roulement ou support d'application constitue la surface de la chaussée. La mise en œuvre des produits de marquage doit prendre en compte la nature de cette couche de roulement appelée également revêtement.

Généralement, les revêtements routiers font appel à deux composants principaux :

- Les granulats (roches naturelles, sables, gravillons, pierre) ;
- Les liants (à base de bitume ou de ciment).

Les différentes combinaisons de ces composants entre eux et leur mise en œuvre conduisent à quatre grandes techniques de revêtement qui seront appliquées pour constituer la couche de roulement. Pour les enrobés à chaud, le béton bitumineux drainant - compte tenu de sa porosité - constitue une classe à part entière en terme de support d'application.

Cinq classes sont ainsi identifiées :

- **Enrobés à chaud** :
  - Béton bitumineux courants : BBSG – BBME – BBM – BBTM ;
  - Béton bitumineux drainant – BBDr ;
- **Matériaux Bitumineux Coulés à Froid** : Enrobé coulé à froid – ECF ;
- **Enduit superficiel d'usure** – ESU ;
- **Béton de ciment**.

Figure 30 : Application de produits bitumineux

Pour les chaussées en béton de ciment, la marque NF 058 spécifie un agrément particulier identifié avec la lettre C dans le numéro de certification du produit.

En matière de revêtement de surface, l'adhérence de la chaussée contribue directement à la sécurité des usagers. Aussi, la circulaire du 16 mai 2002 a encadré les valeurs d'adhérence des chaussées ouvertes à la circulation publique. Le contrôle s'effectue à travers la mesure de la Profondeur Moyenne de Texture – PMT – référence norme NF EN 13036-1.

Vis-à-vis du marquage routier, cette caractéristique influence la longévité de la marque du fait de la capacité plus ou moins grande du revêtement à absorber, par la présence des vides, le produit répandu.

Sur le site de certification des marquages routiers, chaque produit est testé selon les caractéristiques des revêtements de surface existants de la RN 2.

La valeur contractuelle de la PMT sur le site d'essai doit être comprise entre 0,85 et 1,1 mm. La valeur réelle de la PMT au cours de l'essai conventionnel figure expressément dans chacun des procès-verbaux de qualification des produits de marquage sous l'indication PMT (se référer à l'annexe *« Comment lire une fiche de certification »*).

Sur les routes dont les revêtements routiers ont de très fortes rugosités, mesurées ou estimées, (comme les enduits superficiels), il est recommandé de choisir des produits épais (enduits à chaud ou enduits à froid) ou des bandes préfabriquées.

Pour les revêtements routiers à forte rugosité, il est également possible d'adapter les dosages issus de la certification pour conserver une épaisseur théorique de film identique, en corrigeant l'augmentation de surface développée par une augmentation du dosage.

Tableau 10 : Rugosité du support en fonction de la valeur moyenne de PMT
(Source : *« Guide Enduits Superficiels d'Usure »* – IDRRIM, 2017)

QUALIFICATION RUGOSITÉ	VALEUR MOYENNE PMT	SURFACE DÉVELOPPÉE
« Lisse »	PMT < 0,8	< 100%
Normal	0,8 < PMT ≤ 1,2	1
Rugueux	1,2 < PMT ≤ 1,7	de 100% à 200%
Très rugueux	1,7 < PMT	> 200%

Sur une chaussée bidirectionnelle constituée d'un support en enduit superficiel d'usure, qualifié de très rugueux, il est recommandé de réaliser la bande axiale par une application du produit en deux passes, une pour chaque sens de circulation.

Le tableau suivant précise, par produit, les dispositions constructives à adopter en matière de dosage.

Tableau 11 : Dispositions constructives en matière de dosage

	ENROBÉS À CHAUD		ENROBÉS À FROID	ENDUITS SUPERFICIELS
	BBSG – BBTM	BB DRAINANT	MBCF	ESU
Peinture	=	+	+	++
Enduit à chaud	=	=	=	+
Enduit à froid	=	=	=	+
Bande Préfabriquée	Non concernée			

Légende : = se référer au dosage de la certification Evolution du dosage de + à ++

Ce tableau est à utiliser avec discernement. Il doit surtout inciter les maîtres d'ouvrages à mobiliser les compétences et les expériences des personnels identifiés comme *« experts »* ; voire à mettre en œuvre dans le cadre de leur marché de travaux, une planche d'essai qui permettra d'évaluer le meilleur dosage requis selon ses besoins.

Au cours du chantier, et avant application, les chaussées doivent être propres et sèches. Si le support est neuf, il est important de faire attention aux remontées des huiles de ressuage. Leur présence peut entrainer un risque d'encrassement des marques posées.

2. Application peinture à l'eau ou solvantée par machine

Travaux neufs ou entretien sous balisage mobile ou fixe

La technique dite traditionnelle sans saupoudrage

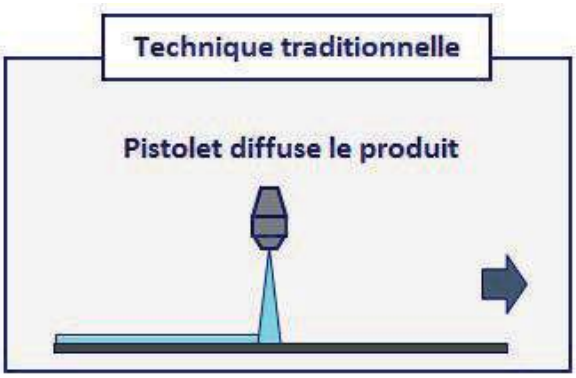


Figure 31 : Exemple d'application selon la technique traditionnelle

Le pistolet diffuse la peinture. Cette technique est utilisée pour des peintures solvantées et à l'eau.

La technique dite saupoudrage

La technique traditionnelle avec saupoudrage est utilisée aussi bien pour les peintures à l'eau que pour les peintures solvantées.

Un pistolet diffuse la peinture, puis un autre pistolet répand les billes sur le produit. On parle de saupoudrage.

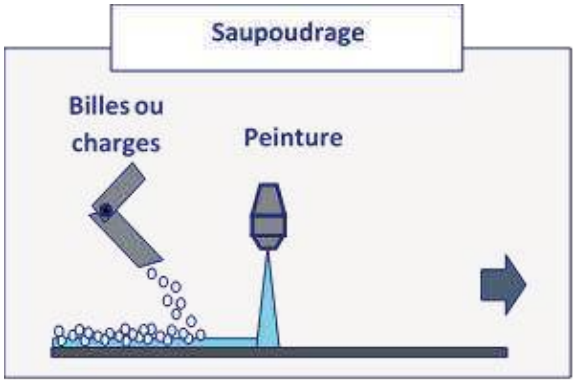


Figure 32 : Exemple d'application selon la technique dite de saupoudrage

Pour une peinture à l'eau, on peut utiliser la technique traditionnelle, c'est à dire une projection de la peinture puis un saupoudrage de billes car le temps de séchage de ce produit de marquage est faible tout en respectant les fenêtres d'application.

Dans le cas présent, c'est le produit utilisé qui détermine en partie le temps de séchage et donc l'impact sur une remise en circulation.

Pour l'application des peintures VNTP non structurées, la technique traditionnelle sera utilisée uniquement lorsque le produit sera certifié pour une même classe granulométrique de billes.

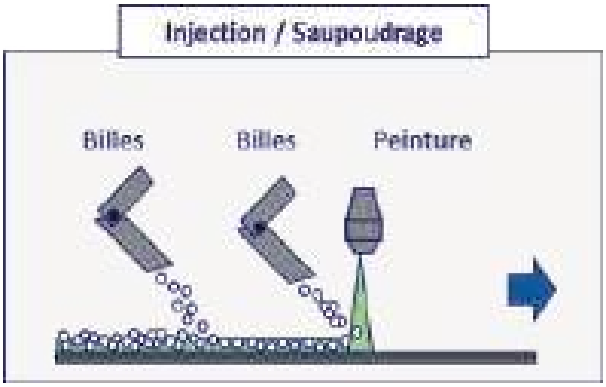
La technique dite injection et saupoudrage

Cette technique est utilisée aussi bien pour la peinture solvantée que pour la peinture à l'eau. Elle permet de réduire le temps de séchage par rapport à une application traditionnelle.

La machine est équipée d'un pistolet pour la peinture et de deux pistolets pour les billes. En simultanéité de la projection de la peinture, le pistolet n°1 injecte les billes au niveau du film de peinture. On parle d'injection.

Puis le pistolet n°2 saupoudre la couche de billes sur le produit. On parle de saupoudrage.

Cette technique d'application, qui permet de réduire le temps de séchage, diminue ainsi la gêne à l'usager. Elle est également utilisée pour les peintures VNTP.



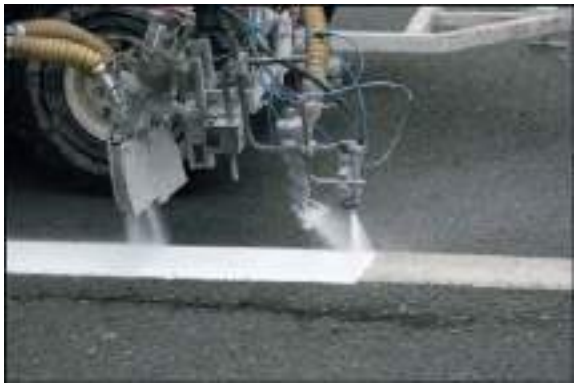


Figure 33 : Exemple d'application selon la technique dite d'injection et saupoudrage

La technique dite double saupoudrage

Cette technique s'applique pour les produits certifiés avec deux classes granulométriques de billes différentes. Il s'agit généralement des produits VNTP.

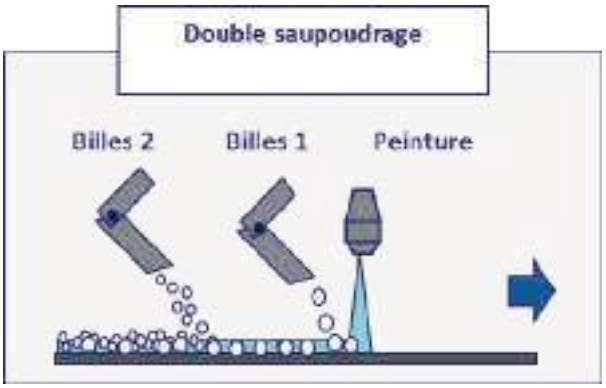


Figure 34 : Exemple d'application selon la technique du double saupoudrage

Cas particulier : des travaux en axes sur enduits superficiels

Dans le cas de peinture sur enduit superficiel, l'application reste traditionnelle pour les rives. En revanche, sur les axes de routes bidirectionnelles, il est recommandé une application en deux passes, une pour chaque sens de circulation comme le décrit le schéma ci-dessous.

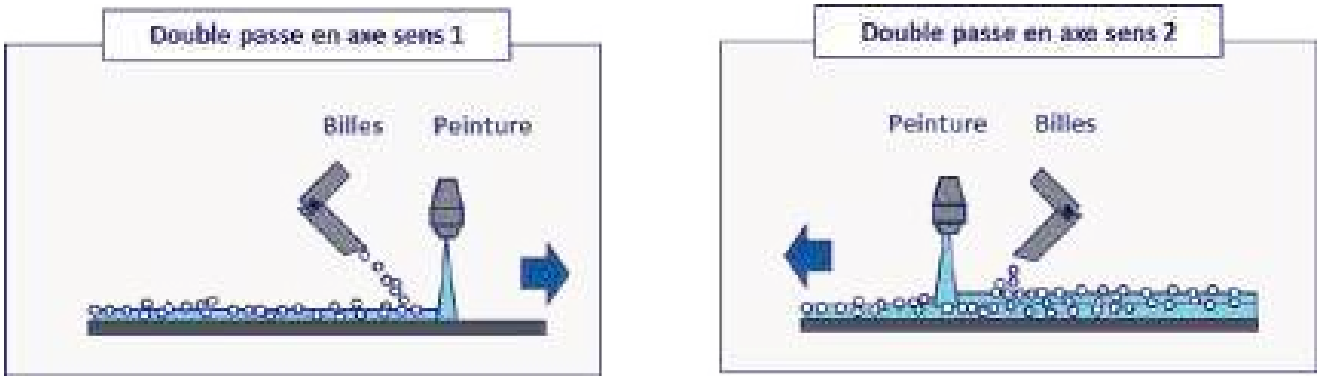


Figure 35 : Exemple d'application en double passe

Cette technique se met en œuvre nécessairement sous protection d'un balisage fixe.

3. Application de peinture réactive rétroréfléchissante par machine

Travaux neufs ou entretien sous balisage fixe

Le temps de séchage de la peinture réactive impose une mise en œuvre sous protection d'un balisage fixe. De plus, la composition du produit nécessite des techniques d'application particulières.

Technique dite liquide - bille

Le catalyseur – le peroxyde – est en fait lié ou accroché aux billes de verre. On parle de « *billes peroxydées* ». Le peroxyde vient alors provoquer la réaction de polymérisation de la peinture.

On utilise majoritairement la technique Injection – Saupoudrage pour répandre les billes.

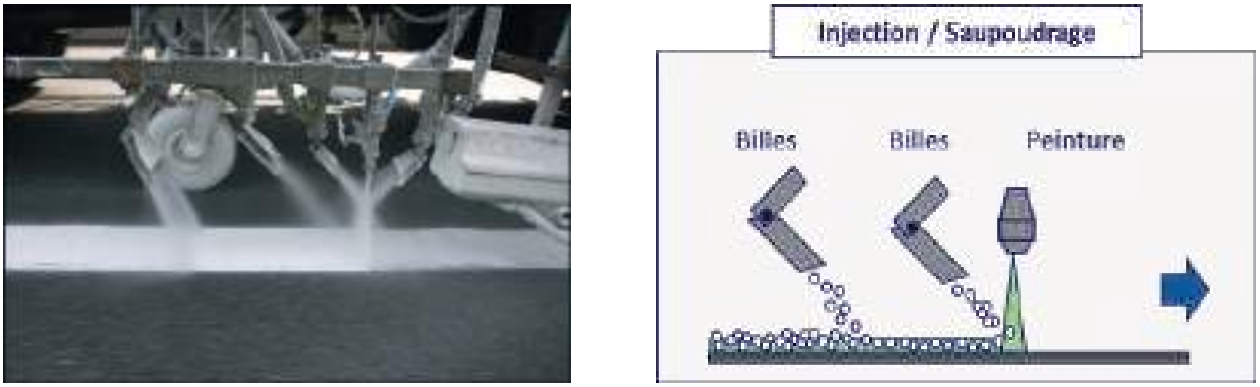


Figure 36 : Application selon la technique d'injection/saupoudrage

En travaux neufs, il faut prévoir une sous couche de peinture à faible grammage pour assurer le maintien du produit.

Technique dite liquide / solide

Les billes saupoudrées ne sont pas peroxydées. Le catalyseur est stocké dans la machine.

La machine est équipée d'une chambre de mélange sous pression. Le mélange est réalisé avant la pulvérisation (technique principale),

Technique dite liquide / liquide

Un double circuit peinture permet le mélange pendant la pulvérisation (technique jets croisés). Ce dernier déclenche la catalyse du produit.

On utilise la technique Saupoudrage pour répandre les billes.

En travaux neufs, il faut prévoir une sous couche de peinture à faible grammage pour assurer le maintien du produit.

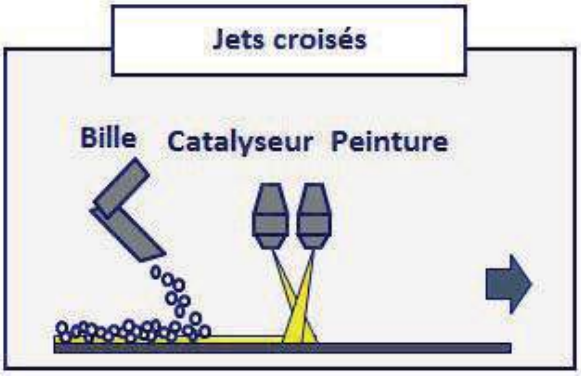


Figure 37 : Application selon la technique Liquide/Liquide

4. Application d'enduit à chaud rétroréfléchissant par machine

Le temps de séchage ultra rapide des enduits à chaud permet d'assurer une roulabilité quasi-immédiate.

Technique extrudée dite *« rideau »*

Le produit stocké dans la cuve est extrait par une vis sans fin vers une tête d'extrusion. Il coule en rideau sur la chaussée.

On utilise la technique Saupoudrage pour répandre les billes.

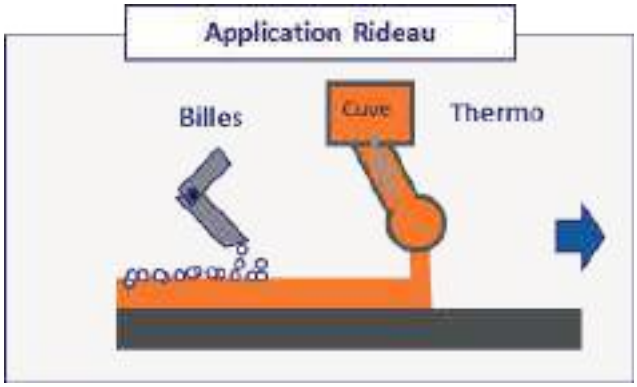


Figure 38 : Application d'enduit à chaud selon la technique extrudée

Technique projetée appelée *« spray »*

Le produit est sous pression dans une cuve. Il est pulvérisé par un pistolet sur la chaussée.

Cette application permet d'obtenir des rendements importants.

Afin d'obtenir une bonne définition du marquage, l'emploi d'une *« jupe »* autour du pistolet est nécessaire.

On utilise la technique du saupoudrage pour répandre les billes.

Figure 39 : Application d'enduit à chaud selon la technique du spray

Technique dite *« rideau »* pour enduits à chauds structures

Le produit est alimenté par une vis sans fin dans une tête d'extrusion et coule en rideau sur la chaussée en formant des spots structurés.

Ces produits VNTP peuvent être appliqués en balisage mobile compte tenu du temps de séchage des produits.

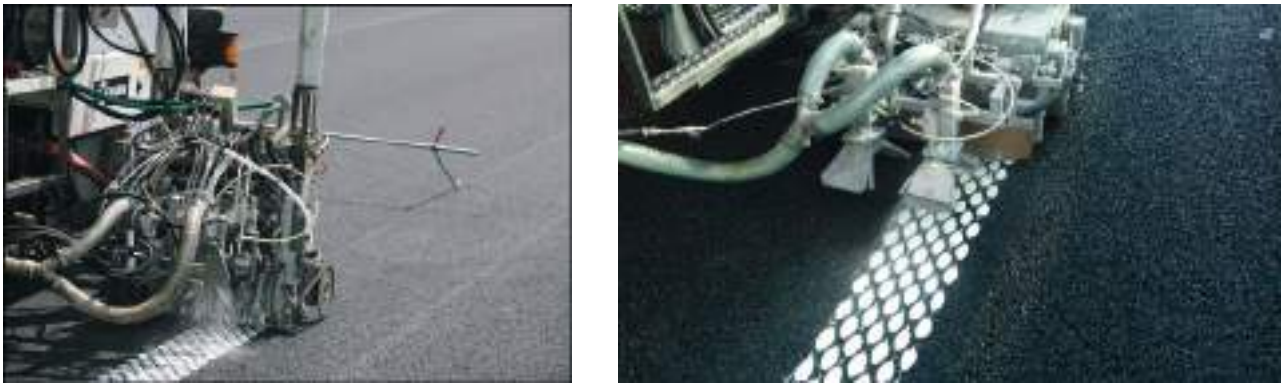


Figure 40 : Application d'enduit à chaud selon la technique du rideau

5. Application de l'enduit à froid par machine

Il s'agit du même type d'application que pour une peinture réactive.

Technique dite en rideau

Le catalyseur est stocké sous forme liquide et nécessite sur la machine :

- Soit une chambre de mélange sous pression si le mélange intervient avant la pulvérisation. Les billes sont saupoudrées par un pistolet.
- Soit un double circuit peinture si le mélange est réalisé pendant la pulvérisation. Les billes sont saupoudrées par un pistolet.

Dans les deux cas, les billes ne sont pas peroxydées.

En travaux neufs, prévoir une sous-couche peinture à faible grammage.

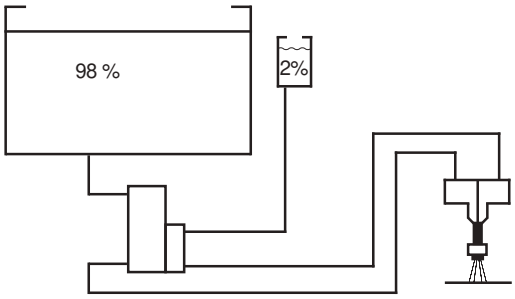


Figure 41 : Schéma explicatif de l'application de l'enduit à froid par rideau

Technique pour les enduits à froid VNTP structurés

Suivant la spécificité des produits certifiés, plusieurs techniques d'application sont envisageables. Nous différencions les produits structurés de type spot ou crépis et les dispositifs d'alerte sonore (DAS) ou barrette.

Dans tous les cas, ces travaux seront effectués sous balisage fixe compte tenu du temps de séchage nécessaire pour les enduits à froid structurés. L'application de ces produits nécessite l'emploi de matériels spécifiques.

Attention : Ce type de marquages en Enduit à froid en travaux neufs doit être précédé de l'application d'un voile de peinture pour éviter leur pollution par les huiles de ressuage du bitume pouvant perturber le bon durcissement du produit.

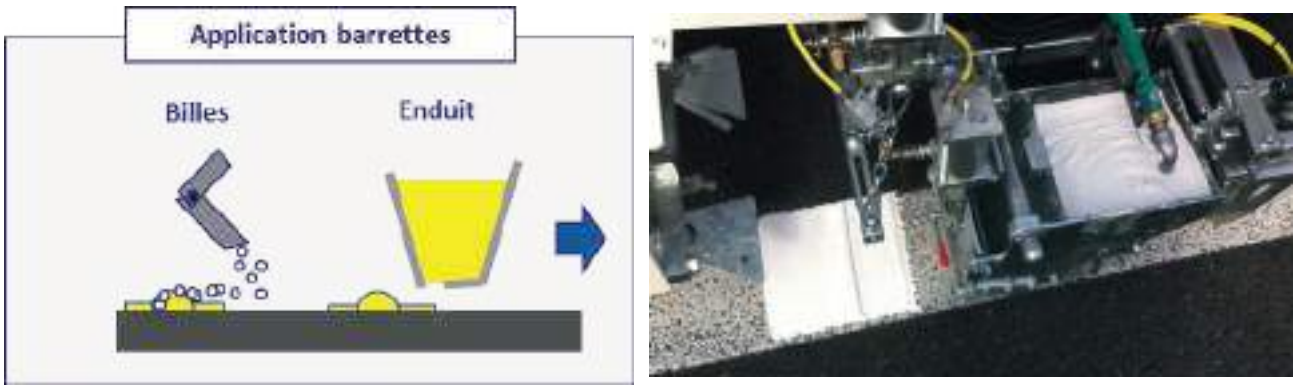


Figure 42 : Application d'enduit à froid en barrettes

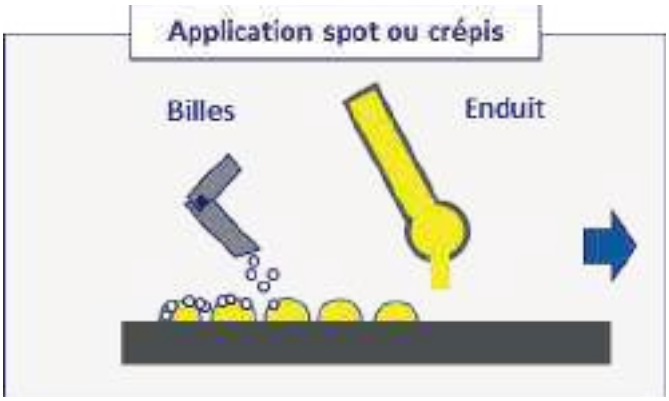


Figure 43 : Application d'enduit à froid
en spot ou crépis

6. Application des bandes préfabriquées collées

Les travaux neufs sont réalisés sous balisage fixe.

Technique traditionnelle dite *« over lay »*

L'application de la bande est réalisée soit manuellement soit à l'aide d'une machine automatique sur un sol support mesuré comme froid.

La bande est ensuite damée.

Figure 44 : Application de bandes préfabriquées
collées par la technique dite over lay

Technique dite *« semi inlay »*

La bande est appliquée pendant la mise en œuvre des enrobés bitumineux après la phase de compactage et donc sur un sol support mesuré comme chaud.

Ce procédé consiste à incruster partiellement la bande préfabriquée dans la couche d'enrobé encore chaud avec le passage d'un cylindre à bille d'acier.

Cette technique permet une augmentation de l'accroche.

7. Les travaux spéciaux et travaux urbains

Pour ces travaux de marques spéciales ou transversales : flèches, stop, passages piétons, cédez le passage etc…l'application est généralement faite avec des petites machines à faible autonomie ou manuellement.

Ces marques sont toujours réalisées sous balisage fixe compte tenu du danger pour les opérateurs.

Les produits appliqués peuvent être rétroréfléchissants (ajout de billes de verre).

Techniques d'application petites machines peinture

Technique traditionnelle

Cette technique est utilisée pour le linéaire ou les travaux spéciaux. La peinture est appliquée puis les billes et/ou les charges anti-glissantes sont saupoudrées.

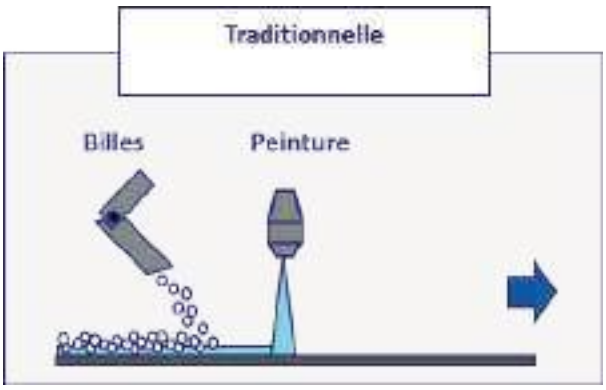


Figure 45 : Application par petite machine selon la technique traditionnelle

Technique en sandwich

Cette technique est souvent utilisée pour les passages piétons.

La peinture est appliquée selon le dosage qui permette d'obtenir le dosage de certification à l'issue des deux passes. Les billes et / ou les charges anti-glissantes sont saupoudrées.

Cette technique permet d'augmenter la durabilité de la caractéristique d'anti-glissance pour les peintures.

Pour les peintures réactives : la technique d'application permet une prise plus homogène du produit, et augmente la longévité du marquage.

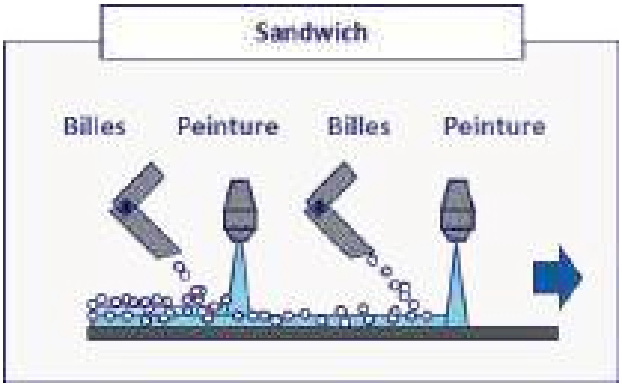


Figure 46 : Application par petite machine selon la technique en sandwich

Techniques d'Applications Manuelles

Ces travaux sont réalisés lors de travaux neufs ou lors de travaux d'entretien sous balisage fixe.

Enduits à froid

L'application des enduits à froid pour les travaux spéciaux est effectuée manuellement, à la spatule ou au rouleau.

L'application manuelle permet de réaliser des marques résistantes aux trafics intensifs, très antidérapantes.

Pour l'application des petits linéaires en enduit à froid, on peut utiliser le sabot suédois. Il s'agit de matériel de type poussé qui extrude l'enduit en continu linéaire comme le thermo sabot.

Sur enrobés neufs, l'application d'une sous-couche de peinture est fortement recommandée.

Figure 47 : Application manuelle d'enduit à froid

Enduits à chaud

L'application se fait à l'aide d'un traceur autotracté ou poussé. L'enduit à chaud est versé dans une boite d'application appelé sabot.

Ce sabot est muni d'une trappe que l'on ouvre ou ferme en fonction des modulations que l'on souhaite effectuer. Il n'y a pas systématiquement de produit de saupoudrage

Attention : L'application manuelle à la spatule d'enduit à chaud est déconseillée compte tenu des risques de brulures pour l'opérateur.

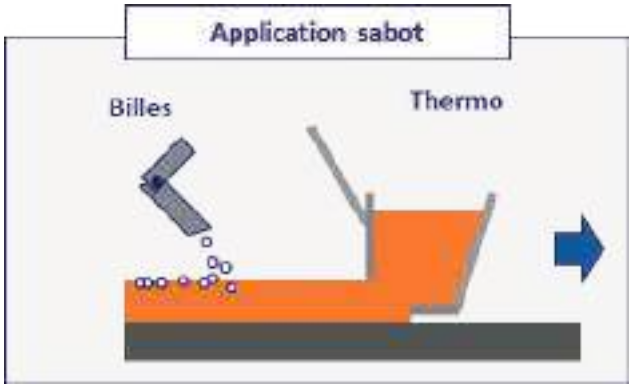


Figure 48 : Application d'enduit à chaud au sabot

Bandes préfabriquées thermocollées

Le thermoplastique préfabriqué est positionné au sol, un primaire d'accrochage peut être nécessaire suivant les supports. Le produit est ensuite chauffé avec un chalumeau à main jusqu'à la fusion avec le support

Figure 49 : Application de bandes préfabriquées thermocollées

Bandes préfabriquées collées à froid

Après avoir enlevé le film de protection protégeant la colle, les bandes sont damées pour obtenir une bonne fixation du support.

Figure 50 : Application de bandes préfabriquées collées à froid

Tableau 12 : Récapitulatif des spécificités de chaque matériel

MATÉRIEL	MACHINE POUSSÉE	ENSEMBLE POUR ENDUITS À CHAUD	MACHINE AUTOPORTÉE
Visuel			
Type de travaux	Travaux Spéciaux	Travaux Spéciaux	Grands linéaires
	Petits linéaires	Petits linéaires	Routes, Autoroutes, Aéroport
	Marquages urbains	Marquages urbains	
Produit Appliqué	Peinture à l'eau et solvantée	Enduit à chaud extrudé application sabot	Peinture à l'eau et solvantée PMA et VNTP Peinture réactive, Enduit à froid liquide/ solide Bandes préfabriquées collées à froid
	Peinture réactive		
	Enduit à froid projeté Bandes préfabriquées collées à froid		
Vitesse d'application	1- 6 km/h	1-3 km/h	2-15 km/h

Tableau 12 : Récapitulatif des spécificités de chaque matériel

MATÉRIEL	CAMION APPLICATEUR	MACHINE AUTOPORTÉE	VNTP DE TYPE A ET B
Visuel			
Type de travaux	Grands linéaires	Très grand rendement	Linéaires VNTP
	Routes, Autoroutes, Aéroport	Routes, Autoroutes, Aéroport	Routes, Autoroutes
Produit appliqué	Peinture à l'eau et solvantée, PMA et VNTP Peinture réactive, Enduit à froid liquide/ solide	Enduit à chaud projeté	Enduit à chaud VNTP Peinture VNTP Enduit à froid VNTP Dispositif d'Alerte Sonore
Vitesse d'application	5-20 km/h	2-13 km/h	2-5 km/h

À noter : Les rendements ne sont pas précisés car ils peuvent varier selon les intempéries, la gestion du balisage, la nature du support, la continuité ou discontinuité du chantier, la catégorie de route, l'organisation du chantier, les moyens humains et matériel mis en place ou encore les conditions du trafic : chaque chantier est spécifique.

IV. Les performances des produits

Le 10 mai 2000, le Ministre de l'Équipement, des transports et du logement a pris un arrêté relatif à la certification de conformité des produits de marquage pour une utilisation sur les voies ouvertes à la circulation publique.

Cet arrêté vient notamment préciser la méthode d'essai de durabilité utilisée, les critères de performance retenus en fonction de la norme de référence, ainsi que les performances minimales attendues des produits pour obtenir la certification nécessaire.

1. Les normes

Les normes prédominantes de ce corpus sont les suivantes (se référer à l'annexe II : bibliographie) :

- **NF EN 1436 : Produits de marquage routier – Performances des marquages routiers pour les usagers de la route.**

Cette norme porte sur les performances, pour les usagers de la route, des marquages routiers quant à leur réflexion à la lumière du jour ou sous éclairage public, à leur réflexion à l'éclairement par les projecteurs de voiture, à leur couleur et à leur adhérence.

- **NF EN 1790 : Produits de marquage routier – Marquages routiers préformés.**

Cette norme spécifie les produits de construction qui sont blancs et jaunes, retirables ou non, sous formes de bandes préfabriquées multicouches, d'enduits à froid ou d'enduits à chaud avec ou sans saupoudrage, destiné au marquage routier permanent et/ou temporaire.

- **NF EN 1871 : Produits de marquage routier – Propriétés physiques.**

Cette norme spécifie les exigences à observer en laboratoire ainsi que les méthodes d'essai à appliquer aux produits de marquage routier rétroréfléchissants ou autres (Peintures, Enduits à froid, Enduits à chaud), utilisés à des fins permanentes ou temporaires.

- **NF EN 12802 : Produits de marquage routier – Méthode de laboratoire pour identification.**

Cette norme décrit les méthodes de laboratoire permettant d'identifier les produits de marquage routier utilisés pour la signalisation.

- **NF EN 1824 : Produits de marquage routier – Essais routiers.**

Cette norme spécifie les exigences pour la conduite des expérimentations sur chaussées pour les produits de marquage routier destinés à une utilisation aussi bien permanente que temporaire (Sites d'essai, application des produits, paramètres à mesurer et fréquence des mesurages).

- **NF EN 1423 : Produits de marquage routier – Produits de saupoudrage – Microbilles de verre, granulats antidérapants et mélange de ces deux composants.**

Cette norme spécifie les exigences applicables aux microbilles de verre, aux granulats antidérapants et aux mélanges de ces deux composants, qui sont appliqués sous forme de produits de saupoudrage sur les produits de marquage routier (c'est-à-dire les peintures, les enduits à froid et les enduits à chaud).

- **NF EN 1424 : Produits de marquage routier – Microbilles de verre de pré-mélange.**

Cette norme spécifie les prescriptions requises pour les essais en laboratoire et les procédures de qualification des microbilles de verre pré-mélangées.

- **NF EN 13212 : Produits de marquage routier – Exigences pour le contrôle de la production en usine.**

Cette norme spécifie quels types d'essais sont à prendre en compte dans le contrôle de production en usine (CPU).

- **NF EN 13459 : Produits de marquage routier - Échantillonnage sur stock et essais.**

Cette norme spécifie les méthodes de prélèvement d'échantillons représentatifs des produits de marquage routier pour essai et fournit les méthodes d'essai appropriées.

2. Les critères de performance

a. La visibilité de jour : Qd

1- La norme NF EN 1436

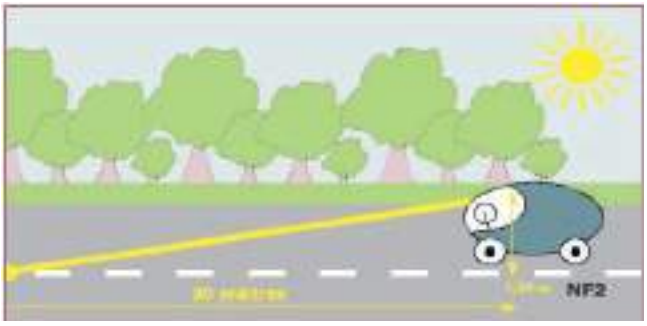


Figure 51 : Schéma de principe de la mesure de Qd

Le coefficient de luminance sous éclairage diffus Qd, exprimé en mcd.lx-^{1}.m-^{2}, correspond à la capacité du marquage à refléter la lumière du jour vers un conducteur placé à une distance de 30 m (voir figure 51).

Il traduit la blancheur du marquage. Les classes de performance de Qd, issues de la norme NF EN1436, sont résumées dans le tableau 13 ci-dessous.

Remarque : La visibilité de jour peut également être mesurée avec le facteur de luminance. Il est mesuré en même temps que la couleur et vaut Y/100. La mesure de β n'est pas fiable pour tous les marquages routiers, c'est pour cela que l'on utilise préférentiellement la mesure de Qd pour la visibilité de jour. La norme NF EN 1436 précise également les classes de performances pour β.

L'arrêté du 10 mai 2000 ne précise pas de performance minimale pour le paramètre β.

Tableau 13 : Classes de performances possibles pour Qd, selon la norme NF EN 1436

COULEUR DU MARQUAGE ROUTIER	TYPE DE CHAUSSÉE	CLASSE	MINIMUM REQUIS POUR QD (en $mcd.lx^{-1}.m^{-2}$)
Blanc	Bitume	Q0	si on mesure β au lieu de Qd
		Q2	Qd ≥ 100
		Q3	Qd ≥ 130
		Q4	Qd ≥ 160
	Ciment	Q0	si on mesure β au lieu de Qd
		Q3	Qd ≥ 130
		Q4	Qd ≥ 160
		Q5	Qd ≥ 200
Jaune		Q0	si on mesure β au lieu de Qd
		Q1	Qd ≥ 80
		Q2	Qd ≥ 100
		Q3	Qd ≥ 130

2 - Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 précise les exigences minimales de Qd pour les différents types de marquage :

Tableau 14 : Exigences pour les produits permanents

	PRODUITS PERMANENTS BLANCS			PRODUITS PERMANENTS JAUNES		
	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)
Classe minimale Qd	Classe Q3	Bitume : Q2 Ciment : Q3	Bitume : Q2 Ciment : Q3	Classe Q1	Classe Q1	Classe Q1

Tableau 15 : Exigences pour les produits temporaires jaune

PRODUITS TEMPORAIRES JAUNE	PMA (TYPE I) RÉTRO	VNTP (TYPE II)
Classe minimale de Qd	Classe Q1	Classe Q1

b. Les coordonnées de chromaticité (x,y) : la couleur de jour

1 - La norme NF EN 1436

Une couleur est définie par sa chromaticité représentée par un jeu de coordonnées (x,y) dans le diagramme CIE-XY (représentation cartésienne des stimulus de couleur) (voir Figure 52).

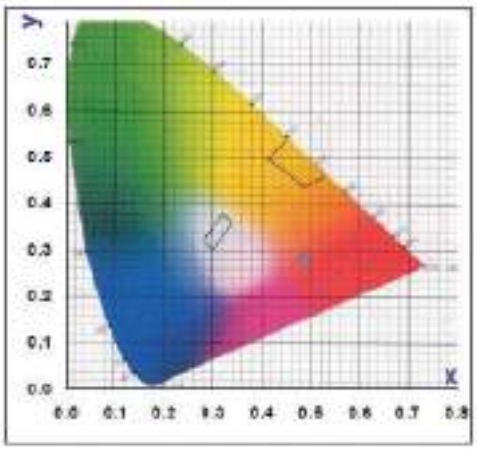


Figure 52 : Représentation
de la chromaticité de la couleur

La figure ci-dessus permet de visualiser les diagrammes des couleurs dans le système de coordonnées (x,y) avec les quadrilatères qui déterminent, dans la norme NF EN 1436, la couleur blanche et la couleur jaune acceptables.

2 - Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 précise les coordonnées de chromaticité pour les différents types de marquage :

Tableau 16 : Coordonnées de chromaticité pour les produits permanents

	PRODUITS BLANCS PERMANENTS			PRODUITS JAUNES PERMANENTS		
	PMA (type I) non rétro	**PMA (type I) rétro**	**VNTP (type II)**	**PMA (type I) non rétro**	**PMA (type I) rétro**	**VNTP (type II)**
Composantes x et y	Zone 3 dans la norme NF EN1436	Zone 3 dans la norme NF EN1436	Zone 3 dans la norme NF EN1436	Classe Y1 dans la norme NF EN1436	Classe Y1 dans la norme NF EN1436	Classe Y1 dans la norme NF EN1436

Tableau 17 : Coordonnées de chromaticité pour les produits temporaires jaune

	PMA (TYPE I) RÉTRO	VNTP (TYPE II)
Composantes x et y	Classe Y2 dans la norme NF EN1436	Classe Y2 dans la norme NF EN1436

c. La visibilité de nuit par temps sec : RL

1- La norme NF EN 1436

La rétro-réflexion de nuit par temps sec RL, exprimée en mcd.lx-^{1}.m-^{2}, correspond à la visibilité de nuit du marquage tel qu'il est perçu par un conducteur, à une distance de 30 mètres, sous l'éclairage des feux de son véhicule (voir figure 53).

Figure 53 : Schéma de principe de la mesure de RL

Les classes de performance de RL, issues de la norme NF EN 1436, sont résumées dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Classes de performances possibles pour RL, selon la norme NF EN 1436

TYPE ET COULEUR DU MARQUAGE		CLASSE	MINIMUM REQUIS POUR RL (en mcd.lx^{-1}.m^{-2})
Permanent	Blanc	R0*	Performance non déterminée
		R2	RL ≥ 100
		R3	RL ≥ 150
		R4	RL ≥ 200
		R5	RL ≥ 300
	Jaune	R0*	Performance non déterminée
		R1	RL ≥ 80
		R3	RL ≥ 150
		R4	RL ≥ 200
Temporaire	Jaune	R0*	Performance non déterminée
		R3	RL ≥ 150
		R4	RL ≥ 200
		R5	RL ≥ 300

* La classe R0 s'applique lorsque la visibilité des marquages routiers est obtenue sans l'aide de la rétro-réflexion sous l'éclairage des projecteurs de véhicules

2 - Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 précise les exigences minimales de RL à sec pour les différents types de marquage :

Tableau 19 : Valeurs d'aptitude des produits permanents

	PRODUITS BLANCS PERMANENTS			PRODUITS JAUNES PERMANENTS		
	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)
Classe minimale RL	Néant	Classe R3	Classe R3	Néant	Classe R3	Classe R3

Tableau 20 : Valeurs d'aptitude des produits temporaires Jaune

	PMA (TYPE I) RÉTRO	VNTP (TYPE II)
Classe minimale de RL	Classe R4	Classe R4

d. La visibilité de nuit par temps de pluie : RR

1- La norme NF EN 1436

Cette caractéristique est spécifique à la certification des produits VNTP (Visible de Nuit par Temps de Pluie ou type II).

La caractéristique RR, exprimée en mcd.lx-^{1}.m-^{2}, correspond à la visibilité de nuit par temps de pluie (pour une pluie de 20 mm.h-$_{1}$) du marquage tel qu'il est perçu par un conducteur, à une distance de 30 mètres, sous l'éclairage des feux de son véhicule. En d'autres termes, il s'agit de la mesure de la rétro-réflexion de nuit en condition de pluie.

Les classes de performance de RR pour les conditions de pluviosité définies dans la norme NF EN 1436, sont résumées dans le tableau 21.

Tableau 21 : Classes de performances possibles pour RR, selon la norme NF EN 1436

CLASSE	MINIMUM REQUIS POUR RL (en mcd.lx^{-1}.m^{-2})
RR0	S'applique aux situations où ce type de rétro-réflexion n'est pas exigé pour des raisons économiques ou technologiques
RR1	RL ≥ 25
RR2	RL ≥ 35
RR3	RL ≥ 50
RR4	RL ≥ 75
RR5	RL ≥ 100
RR6	RL ≥ 150

2- Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 précise les exigences minimales de RR (RL sous pluie) pour les différents types de marquage :

Tableau 22 : Exigences minimales de RR pour les produits permanents

	PRODUITS BLANCS PERMANENTS			PRODUITS JAUNES PERMANENTS		
	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)
Classe minimale de RR	Néant	Néant	Classe RR2	Néant	Néant	Classe RR2

Tableau 23 : Exigences minimales de RR pour les produits temporaires jaune

	PMA (TYPE I) RÉTRO	VNTP (TYPE II)
Classe minimale de RR	Néant	Classe RR2

e. La visibilité de nuit par temps humide : RW

1- La norme NF EN 1436

Comme pour la caractéristique précédente, la mesure de la performance associée à cette caractéristique est nécessaire à la certification VNTP.

La caractéristique RW, exprimée en mcd.lx-^{1}.m-^{2}, correspond à la même mesure que celle de la VNTP mais une minute après l'arrêt de la pluie. En d'autres termes, il s'agit de la mesure de la rétro-réflexion de nuit en condition d'humidité. Les classes de performance de RW, pour les conditions d'humidité définies dans la norme NF EN 1436, sont résumées dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Classes de performances possibles pour RW, selon la norme NF EN 1436

CLASSE	MINIMUM REQUIS (en mcd.lx^{-1}.m^{-2})
RW0	S'applique aux situations où ce type de rétro-réflexion n'est pas exigé pour des raisons économiques ou technologiques
RW1	RL ≥ 25
RW2	RL ≥ 35
RW3	RL ≥ 50
RW4	RL ≥ 75
RW5	RL ≥ 100
RW6	RL ≥ 150

2- Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 précise les exigences minimales de RW (RL Humide) pour les différents types de marquage :

Tableau 25 : Exigences possibles de RW pour les produits permanents

	PRODUITS BLANCS PERMANENTS			PRODUITS JAUNES PERMANENTS		
	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)
Classe minimale de RW	Néant	Néant	Classe RW2	Néant	Néant	Classe RW2

Tableau 26 : Exigences possibles de RW pour les produits temporaires Jaune

	PMA (TYPE I) RÉTRO	VNTP (TYPE II)
Classe minimale de RW	Néant	Classe RW2

f. L'anti-glissement : SRT

1- La norme NF EN 1436

L'adhérence est caractérisée par la valeur du coefficient de frottement longitudinal mesuré à l'aide du pendule SRT (Skid Resistance Tester). Le coefficient SRT correspond à l'adhérence d'une surface mouillée, pour un freinage à faible vitesse (50 km.h^{-1}).

Les classes de performance de SRT, issues de la norme NF EN1436, sont résumées dans le tableau 27.

Tableau 27 : Classes de performances possibles pour SRT, selon la norme NF EN 1436

CLASSE	MINIMUM REQUIS
S0	S'applique lorsque la valeur SRT ne peut pas être mesurée
S1	SRT ≥ 45
S2	SRT ≥ 50
S3	SRT ≥ 55
S4	SRT ≥ 60
S5	SRT ≥ 65

2 - Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 précise les exigences minimales de SRT pour les différents types de marquage :

Tableau 28 : Exigences minimales de SRT pour les produits permanents

	PRODUITS BLANCS PERMANENTS			PRODUITS JAUNES PERMANENTS		
	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)	PMA (type I) non rétro	PMA (type I) rétro	VNTP (type II)
Classe minimale de SRT	Classe S1	Classe S1	Classe S1	Classe S1	Classe S1	Classe S1

Tableau 29 : Exigences minimales de SRT pour les produits temporaires Jaune

PRODUITS TEMPORAIRES JAUNE	PMA (TYPE I) RÉTRO	VNTP (TYPE II)
Classe minimale de SRT	Classe S1	Classe S1

Il recommande, si le maître d'ouvrage souhaite disposer d'une adhérence plus élevée, de retenir une adhérence de classe S3 (SRT ≥ 0,55). Une référence souvent utilisée pour les passages piétons.

Sur les produits VNTP de type b, la mesure du coefficient SRT n'est pas réalisable. Sur la fiche technique de certification, la mention « *Non Mesurable* » est portée dans la colonne SRT.

g. La durabilité

1- La norme NF EN 1436

La durée de vie fonctionnelle du test conventionnel est exprimée en passage de roues sur la marque. Ce nombre de passage définit une classe de certification exprimée en P^x pour les produits blancs et jaunes permanents et T^x pour les produits temporaires.

La classe de certification est attribuée à un produit ayant satisfait aux exigences minimales des paramètres (SRT, RL, Qd et couleur), à l'état neuf et à chaque classe intermédiaire.

La norme NF EN 1824 définit 6 classes de passage de roues pour les produits permanents et 2 classes de passage de roues pour les produits temporaires :

Dans le système de certification français, les classes P1 à P5 sont mesurées au bout d'un cycle climatique (12 mois sur le site de la RN2), alors que la classe P6 est mesurée au bout de 2 cycles climatiques (24 mois sur le site de la RN2).

Les produits temporaires sont mesurés à 6 mois.

Tableau 30 : Classe des produits en fonction du nombre de passage roue

CLASSE : PRODUITS PERMANENTS	NOMBRE DE PASSAGES DE ROUES
P1	50 000
P2	100 000
P3	200 000
P4	500 000
P5	1 000 000
P6	2 000 000
CLASSE : PRODUITS TEMPORAIRES	**NOMBRE DE PASSAGES DE ROUES**
T1	50 000
T2	100 000

2 - Les valeurs d'aptitude de l'arrêté du 10 mai 2000

L'arrêté du 10 mai 2000 ne fixe aucune classe de durabilité minimale. Le choix de la classe appartient à chacun des maîtres d'ouvrages.

Sachant que l'essai de durabilité sur le site de certification de la RN2 est un essai conventionnel, il est impossible d'établir une loi de corrélation précise et détaillée entre le nombre de passages de roue identifiés pour la certification (P1 à P6) et le trafic journalier déterminé par des comptages classiques sur les réseaux des gestionnaires.

En effet, la texture du support, l'implantation, le spectre du trafic et les éléments climatiques vont influencer sur la durée de vie fonctionnelle du marquage.

Tableau 31 : Tableau des valeurs NF2 selon les produits

ESSAIS	RÉTRORÉFLEXION			VISIBILITÉ DE JOUR QD	ZONES DE CHROMATICITÉ SELON LA NORME NF EN 1436	ADHÉRENCE SRT
	PAR TEMPS SEC	PAR TEMPS HUMIDE	PAR TEMPS DE PLUIE			
Blanc permanent						
PMA non Rétro-réfléchissant	Néant	Néant	Néant	Q3	Zone 3	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée
PMA Rétro-réfléchissant	R3	Néant	Néant	Q2 Support Hydrocarboné Q3 Support Ciment	Zone 3	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée
VNTP	R3	RW2	RR2	Q2 Support Hydrocarboné Q3 Support Ciment	Zone 3	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée *
Jaune permanent						
PMA non Rétro-réfléchissant	Néant	Néant	Néant	Q1	Zone 1 Classe Y1	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée
PMA Rétro-réfléchissant	R3	Néant	Néant	Q2 Support Hydrocarboné Q3 Support Ciment	Zone 1 Classe Y1	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée
VNTP	R3	RW2	RR2	Q2 Support Hydrocarboné Q3 Support Ciment	Zone 1 Classe Y1	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée *
Jaune temporaire						
PMA Rétro-réfléchissant	R4	Néant	Néant	Q1	Zone 2 Classe Y2	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée
VNTP	R4	RW2	RR2	Q1	Zone 2 Classe Y2	S1 S3 si besoin d'une adhérence plus élevée *

* La mesure du coefficient SRT sur les marquages réalisés en structure en relief, VNTP de type b, n'est pas réalisable. Sur la fiche technique de certification délivrée par l'ASCQUER, la mention « Non mesurable » est portée dans la colonne SRT.

V. Les contrôles

1. Présentation générale (contrôles des marquages selon les contrôles présentés dans la norme NF EN 1436)

Les contrôles sur les performances des marquages routiers sont ceux décrits dans la norme NF EN 1436. Les résultats de ces contrôles, lors de la certification NF 058 du produit, sont notés sur la fiche technique de certification associée.

Pour les mesures réalisées lors de contrôles, le gestionnaire de la route doit définir, de façon contractuelle, les niveaux de performance minimum à atteindre. Les spécifications de l'arrêté du 10 mai 2000 ou de la fiche technique de certification du produit appliqué peuvent servir de base à leur définition (se référer au chapitre IX du présent guide).

Certains contrôles peuvent être réalisés à l'application du produit. Pour les autres, il est nécessaire que le marquage routier soit en service depuis un certain temps pour que les performances soient mesurables. En effet, les trop-pleins de produit de saupoudrage et de peinture doivent être évacués, par la circulation des véhicules, avant de réaliser les mesures, même à l'état neuf.

Les contrôles peuvent être réalisés en interne par la société applicatrice, en externe pour le compte de la société applicatrice et/ou en extérieur pour le compte du gestionnaire de la route.

2. Contrôles à l'application

Suivi de chantier

Le suivi de chantier consiste, dans un premier temps, en une vérification de l'adéquation du produit utilisé avec le produit préconisé au marché au moyen des fiches techniques et des droits d'usage[3].

Les droits d'usage sont un gage de la certification effective du produit au moment de l'application. Ils sont à demander auprès de la société titulaire de la certification NF 058. Ces droits d'usage sont émis annuellement pour chaque produit. Un produit n'est certifié NF que si son droit d'usage est à jour.

Les conditions d'application à respecter – température, hygrométrie et, le cas échéant, dosage des produits – sont notées sur la fiche technique de certification de chaque produit de marquage routier.

Dans un second temps, le suivi de chantier peut se poursuivre par une vérification de l'application des bandes de marquage : couleur, longueur et largeur, dosages de produits appliqués.

Les autres contrôles ne peuvent pas être effectués au moment de l'application.

Dosages

Les dosages à l'application ne sont possibles que pour des produits non collés.

L'évaporation et le séchage rapide des produits nécessitent de disposer du matériel de pesée sur le chantier ou de mettre les échantillons prélevés dans des contenants hermétiques, de masse connue, jusqu'à la pesée.

Dans le cas de contenants hermétiques, ceux-ci doivent être pesés en même temps que l'échantillon pour ne pas altérer la masse par perte des matières volatiles.

Le dosage s'effectue en utilisant des feuilles de plastique souple (support) sur lesquelles on applique d'une part, la peinture, et d'autre part, la peinture + le(s) produit(s) de saupoudrage.

3 Ces deux documents sont diffusés par l'ASCQUER et disponibles sur son site Internet www.ascquer.fr

Connaissant la surface théorique appliquée, on en déduit, après pesée et déduction de la masse du support, les dosages en peinture et en produit(s) de saupoudrage.

Ils sont à comparer aux dosages contractuellement demandés et/ou à ceux exprimés dans la fiche technique de certification du produit appliqué.

Les dosages obtenus sur le chantier d'application doivent être supérieurs aux dosages de la fiche.

Couleur

La couleur du marquage est mesurée à l'aide d'un colorimètre (trois filtres de couleur rouge, vert et bleu) ou d'un spectrocolorimètre (réseau).

La mesure effectuée dans le système de coordonnées x, y doit se situer dans un quadrilatère dont les coordonnées des sommets se trouvent dans l'arrêté du 10 mai 2000 (se référer à la figure 52). Chaque couleur possède sa zone de mesure délimitée par un quadrilatère qui lui est propre.

3. Contrôles à l'issue de la mise en œuvre et en gestion de patrimoine (politique d'entretien des marquages)

Les contrôles de visibilité de nuit, de visibilité de jour et de SRT ne peuvent pas être réalisés le jour même de l'application. Il faut attendre la perte des propriétés hydrophobes des marquages neufs et l'évacuation du trop-plein des produits de marquage, par la circulation des véhicules, pour réaliser les mesures.

Mesures statiques : couleur (x,y) – RL (sec, humide, mouillé) – Qd

Il est nécessaire de s'assurer que la zone de mesure est propre et sèche avant de faire l'un de ces contrôles, afin que la mesure ne soit pas entachée d'erreur.

Les performances minimales à atteindre doivent être définies par le gestionnaire de la route. Elles sont fonctions de la nature du contrat de travaux passé par le maître d'ouvrage avec l'entreprise. Le chapitre IX consacré à la commande publique précise les dispositions recommandées.

Les mesures de couleur se font de la même manière qu'au § précédent.

Les mesures statiques de visibilité de jour Qd et de visibilité de nuit RL se font, en général, à l'aide du même appareil qui délivre les deux mesures. Les mesures réalisées par deux appareils de référence différente ne sont pas forcément comparables car les zones de mesure peuvent être différentes.

Les appareils de mesure de visibilité de jour ou de nuit ne peuvent en général pas mesurer les marquages structurés protubérant. Cette limite d'utilisation est à trouver dans la documentation propre à chaque appareil.

Les conditions d'humidité et de mouillage pour les mesures de RL humide (RW) et mouillé (RR) sont décrites dans la norme NF EN 1436.

Un produit PMA (marquage permanent) certifié n'est pas testé pour les caractéristiques spécifiques aux produits VNTP. Le maître d'ouvrage ne peut pas demander des performances RR et/ou RW à un produit PMA. Il doit effectuer son choix – VNTP ou PMA – préalablement à toute consultation.

Les mesures de RW peuvent se faire avec un appareil de mesure statique ou dynamique utilisé de manière statique. Par contre, pour les mesures de RR, il est conseillé d'utiliser un appareil dynamique utilisé de manière statique, la mesure peut alors se faire pendant l'arrosage du marquage.

Les modalités du contrôle sont précisées dans la norme NF P 98-607. Le choix des points de mesure est laissé à l'appréciation des maîtres d'ouvrages.

Il est toutefois recommandé de prévoir :

- Pour les marquages neufs, au moins cinq points de mesure pour un échantillon de 1 m^2.
- Pour les marquages existants, de doubler le nombre de mesures.

Ces points de mesures seront répartis par tiers selon le bord droit, gauche et sur l'axe des marques mais également selon les répartitions effectives des trafics sur les voies de circulation.

Les résultats sont établis par valeur moyenne par échantillon puis par valeur moyenne par lot.

Mesures statiques : SRT

Les mesures de SRT se font au moyen d'un pendule. Il est nécessaire de bien régler l'appareil et de mouiller la surface avec une quantité d'eau définie pour réaliser les mesures. Pour le mouillage de la zone de mesure, l'utilisation d'un récipient d'une contenance de 100 ml est conseillée. Les marquages structurés protubérants ne peuvent pas être mesurés car la surface de glissance du patin est insuffisante sur ce type de marquage.

Les modalités du contrôle sont précisées dans la norme NF P 98-608. Le choix des points de mesure est laissé à l'appréciation des maîtres d'ouvrages.

Il est toutefois recommandé de prévoir :

- Pour les marquages neufs, au moins deux séries de mesure – une mesure égale à cinq lâchers – par échantillon de 1 m^2.
- Pour les marquages existants, il est recommandé de doubler le nombre de mesures.

Ces points de mesures seront répartis par tiers selon le bord droit, gauche et sur l'axe des marques mais également selon les répartitions effectives des trafics sur les voies de circulation.

Les résultats sont établis par valeur moyenne par mesure puis par échantillon puis par lot.

Mesures dynamiques : RL (sec, humide)

La mesure dynamique du coefficient de rétro-réflexion RL se fait à l'aide d'un appareil fixé sur un véhicule roulant à la vitesse du trafic. Il faut que le temps soit sec (les appareils de mesures ne sont pas étanches) et le marquage routier sec et exempt de produits de salage car cela fausse les mesures.

Les mesures dynamiques de RL sont en général fournies par moyenne sur 100 m.

Les performances minimales à atteindre (RL sec ou humide) doivent être définies par le gestionnaire de la route. Elles sont fonctions de la nature du contrat de travaux passé par le maître d'ouvrage avec l'entreprise. Le chapitre IX consacré à la commande publique précise les dispositions adéquates.

Il est à noter que tous les appareils effectuant une mesure dynamique de RL ne sont pas basés sur la même technologie et la comparaison des mesures entre ces différents appareils n'est pas forcément possible (zones de mesures différentes).

Il est possible de faire des mesures dynamiques de RW (coefficient de rétro-réflexion sous humidité) mais les contraintes de mesures sont fortes (2 véhicules roulant à 20 $km.h^{-1}$, limitation du tronçon mesuré à la capacité de la cuve embarquée servant à l'arrosage du marquage).

Mesures de la géométrie des marquages

La géométrie des marquages routiers peut se mesurer directement sur site avec un décamètre. Cela nécessite la mise en place d'une protection adaptée à la situation du chantier. Un logiciel, spécialement conçu à cet effet, a été développé par le CEREMA[4].

4 Logiciel IREVE

Matériels utilisés pour les mesures

Les caractéristiques des appareils à utiliser pour la réalisation des contrôles sont précisées dans la norme NF EN 1436.

Les appareils utilisés sont :

- Pour la couleur, un spectrocolorimètre (ou spectrophotomètre portable).
- Pour la visibilité de jour Qd, un rétro-réflectomètre statique.
- Pour la visibilité de nuit RL, un rétro-réflectomètre statique ou dynamique.
- Pour l'anti-glissance, un pendule SRT.

À chaque mesure est associée un niveau d'incertitude qui est propre à chaque appareil.

VI. L’effaçage des marques

1. Présentation

La mise en œuvre de nouvelles marques de signalisation routière se réalise sur des chaussées et/ou des supports existants qui disposent le plus généralement d’un marquage antérieur.

Les nouvelles marques ne doivent induire, pour l’usager de la route, ni ambigüité ni contradiction par rapport aux indications fournies précédemment. Ainsi, il peut s’avérer nécessaire d’effacer un marquage afin de ne pas laisser coexister deux marques contradictoires.

L’effaçage des marques peut également résulter de la volonté d’un maître d’ouvrage de limiter des surépaisseurs dangereuses sur le plan de la sécurité routière, ou de la demande des experts qui recommandent l’enlèvement des produits du fait d’incompatibilité physico-chimiques.

Les critères de choix pour le procédé d’effacement vont dépendre :

- De la chimie du produit à effacer ;
- De la surface à effacer ;
- Des contraintes d’exploitation ;
- De la qualité du support.

Les principales contraintes observées résultent souvent de la faible surface des opérations dans des zones urbaines ou péri urbaines ou de la difficulté à effacer des produits qui tiennent bien sur les supports, avec son corolaire de ne pas dégrader ce support.

Il existe plusieurs procédés pour réaliser l’effaçage des marques existantes.

Procédés mécaniques

Le grenaillage :

Demande du volume, de la puissance et son efficacité est perfectible suivant le type de marquage à effacer. La grenaille est projetée par la machine avec un système d’aspiration et recyclage des grenailles non utilisées et des déchets produits.

Figure 54 : Grenaillage d’un marquage

Le fraisage ou rabotage :

Procédé largement utilisé pour les petites surfaces de marquage à effacer, avec un risque de détérioration du support si l’opérateur n’est pas bien formé.

Le ponçage ou rectifiage

Une alternative au fraisage, moins agressive pour les supports, il est effectué par des disques dont la dureté est adaptée aux différents types de marquage à effacer.

Figure 55 : Ponçage d'un marquage

Procédé hydraulique sous haute pression

Projection d'eau à très haute pression, permettant d'effacer tous types de marquage.

Il nécessite du matériel lourd et n'est rentable que pour des grandes surfaces à effacer.

Figure 56 : Effacement d'un marquage par projection d'eau à haute pression

Procédé chimique

Application d'un décapant chimique. La gestion des déchets et leur impact environnemental peuvent s'avérer très contraignants vis-à-vis d'une politique environnementale du maître d'ouvrage.

Procédé thermique

Le brulage des anciennes marques est utilisé principalement pour l'effacement du marquage en enduits à chaud. Il provoque une dégradation du support et ne permet pas d'atteindre des rendements importants. Son impact environnemental est conséquent.

L'attention du maître d'ouvrage est attirée sur le fait que certains procédés peuvent produire des poussières. A ce titre, obligation est faite par le Code du Travail de conduire une démarche de repérage préalable de la présence ou non d'amiante dans les structures de chaussées.

« Le donneur d'ordre, le maître d'ouvrage ou le propriétaire d'immeubles par nature ou par destination, d'équipements, de matériels ou d'articles qui décide d'une opération comportant des risques d'exposition des travailleurs à l'amiante fait réaliser la recherche d'amiante mentionnée à l'article L. 4412-2 dans les conditions prévues par le présent paragraphe. R4412-96… … La recherche d'amiante est assurée par un repérage préalable à l'opération, adapté à sa nature, à son périmètre et au niveau de risque qu'elle présente. »

La gestion de la présence d'amiante dans la couche de surface n'est pas traitée dans ce guide. Il convient de se reporter aux documents spécifiques, établis notamment par la CARSAT, l'OPPBTP, l'INRS…

2. L'effaçage des marques existantes

L'effaçage est toujours une opération délicate et nécessite un personnel formé afin de ne pas dégrader les supports tout en permettant une disparition efficace des anciennes marques. Suivant l'importance des opérations d'effaçage, plusieurs techniques sont à privilégier :

- Grandes surfaces (routes et autoroutes) → hydro-décapage.
- Petites surfaces (zones urbaines) → grenaillage, fraisage ou ponçage.

La question de l'existence ou non de résidus et de leur élimination en tant que déchets doit être analysée en rapport avec la politique environnementale du maître d'ouvrage.

3. Le masquage temporaire des marques

Lorsqu'on souhaite pouvoir réutiliser l'ancien marquage à la fin d'une période de travaux de courte durée, il peut être nécessaire de masquer les marques existantes pour mettre en œuvre un marquage temporaire.

Dans le cas où l'ancien marquage ne peut pas être effacé, il est possible de le masquer, à la seule condition que ce masquage n'apporte pas de confusion ni de risque pour l'usager (brillance à contre-jour, résurgence de l'ancien marquage, glissance).

Le procédé utilisé ne s'apparente pas à la mise en œuvre d'un équipement de sécurité au sens du CVR.

Deux solutions sont possibles :

Bandes de masquage préfabriquées autocollantes :

Elles permettent de préserver l'ancien marquage durant la période temporaire de travaux sans l'abimer.

Figure 57 : Application d'une bande de masquage

Application de peinture noire de masquage :

À dire d'experts, ce procédé laisse réapparaitre, dans le temps, les anciennes marques ou par des effets de surbrillance les réactive. Cela peut donc entrainer une confusion pour les usagers.

D'autre part, des coefficients d'anti-glissance très faibles ont été relevés sur des chaussées traitées en peinture noire qui, en exploitation, se sont révélées accidentogènes.

Aussi est-il vivement recommandé aux maîtres d'ouvrages ou gestionnaires de prescrire dans les pièces contractuelles de la commande une exigence de coefficient SRT équivalent à ceux des peintures jaunes ou blanches.

Un projet de rapport technique européen[5] est en cours de rédaction sur ces deux sujets.

5 Conditions for removing/masking road markings TC226-WG2.

4. Tableaux de préconisations

Tableau 32 : Techniques préconisées en fonction des besoins

LES BESOINS	LES TECHNIQUES	
	Effaçage	Masquage
Modification définitive d'une marque	OUI	NON
Modification temporaire d'une marque	OUI	Oui sous conditions

Tableau 33 : Procédés préconisées en fonction du produit

		GRENAIL-LAGE	FRAISAGE	PONÇAGE	HYDRO-DÉCAPAGE (3)	BRULAGE
Peinture	Solvantées	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
	A l'eau	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
	Réactive	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Enduit à chaud	Extrudé	NON	OUI	OUI	OUI	OUI (2)
	Rideau	NON	OUI	OUI	OUI	OUI (2)
	Projetés	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI (2)
Enduit à froid	A l'eau	OUI	OUI	OUI	OUI (1)	NON
	A durcisseur	OUI	OUI	OUI	OUI (1)	NON
Bande pré-fabriquée	Thermocollée	NON	OUI	OUI	OUI	OUI (2)
	Collée à froid	Décollage à la main pour les produits temporaires				

(1) Compte tenu de la qualité de l'accroche des enduits à froid sur les supports, un test est à prévoir avant de retenir cette solution.
(2) Le brûlage abime le support. Cette solution, pénalisante pour l'environnement, est à retenir au cas par cas.
(3) Le procédé d'hydrodécapage entraîne obligatoirement une humidité du support incompatible avec une réalisation immédiate d'un marquage.

VII. Le Choix d'un produit

Tout projet de marquage horizontal doit répondre aux exigences légales et réglementaires opposables aux différents maîtres d'ouvrages en matière de conception de la signalisation routière horizontale. Ces exigences sont formulées notamment dans l'instruction interministérielle sur la signalisation routière - IISR - complétées par les différents guides de conception existants.

À l'issue de cette formalisation, le maître d'ouvrage / gestionnaire s'interroge sur le choix du produit à retenir, en fonction :

- De l'objectif premier des marquages envisagés : participer à la sécurité des usagers de la route.
- Des différentes contraintes naturelles ou autres subies par son réseau routier spécifique.
- De ses propres politiques publiques exprimées en matière :
  - D'hygiène et de sécurité des personnels d'exploitation et de travaux ;
  - De développement durable.

Le tableau global suivant offre à chaque maître d'ouvrage une grille de classification des différents produits entre eux et doit lui permettre de fonder son choix selon une approche multicritère et un calcul de coût global : Investissement + Exploitation + Entretien.

1. Les produits

La segmentation s'opère autour des familles suivantes : peintures, enduits à chaud, enduits à froids et bandes préfabriquées. Chacune de ces familles est décomposées en sous familles spécifiques (se référer à ce propos au chapitre II *« Les Produits »* du présent document).

- **Les peintures :**
  - Solvantées
  - À l'eau
  - Réactives

- **Les enduits à chaud :**
  - Extrudés
  - Rideau
  - Projetés

- **Les enduits à froid :**
  - À l'eau
  - Avec durcisseurs

- **Les bandes préfabriquées :**
  - Collées à chaud
  - Collées à froid

2. La nature des marques à réaliser

Les marques sont soumises à des agressions qui vont dégrader progressivement les caractéristiques intrinsèques de chacun des produits. Mais ces agressions ne sont pas nécessairement équivalentes entre elles. De par leur fonction ou l'objectif même de leur mise en œuvre, certaines marques seront plus sollicitées que d'autre. Les caractéristiques extérieures vont peser sur la longévité des produits telles que : la nature du trafic, la qualité et la nature du support, les éléments naturels comme la pluie, le vent, le froid, la neige et d'autres éléments.

Le choix d'un produit sera également fonction de la marque envisagée qui ne subira pas nécessairement les mêmes contraintes. Par exemple, les marques en sortie de bretelle autoroutière subissent des agressions supérieures aux marques délimitant les axes de circulation.

Une segmentation décidée par le maître d'ouvrage et définie dans le cadre de la politique d'entretien ou de la politique de gestion du patrimoine et sa base de données associée s'avère indispensable avant de rechercher le meilleur couple marque – produit.

La segmentation suivante est proposée.

- **Nature des marques :**
  - **Lignes :** axes – rives – Terre-plein central (TPC) – marque T2 5u …
  - **Marques singulières :** les bretelles entrées et de sorties sur échangeurs, les carrefours simples et giratoires, les tourne-à-gauche et tourne-à-droite, les îlots directionnels…
  - **Marques spéciales :** *« STOP », « CEDEZ LE PASSAGE »*, les lignes de feux, les différentes flèches, les passages piétons…
  - **Marques annexes :** les aires annexes les voies vertes, les places de stationnement…

- **Caractéristique de la voie :**
  - Voies bidirectionnelles ;
  - Voies à chaussées séparées à 2 × 2 voies, 2 × 3 voies, … ;
  - Voies avec une sinuosité ou très linéaire ;
  - Voies situées en interurbain ou en agglomération ;
  - Voies supportant différentes classes de trafic et pourcentage de poids lourds ;
  - Itinéraires déneigés et/ou salés ;
  - Nature et qualité du revêtement support : Hydrocarbonés, Enduits superficiels, Ciments ou béton, Pavés ;
  - Zones particulières identifiées comme prioritaires au sens de la sécurité routière (exemple passage piétons devant les établissements scolaires ou sportifs en agglomérations, etc.…) ;
  - Segmentation selon contraintes d'exploitation de la route et conditions d'interventions des équipes de signalisation des chantiers de marquage et de la nature de leur balisage associé fixe ou mobile.

3. Les critères de choix

Le choix des produits à appliquer par le gestionnaire dépend de plusieurs facteurs, listés dans le tableau suivant. Chaque colonne du tableau est explicitée en précisant les cotations possibles.

À noter : Ces cotations ont été établies à partir de la pratique professionnelle et du retour d'expérience des « *membres* » du groupe de travail.

a. Les besoins du maître d'ouvrage

Signalisation de type Permanent ou Temporaire

Selon la nature du marquage envisagé (Permanent ou Temporaire), les exigences minimales de l'arrêté du 10 mai 2000 et la certification associée à la norme NF 058 sont différentes. La capacité d'un produit à répondre aux fonctionnalités est précisée.

Rétro-réflexion ou non

Le maître d'ouvrage devra également préciser s'il souhaite disposer d'un marquage rétroréfléchissant ou non. L'IISR précise que le principe d'un marquage rétroréfléchissant est une obligation dans le cas des voiries interurbaines et souhaitable en milieu urbain en cas d'éclairage diffus notamment.

Toutes les familles disposent de produits certifiés rétroréfléchissants ou non exceptés, les produits pour marquage temporaire qui sont systématiquement rétroréfléchissants.

Le tableau ci-après ne comporte pas de colonne dédiée.

Produit VNTP ou non

Certains territoires, certaines sections de routes (bidirectionnelles ou à caractéristiques autoroutières), certaines caractéristiques géométriques défavorables peuvent conduire le maître d'ouvrage à imposer la mise en place de produits qui assurent une rétro-réflexion renforcée dans le cas d'intempéries — pluies et brouillards — plus marquées et/ou plus fréquentes. Il demandera alors la mise en œuvre de produits VNTP dont les caractéristiques de certification sont spécifiques.

Un produit PMA (marquage permanent) certifié ne peut pas être testé pour les caractéristiques spécifiques aux produits VNTP. Le maître d'ouvrage ne peut pas demander des performances RR et/ou RW à un produit PMA. Il doit effectuer son choix – VNTP ou PMA – préalablement à toute consultation.

Est indiqué le nombre de produits certifiés VNTP selon la famille des produits de base à la date d'édition du guide.

b. Les contraintes applicables sur les produits

Conditions météorologiques lors de l'application

La météorologie, l'humidité, les fortes chaleurs ou le froid, le vent, relevés au niveau du sol support lors de l'application, sont des phénomènes qui influent sur la qualité des marquages. On peut également citer le rayonnement UV qui peut provoquer des réactions dans la résine.

La cotation qualifie la capacité du produit à être performant face à un état météorologique donné. La note 2- désigne une forte sensibilité, la note 2+ une absence d'influence de cet état.

Temps de séchage

C'est la capacité du produit à sécher rapidement pour permettre une remise en circulation la plus rapide possible sans risque de dégradation des marques. Les valeurs sont exprimées en minutes.

Intensité du trafic PL

Le trafic, son intensité, mais également le type de véhicules (véhicule léger ou poids lourd), ainsi que la répartition transversale des passages de roues déterminent l'importance de l'usure que subit le marquage.

La cotation évalue la capacité du produit à résister plus ou moins longtemps à l'agression due au trafic PL. La note 4* traduit la meilleure résistance à l'agression du trafic.

Impact sur l'hygiène et la sécurité des personnels d'application

La cotation évalue les risques liés à la mise en œuvre des produits vis-à-vis des personnes en charge de l'application des produits. Les risques peuvent résulter de la toxicité du produit vis-à-vis d'une manipulation non maitrisée mais également des conditions d'application comme la température de mise en œuvre du produit.

La note - - traduit la connaissance d'un risque fort lié la manipulation et/ou l'application des produits par les personnels d'application.

La note ++ exprime une absence de risque révélé à ce jour.

Certification NF Environnement

La cotation exprime la disponibilité sur le marché, à la date d'édition du guide, d'un produit justifiant d'une certification NF Environnement telle que précisée à la partie II-3.

Durabilité

La cotation exprime la durée de vie moyenne d'un produit. Les valeurs affichées, exprimées en année, résultent des constats relevés dans les pratiques des services.

Sol support

La texture du support est un facteur important de la bonne tenue des marquages réalisés.

La cotation, établie à dire d'experts, évalue la compatibilité plus ou moins forte d'un produit avec la nature du revêtement rencontré. Six natures de revêtements sont identifiées :

- Les chaussées en béton ;
- Les chaussées en ciment ;
- Les enduits superficiels ;
- Les enrobés coulés à froid ;
- Les bétons bitumineux ;
- Les enrobés drainants.

La note 3+ traduit une excellente compatibilité du produit avec le sol support, la note 1- une adaptation moins bonne.

Attention : Pour les pavés, la cotation est donnée à titre d'orientation et le gestionnaire est invité à dialoguer préalablement avec les experts des entreprises. Pour les sols supports en ciment, les produits certifiés font l'objet d'une identification différentiée.

Viabilité Hivernale

La cotation qualifie les risques potentiels des opérations de viabilité hivernale (VH) – opérations de raclage et/ou de salage – sur la durabilité du produit.

Un produit susceptible d'être fortement dégradé par les opérations de VH est noté 1*, celui peu susceptible d'être dégradé est noté 4*.

Renouvellement

L'indicateur évalue la capacité du produit à être sans conséquence sur les choix ultérieurs des produits utilisés lors du renouvellement. Se référer pour cela au tableau n°6 du présent document.

La notation 1 traduit une contrainte forte dans le choix du futur produit et la notation 4, une contrainte ultérieure faible.

Rendements d'application

La cotation quantifie les rendements d'application des divers produits. Ces valeurs moyennes sont données sur la base des indications des professionnels. Ils influent sur les conditions d'exploitation et de balisage des travaux.

Marques existantes

Dans le cas de marchés de renouvellement, la compatibilité du produit vis-à-vis de l'existant est quantifié. Se référer pour cela au tableau n°6 du présent document.

c. Les déterminants financiers

Condition des balisages

La cotation qualifie la nature du balisage que nécessite la mise en œuvre des produits. Ce critère vient peser sur le coût d'exploitation associé à la nature du balisage. A défaut, le balisage est à considérer comme fixe mais certains produits permettent une application sous balisage mobile.

NOTA : La peinture solvantée et la peinture à l'eau peuvent être mises en œuvre sous balisage fixe ou mobile selon les conditions d'application.

Coûts

Les valeurs exprimées sont des valeurs relatives des coûts moyens constatés pour l'achat et la mise en œuvre sur différents chantiers. Différents groupes de valeurs exprimés entre 1 et 10.

Les coûts liés à l'exploitation et au balisage ne sont pas intégrés dans cette classification.

Les indicateurs sont volontairement différents afin d'éviter une sommation globale qui n'aurait aucun sens.

4. Le tableau du choix d'un produit

Tableau 34 : Tableau comparatif des différents produits

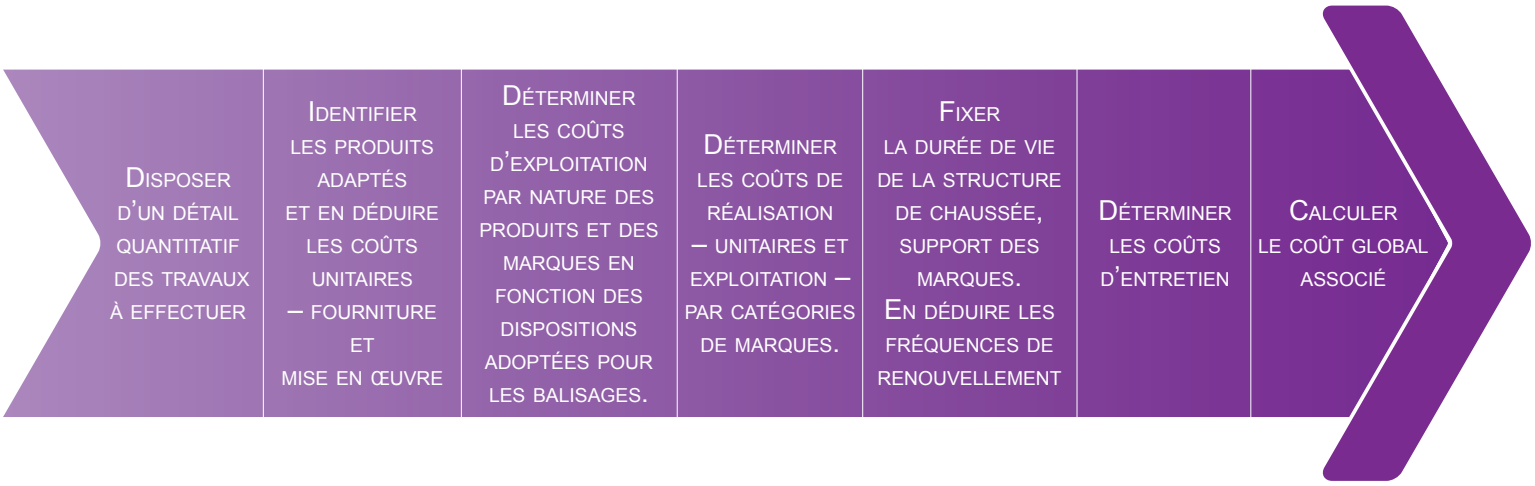
FAMILLES	PRODUITS	TYPE PERMANENT ET / OU TEMPORAIRE	VNTP	CONDITIONS D'APPLICATIONS : PEU ADAPTÉ (- -) À SANS INCIDENCE (++)			TEMPS DE SÉCHAGE RAPIDITÉ	FORT TRAFIC PL ADAP-TATION	HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DES PER-SONNELS	NF ENVIRON-NEMENT	DURABI-LITÉ
			Sur 44 produits certifiés VNTP	Chaleurs	Humidité	Froid	En mn	Faible 1* à bien adapté 4*	De risque fort – – à sans incidence ++	Certification disponible à la date d'édition	En années
PEINTURES	Solvantées	Permanent et Temporaire	5	–	–	+	3 à 15	*	=	Dispo	1 à 2
	À l'eau	Permanent et Temporaire	9	++	– –	– –	1 à 10	**	++	Dispo	1 à 3
	Réactives	Permanent et Temporaire	5	++	+	–	10 à 20	**	– –	Non Dispo	2 à 4
ENDUITS À CHAUD	Extrudés	Permanent	7	–	+	+	1 à 2	***	=	Dispo	3 à 5
	Rideau	Permanent	2	–	+	+	1 à 2	***	=	Dispo	4 à 6
	Projetés	Permanent	0	–	+	+	1 à 2	**	=	Dispo	2 à 4
ENDUITS À FROID	À l'eau	Permanent	5 EF + 8 (EF + Pe)	++	– –	– –	30 à 60	****	=	Dispo	5 à 7
	À durcisseur	Permanent et Temporaire		+	++	++	8 à 20	****	– –	Non Dispo	5 à 7
BANDES PRÉ-FABRIQUÉES	Thermo-collées	Permanent	1	–	++	++	2 à 4	***	=	Dispo	4 à 6
	Collées à froid	Permanent et Temporaire	2	++	–	++	0 à 15 s	****	+	Non Dispo	8 à 10

SOL SUPPORT ACCEPTABILITÉ DE 2 - À 3 +						VIABILITÉ HIVERNALE RÉSISTANCE AUX ENGINS	RENOUVELLE-MENT DEGRÉ DE LIBERTÉ DU CHOIX FUTUR	RENDEMENTS APPLICATION	MARQUES EXISTANTES COMPATIBILITÉ	CONDITIONS BALISAGE FIXE (À MINIMA) OU MOBILE	COÛTS VALEURS RELATIVES
BB SG	BB Dr	ECF	ESU	Béton	Pavés	Faible 1*à bonne 4*	Du plus faible : 1 au plus fort : 4	D'un rendement faible + à très rapide +++			Echelle de 1 à 10
3+	2+	3+	3+	1+	1+	****	4	+++	Voir le tableau de compatibilité des produits entre eux – chapitre 2	M*	1 à 2
3+	2+	3+	3+	1+	1+	****	4	+++		M*	1 à 2
3+	3+	3+	3+	1+	1-	***	2	+++		F	2 à 3
3+	1+	3+	3+	1-	1-	**	3	+		M	3 à 5
3+	1+	3+	3+	1-	1-	**	3	++		M	3 à 5
3+	2+	3+	3+	1+	1-	***	3	+++		M	2 à 4
3+	1+	2+	1+	1-	2-	*	2	+		F	5 à 7
3+	1+	2+	1+	1-	2-	*	2	+		F	5 à 7
3+	1+	3+	3+	3+	1+	*	1	+		F	7 à 8
3+	3+	3+	1+	3+	2+	*	1	++		F	8 à 10

M* : La peinture solvantée et la peinture à l'eau peuvent être mises en œuvre sous balisage fixe ou mobile selon les conditions d'application.

5. Approche de calcul d'un coût global appliqué à son projet

- Disposer d'un détail quantitatif des travaux à effectuer selon la segmentation adoptée, soit dans le cadre de la politique d'entretien, soit selon la BDR propre au maître d'ouvrage.
- Identifier les produits adaptés et en déduire les coûts unitaires (fourniture et mise en œuvre).
- Déterminer les coûts d'exploitation par nature de produits et nature des marques, en fonction des dispositions adoptées pour les balisages.
- Déterminer les coûts de réalisation (unitaires et exploitation) par catégories de marques.
- Fixer la durée de vie de la structure de chaussée, support des marquages.
- En déduire les fréquences de renouvellement sur la base de la politique de renouvellement.
- Déterminer les coûts d'entretien.
- Calculer le coût global associé.



VIII. Les Politiques d'Entretien

La politique d'entretien doit permettre de maintenir, à un niveau de service défini par chacun des maîtres d'ouvrages concernés ou gestionnaires désignés, le patrimoine constitutif du marquage routier afin de répondre aux objectifs généraux suivants :

- Assurer aux usagers de la route le meilleur niveau de sécurité possible ;
- Prendre en compte la sécurité des personnels intervenants pour entretenir ce patrimoine, tant en travaux qu'en balisage du chantier ;
- Limiter la gêne aux usagers de la route tout en assurant leur sécurité ;
- Respecter les principes adoptés par le maître d'ouvrage en matière de développement durable ;
- Optimiser l'utilisation des crédits disponibles.

Ces objectifs se mettent en œuvre en fonction des moyens humains, matériels et financiers dont disposent le maître d'ouvrage.

Cette politique doit s'appuyer sur les éléments suivants :

- La connaissance, à divers degrés de finesse, de la constitution de son patrimoine ;
- Une hiérarchisation des segments identifiés ;
- Une mesure de l'état de ces différents segments de patrimoine.

De ces éléments mesurés, le maître d'ouvrage :

- Définira son propre scénario de renouvellement ;
- Etablira sa stratégie d'intervention ;
- Adaptera cette stratégie aux contraintes issues de ses politiques :
  - D'harmonisation par itinéraire,
  - De limitation d'impact à l'usager,
  - En matière hygiène & sécurité,
  - En matière de développement durable,
- Optimisera ses crédits d'intervention disponibles.

1. La segmentation de son patrimoine

Deux étapes principales caractérisent la démarche : définir la nature des marques installées et hiérarchiser les segments de voirie concernée.

a. La nature des marques installées

La segmentation suivante est proposée.

- **Nature des marques**
  - **Lignes :** axes – rives – Terre-plein central (TPC) – marque T2 5u …
  - **Marques singulières :** les bretelles entrées et de sorties sur échangeurs, les carrefours simples et giratoires, les tourne-à-gauche et tourne-à-droite, les îlots directionnels…
  - **Marques spéciales :** *« STOP », « CEDEZ LE PASSAGE »*, les lignes de feux, les différentes flèches, les passages piétons…
  - **Marques annexes :** les aires annexes les voies vertes, les places de stationnement…

- **Caractéristique de la voie**
  - Voies bidirectionnelles
  - Voies à chaussées séparées à 2×2, 2×3 voies, … ;
  - Voies avec une sinuosité ou très linéaire ;
  - Voies situées en interurbain ou en agglomération ;
  - Voies supportant différentes classes de trafic et pourcentage de poids lourds ;
  - Itinéraires déneigés et/ou salés ;
  - Nature et qualité du revêtement support : hydrocarbonés, enduits superficiels, ciments ou béton, pavés ;
  - Zones particulières identifiées comme prioritaires au sens de la sécurité routière (exemple passage piétons devant les établissements scolaires ou sportifs en agglomérations, etc.…) ;
  - Segmentation selon contraintes d'exploitation de la route et conditions d'interventions des équipes de signalisation des chantiers de marquage et de la nature de leur balisage associé fixe ou mobile.

Bien entendu, cette segmentation doit être cohérente avec la structure de la base de données routières utilisée dans le cadre de la gestion du domaine routier (voir chapitre X).

Elle doit conduire à disposer d'un relevé quantitatif des marques existantes le plus précis possible.

b. La hiérarchisation selon les segments

Cette hiérarchisation est destinée à optimiser les actions de renouvellement en organisant les démarches de suivi, de contrôle des niveaux d'usage et de planification des interventions d'entretien.

Sur chacun des segments, le maître d'ouvrage pourra définir des niveaux de priorité selon les différents critères suivants :

- Le caractère obligatoire ou non de la marque considérée au sens de l'IISR ;
- Le niveau des enjeux en matière de sécurité routière sur les différentes parties de son patrimoine.

La détermination des niveaux d'enjeu de sécurité routière est à établir par chacun des maîtres d'ouvrages concernés, à partir :

- Des bilans ou audits de sécurité routière établis à différentes échelles territoriales ;
- Des expériences et des capitalisations conduites par chaque gestionnaire sur son réseau.

À titre d'exemple :

Un maître d'ouvrage pourra considérer que les marques inscrites comme obligatoires au sens de l'IISR doivent être particulièrement surveillées :

- Les bandes *« STOP » ou « CEDEZ LE PASSAGE »*, les limites des feux tricolores ;
- Les marques en axes, en rives de TPC, en rives sur voies express à 2×2 ou 2×3 voies…

Mais également les marques suivantes qui représentent un enjeu particulier en terme de sécurité routière :

- Les marques de type T2 5u dans les zones d'échanges ;
- Les passages piétons en milieu urbain ;
- Les axes sur routes bidirectionnelles… ;

Un gestionnaire entreprend de surveiller systématiquement les bandes « STOP » ou « CEDEZ LE PASSAGE » à la sortie de la période hivernale ;

Une collectivité procède quant à elle à la surveillance des passages piétons systématiquement avant les périodes de rentrée scolaire ;

Un gestionnaire d'autoroutes procède à un contrôle annuel systématique des marques T2 5u au niveau des zones d'échanges ;

Un gestionnaire de routes bidirectionnelles fera relever le coefficient de rétro-réflexion sur les axes des routes tous les deux ans.

2. L'état de son patrimoine

Sous l'action des différentes contraintes que sont le trafic, les conditions climatiques, d'autres évènements particuliers ou bien encore du fait de caractéristiques géométriques peu favorables, les différents produits de marquage mis en œuvre vont évoluer dans le temps et perdre de leur propriété physico-chimique initiale.

Un gestionnaire de domaine routier doit avoir le souci de connaître le niveau de qualité de la signalisation horizontale équipant son réseau. Ce niveau peut être évalué à partir de la mesure de grandeurs physiques et/ou d'appréciations basées sur l'observation (à dire d'experts).

Il est alors à même de décider que, rendues en dessous de certaines valeurs, les marques existantes ne disposent plus des caractéristiques qui leur permettent de contribuer efficacement au niveau d'information et de sécurité offert à l'usager.

Autrement dit, rendues à un niveau inférieur à un seuil qu'il aura déterminé, le renouvellement des marques sera engagé. Le gestionnaire de domaine routier constitue ainsi les éléments de sa politique d'entretien normal, opposable à d'éventuels tiers.

A ce jour, il n'existe pas, au niveau national, de valeurs minimales d'usage inscrites dans un document règlementaire. Chaque gestionnaire est libre de définir ou non la valeur d'usage qu'il estime devoir appliquer sur son réseau.

Deux grands principes sont actuellement utilisés par les gestionnaires pour évaluer la qualité des marques de leur réseau :

- Des relevés visuels établis à dire d'experts ;
- Des mesures de toutes ou parties des caractéristiques définies dans la norme NF EN 1436.

a. La qualité mesurée *« à dire d'experts »*

Les indicateurs

Le relevé visuel

La qualité d'une marque existante peut être appréciée à partir d'un simple relevé visuel pratiqué à dire d'expert.

Le taux de recouvrement

Le taux de recouvrement correspond au rapport entre la surface de marquage présente au moment des opérations de contrôle et la surface théorique de la marque considérée. Le taux de recouvrement caractérise la dégradation de la marque par arrachage ou abrasion.

Les modalités d'acquisition des données

Ce type de mission est le plus souvent confié aux patrouilleurs assurant les taches d'exploitation.

La politique de surveillance et de recueil des données sur les marques existantes doit faire l'objet, dans toute la mesure du possible, d'une formalisation au sein des démarches liées aux systèmes de management de la qualité d'un opérateur routier.

La partie VIII-3 *« Élaborer une procédure de surveillance »* propose les éléments structurants de cette démarche.

b. La qualité mesurée sur les caractéristiques normalisées

Les indicateurs

- La vision de jour d'un marquage se vérifie par la mesure du coefficient de luminance Qd ;
- La couleur se contrôle par sa chromaticité ;
- La capacité à éviter la glissance s'apprécie par la mesure du coefficient SRT ;
- La vision de nuit se mesure par le coefficient de rétro-réflexion RL établi essentiellement par temps sec ; pour les produits VNTP, la mesure des coefficients RR et RW sera requise.

Contrôler chacune des caractéristiques ne répond pas aux mêmes enjeux qui peuvent s'avérer très différents selon les marques considérées et/ou les patrimoines concernés.

La connaissance exhaustive des valeurs des caractéristiques normalisées est peu réaliste. Cela mobiliserait, sur le plan économique, des sommes importantes et sur le plan *« exploitation »*, des moyens de balisage considérables en totale incohérence avec les objectifs recherchés.

Il importe donc de prioriser les données qu'il convient d'acquérir.

Les modalités d'acquisition des données

Le chapitre V *« Les contrôles »* précise les matériels adaptés à l'acquisition des valeurs des caractéristiques normées.

Seules les opérations de mesures de la rétro-réflexion – RL – peuvent s'appuyer sur des matériels assurant de grands rendements de mesures – AGR – et qui peuvent s'insérer dans le flux de circulation.

Les campagnes de mesure ainsi réalisées se trouvent moins dangereuses et moins contraignantes que les mesures réalisées sous protections par balisage fixe.

De fait, la mesure de la rétro-réflexion, à travers l'outil mobile de relevé de la rétro-réflexion *« ECODYN »* ou équivalent, est devenu l'indicateur principal de la qualité des marques sur les réseaux routiers interurbains.

L'acquisition des valeurs des autres caractéristiques répond à des demandes spécifiques pour un objectif particulier.

À titre d'exemple

- Une collectivité locale recherche la connaissance de la valeur du coefficient SRT sur chacun de ses passages piétons, voire de ceux situés principalement en continuité des cheminements à destination ou en provenance des groupes scolaires. Elle estime qu'un enjeu particulier en termes de sécurité des personnes détermine les fondements qualitatifs de déclenchement des opérations de renouvellement.
- Un gestionnaire de section autoroutière établit, sur les marquages situés sur les zones considérées à enjeu de sécurité routière comme les bandes T2 5u, un contrôle régulier en vision de nuit.
- Un gestionnaire fait effectuer un relevé des coefficients RW et RR sur les produits VNTP mis en œuvre.
- Un gestionnaire procède au relevé annuel du coefficient RL sur un 1/3 de son réseau.

La formalisation des démarches de surveillance et de recueil des données au sein des systèmes de management de la qualité d'un opérateur routier doit être recherché.

L'absence de référentiels normatifs

Les valeurs d'usage relevées in-situ sur les caractéristiques normalisées ne peuvent être comparées aux valeurs issues de l'arrêté du 10 mai 2000.

Les valeurs minimales référencées NF2 de l'arrêté, dans les conditions d'essai définies par la norme d'essai NF EN 1824, déterminent une aptitude à l'utilisation des produits et non une référence réglementaire d'une valeur d'usage.

À ce jour, il n'existe pas, au niveau national, de valeurs minimales d'usages inscrites dans un document règlementaire.

Chaque maître d'ouvrage /gestionnaire est donc libre de déterminer, à partir de ses propres relevés et en fonction des contraintes propres à son patrimoine, les valeurs minimales d'usage qu'il souhaite ne pas dépasser.

À titre d'exemple :

- Un gestionnaire d'autoroute fait établir un relevé du coefficient RL sur l'ensemble des axes de son réseau avec identification des sections ou la valeur est inférieure à 150 $mcd.lx^{-1}.m^{-2}$.
- Si un gestionnaire a repris cette valeur pour déterminer les opérations de renouvellement, un autre a retenu la valeur de 100 $mcd.lx^{-1}.m^{-2}$ pour déclencher toute intervention.

3. Une procédure de surveillance

La politique de surveillance et de recueil des données sur les marques existantes se structure autour des mesures effectuées, soit :

- À dire d'experts ;
- À partir des Appareils à Grands Rendements (AGR).

Pour chaque approche, les points suivants sont à préciser :

▪ Les marques concernées par les relevés

Les marques concernées seront déterminées après une approche et une caractérisation des enjeux de sécurité routière appliquées à l'ensemble du patrimoine (voir chapitre précédent). Pour des relevés établis à partir des AGR, un budget est à prévoir ainsi que les modalités d'achat de la prestation.

▪ Le responsable de l'établissement des relevés

En fonction des moyens disponibles et de l'organisation territoriale déterminée, les tâches de visite et de relevés visuels peuvent être confiées aux personnels affectés aux tâches d'entretien courant et/ou d'exploitation : les *« patrouilleurs »* ou équivalents.

Pour les relevés effectués par des appareils de type AGR, différents laboratoires publics ou privés disposent des matériels de mesure adéquats et homologués.

▪ La fréquence et la période d'établissement des relevés

La fréquence des opérations de contrôle est fonction de la marque considérée. Pour les relevés visuels, les interventions peuvent être calées sur celles des patrouilles ou, à défaut, sur une fréquence semestrielle et selon un calendrier à fixer en adéquation avec les sensibilités des marques considérées.

La période est variable selon les collectivités et les régions concernées.

Pour les relevés effectués par des appareils de type AGR, les fréquences d'intervention constatées sont le plus souvent annuelles.

▪ La fiche de contrôle et sa conservation

La forme de la fiche de contrôle et sa conservation (lieu — durée) comme élément de preuve sont à préciser. Le versement des données au sein de la Banque de Données Routière du maître d'ouvrage ou de sa base de données informatisée est indispensable.

4. Les différents scénarios de renouvellement des marques

Les scénarios rencontrés s'appuient principalement sur trois principes distincts :

- Un renouvellement décidé à partir de fréquences forfaitaires ;
- Un renouvellement décidé à partir de l'état du patrimoine ;
- Un renouvellement décidé à partir d'une approche combinée.

a. Les scénarios basés sur une fréquence forfaitaire de renouvellement

À chacune des marques existantes est affectée une durée de vie maximale et forfaitaire.

La décision de renouvellement est prise lorsque ces durées sont dépassées.

▪ Quelles durées forfaitaires adoptées ?

Il n'existe pas, à ce jour, de données fiables et concordantes pour déterminer de façon sûre et absolue la date limite de renouvellement des marques sur chaussées.

Cette durée est déterminée par retour d'expérience ou est issue des obligations contractualisées lors des opérations de renouvellement précédentes.

On ne peut que formuler des plages de délais tirées des pratiques de chacun. (Voir la rubrique *« Durabilité »* au tableau *« Choix des produits »*).

▪ Avantages et inconvénients

L'avantage comparatif de ce scénario réside dans son caractère très prévisionnel. Il permet de répondre au mieux à l'élaboration d'une programmation financière annuelle des besoins de renouvellement.

Il présente cependant l'inconvénient d'entraîner :

- Soit une sur-qualité lorsque les marques conservent, à l'issue de la période forfaitaire, un niveau supérieur aux valeurs de références adoptées par le maître d'ouvrage ;
- Soit une sous-qualité si les conditions de dégradations conduisent à des désordres plus importants et plus rapides que prévus. Le risque d'apparaître comme un défaut d'entretien normal est alors important.

À titre d'exemple :

Un maître d'ouvrage a retenu une durée de vie d'une voire deux années pour les marques des axes des voies bidirectionnelles réalisées en produit de la famille des peintures.

Ainsi, au bout de deux années, et quelle que soit la qualité résiduelle des marques concernées, il sera procédé au renouvellement de la signalisation horizontale pour les sections identifiées.

b. Les scénarii basés sur l'état du patrimoine

La décision de renouvellement est prise lorsque le niveau de qualité du patrimoine, établi selon les principes énoncés à la partie VIII-2, est considéré comme *« dégradé »* ou inférieur à des valeurs *« plancher »* prédéfinies par le maître d'ouvrage.

Il est alors aisé d'établir un chiffrage des interventions rendues nécessaires selon le niveau de dégradation mesuré.

On parle alors de fréquences variables d'interventions.

▪ Avantages et inconvénients

L'avantage de ce type de démarche réside dans une adéquation stricte entre le niveau de qualité requis et la décision de renouvellement.

Cependant, les dates d'intervention ainsi obtenues et propres à chaque indicateur ont très peu de raison de coïncider entre elles. Par ailleurs, certaines marques peuvent présenter des caractéristiques dégradées alors même que d'autres marques peuvent être mesurées comme correctes.

La forte hétérogénéité des produits utilisés ou des contraintes appliquées sur chaque segment d'un réseau très divers complexifie grandement la mise en œuvre de ce type de scénarios.

Cette démarche peut s'avérer contradictoire avec la demande de prévisibilité des crédits d'entretien pour de nombreux maîtres d'ouvrages.

c. Les scénarios basés sur une approche combinée

Certains maîtres d'ouvrages ont développé une approche combinée. Elle repose sur un renouvellement basé sur des périodes forfaitaires avec parallèlement un relevé du niveau de qualité pour certaines caractéristiques prédéfinies.

Le gestionnaire dispose alors, de façon simultanée, des échéances de renouvellement attendues et de l'état des caractéristiques normalisées, ou des références à dire d'experts, de son patrimoine.

▪ Avantages et inconvénients

Ce scénario permet de répondre de façon théorique au risque évoqué, lors du renouvellement forfaitaire, de sous-qualité d'une partie des marques du réseau.

Au sein de périodes considérées comme non renouvelables, des décisions d'intervention d'urgence peuvent cependant être déclenchées.

Cette approche combinée peut également être utilisée pour affiner les connaissances d'un gestionnaire sur l'état de dégradation de son réseau avec une vision au plus près des contraintes qui s'appliquent sur les différentes marques.

5. La démarche d'élaboration

a. Objectif n°1 : Assurer aux usagers une sécurité maximale

Cet objectif découle des obligations légales et réglementaires opposables au maître d'ouvrage/ gestionnaire de la voirie, définies notamment par le CVR et son article R 111-1 alinéa 2 : « *Les équipements routiers doivent être conçus […], entretenus de façon à assurer aux usagers de la route le meilleur niveau de sécurité […] possible* ».

Première étape : Connaître son patrimoine

- Segmenter son réseau selon les marques et les voiries support ;
- Quantifier les éléments constitutifs de son patrimoine ;
- Hiérarchiser les marques et les segments pour organiser la politique de suivi et de contrôles ;
- Évaluer la qualité des différents segments.

Deuxième étape : Fixer les scénarios de renouvellement

- Définir quelle approche est retenue pour déclencher les opérations de renouvellement :
  - **Une fréquence forfaitaire** : Ce choix présente le défaut de ne pas tenir compte des dégradations relevées.
  - **Un niveau de qualité** : Ce choix n'est pertinent que sous réserve de la définition de la valeur d'usage à travers des niveaux minima pour les caractéristiques normalisées et de la détermination des fréquences des opérations de contrôle.
  - **Un combiné des deux démarches** : Ce choix semble représenter le meilleur des scénarios actuels.

Troisième étape : Mettre en cohérence les itinéraires

Un des facteurs importants en matière de sécurité routière repose sur la nécessaire cohérence des équipements de signalisation sur un même itinéraire routier.

Cette exigence de cohérence impose de programmer une remise à niveau globale et continue d'un itinéraire.

La segmentation des itinéraires par tronçons représentatifs sera fonction du patrimoine de chacun des maîtres d'ouvrages. Les modalités d'interventions par itinéraire ou sur points singuliers sont à formaliser.

D'autres marques considérées comme *« très sensibles »* par le gestionnaire pourront faire l'objet d'une intervention immédiate et non nécessairement intégrée dans un plan de renouvellement plus vaste.

En cas de renouvellement des marques, le gestionnaire doit s'interroger sur la conformité de son marquage vis-à-vis de la réglementation (IISR) pour ne pas reproduire les erreurs pré-existantes.

Cette interrogation, permanente, participe de l'adaptation du patrimoine aux différentes évolutions des règles édictées par les autorités concernées.

b. Objectif n° 2 - Assurer la sécurité des personnels intervenants pour entretenir ce patrimoine

- Minimiser les interventions des équipes en charge des balisages ;
- Respecter les directives hygiène & sécurité à destination des personnels d'application ;

Cet objectif majeur de prévention des risques professionnels conduit le maître d'ouvrage à choisir des produits adaptés et les modalités de balisage les moins risquées possibles.

Le choix de minimiser le recours à des balisages fixes va peser sur l'établissement des relevés de dégradation qui ne peuvent bénéficier d'appareils de mesure à grands rendements.

Sur des sections à géométrie considérée comme accidentogène pour les personnels, le gestionnaire pourra adopter des fréquences forfaitaires de renouvellement des produits plus importantes que les valeurs moyennes relevées.

Une lecture croisée des documents de synthèse de la politique de prévention et les orientations proposées en matière d'entretien s'avère indispensable avant de formaliser une politique de renouvellement des marquages routiers.

c. Objectif n° 3 - Limiter l'impact sur les usagers

La politique de renouvellement doit faire l'objet d'une analyse croisée avec l'objectif de limiter les restrictions de circulation pour les usagers.

Les conditions d'interventions sous circulation (interventions nocturnes, remise en circulation la plus rapide…) seront à définir. Ces contraintes peuvent également peser sur le choix des produits. Ainsi, l'identification de sections de routes où les interventions s'avèrent extrêmement difficiles entraînera la mise en œuvre, lors d'opération neuve ou de renouvellement, de produits à durabilité renforcée, à l'adoption de fréquences de renouvellement plus espacées dans le temps, voire à l'adoption de valeurs d'usages plus faibles.

d. Objectif n° 4 - Respecter les dispositions environnementales

Chaque maître d'ouvrage conduit une politique en matière de respect de l'environnement qui lui est propre. Une analyse croisée avec les opérations de renouvellement pour en déduire d'éventuelles adaptations est indispensable.

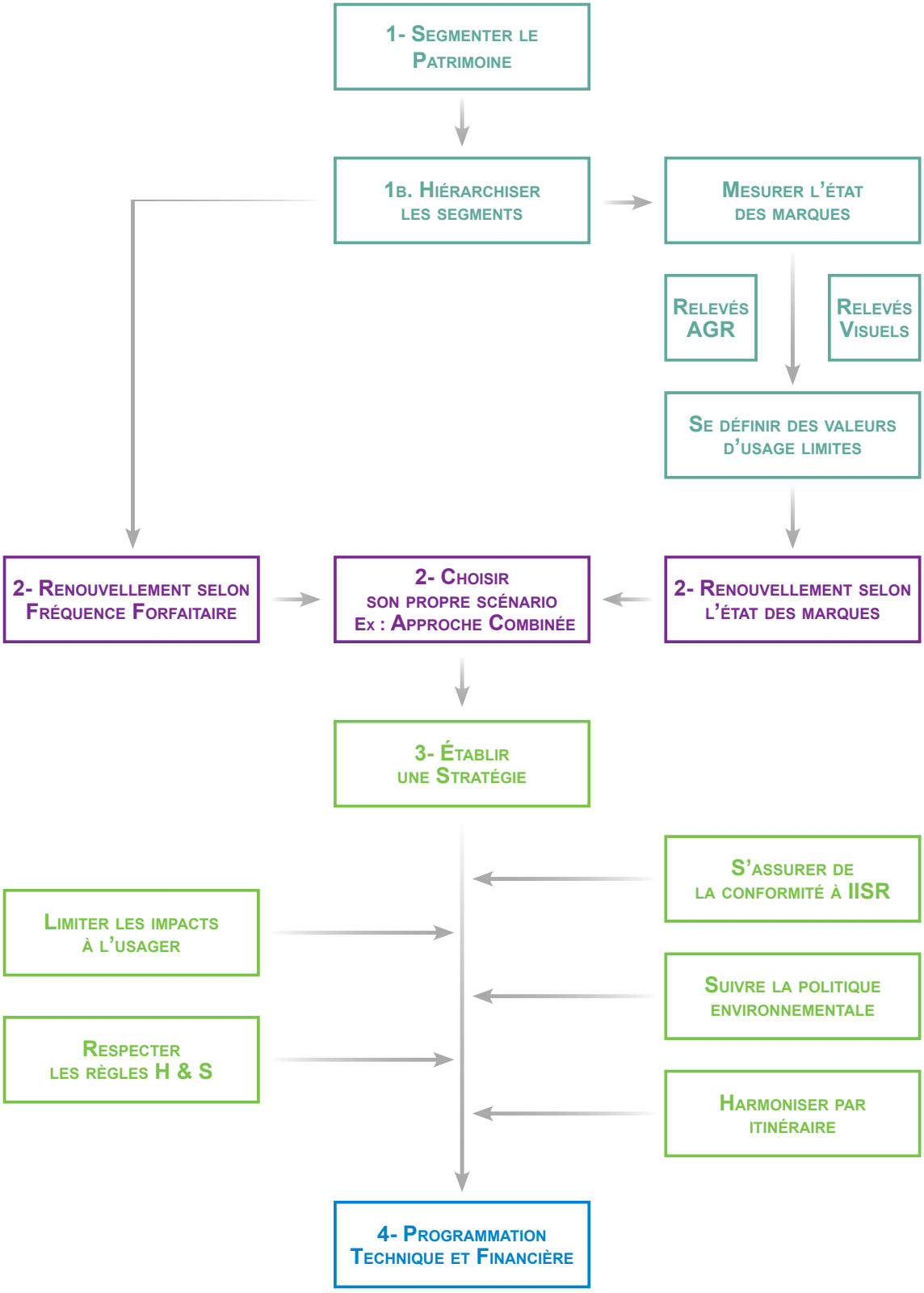
e. Objectif n° 5 - Optimiser l'utilisation des crédits disponibles

La stratégie de renouvellement étant fixée, l'optimisation du coût global peut être approchée de façon itérative, selon la démarche suivante :

- Fixer un horizon de référence pour les calculs de comparaison des différentes stratégies. Une période de 18 à 20 ans correspondant à la durée de vie d'une structure de chaussée avant sa réhabilitation pourra être retenue.
- À partir de la stratégie adoptée, déterminer, pour chacun des segments de voirie, les fréquences de renouvellement des marquages au sol.
- Déterminer la nature des produits mis en œuvre lors des opérations de renouvellement et les coûts induits.
- Déterminer la nature et la fréquence des balisages associés et les coûts d'exploitation induits.
- Comparer le coût final obtenu avec les budgets disponibles.
- Faire varier les éléments constitutifs des scénarios (fréquences forfaitaires de renouvellement) dans les calculs.

6. Les méthodes de chiffrage des stratégies de renouvellement

Figure 58 : Synoptique de gestion d'un patrimoine de marquages routiers



EXEMPLE D'UNE STRATÉGIE D'ENTRETIEN

CRITÈRES / SEGMENTATION PATRIMOINE	CARACTÈRE OBLIGATOIRE SELON IISR	NIVEAU DES ENJEUX DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE ÉTABLIS PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE	EXEMPLES DE FRÉQUENCE DE CONTRÔLE N = FRÉQUENCE MOYENNE DE RENOUVELLEMENT	MESURE DE L'ÉTAT DES MARQUES
Bandes « STOP », « CEDEZ LE PASSAGE », limites des feux tricolores	Caractère obligatoire IISR	Très Fort	Tous les ans en sortie de la Période hivernale	Vision de jour
			Tous les 6 mois, selon planning des patrouilleurs	Etat général
Sur 2 × 2 voies Fort Trafic Axes - Rives et Bandes Dérasées de Droite – BDD	Caractère obligatoire IISR	Fort	A partir de N/2, Tous les ans en sortie période hivernale	Rétroréflexion RL
Sur 2 × 2 voies Fort trafic Bandes TPC et Bandes Dérasées de Gauche – BDG	Caractère obligatoire IISR	Fort	Selon planning des patrouilleurs	Rétroréflexion RL
				Etat général
Sur 2 × 2 voies Faible trafic Axes Rives TPC	Caractère obligatoire IISR	Moyen	Selon planning des patrouilleurs	Etat général
Sur 2x2 voies Tout trafic T2 5u sur Echangeurs	Caractère obligatoire IISR	Fort	A partir de N/2, Tous les ans en sortie période hivernale	Rétroréflexion RL
Sur 2 x 2 voies Tout trafic Voies des Echangeurs	Caractère obligatoire IISR	Fort	A partir de N/2, Tous les ans en sortie période hivernale	Rétroréflexion RL
Sur 2x2 voies Tout trafic Flèches de rabattement	Caractère obligatoire IISR	Fort	Selon planning des patrouilleurs	Qualité globale Rétroréflexion
Routes bidirectionnelles Fort trafic Axes en Continu ou Tirets	Marquage recommandé	Très Fort	A partir de N/2, Tous les ans en sortie période hivernale	Rétroréflexion RL
Routes bidirectionnelles Faible trafic Axes en Continu ou Tirets	Marquage souhaitable	Fort	Selon planning des patrouilleurs	Rétroréflexion RL
Routes bidirectionnelles Tout Trafic Rives en Continu ou Tirets	Marquage souhaitable	Moyen	Selon planning des patrouilleurs	Rétroréflexion RL
Routes bidirectionnelles Tout Trafic Carrefours plans Giratoires	Marquage recommandé	Fort	A partir de N/2, Tous les ans en sortie période hivernale	Taux de recouvrement Qualité globale
Les passages piétons en milieu urbain	Nécessaires selon IISR art. 118	Zones à enjeux de SR devant certains établissements	Sur contrôle des patrouilleurs Tous les ans avant période scolaire	Taux de recouvrement Etat général
				Vision sous éclairage diffus
				Adhérence
Les passages piétons	Nécessaires selon IISR art. 118	Zones considérées comme sans enjeu particulier	Selon planning des patrouilleurs	Etat général

MODALITÉS D'ACQUISITION	VALEUR LIMITE ADOPTÉE PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE (MOA)	PÉRIODICITÉ MINIMALE ADOPTÉE	RÈGLES H ET S. IMPACTANTES OU NON. EXEMPLE RETENU PAR UN MAÎTRE D'OUVRAGE	POLITIQUE RETENUE EXEMPLE POUR UN MAÎTRE D'OUVRAGE DONNÉ
Réflectomètre statique	(En mcd.lx^{-1}m^{-2})De 50 à 150 variable selon MOA	Valeur moyenne N selon le produit et/ou issue de l'expérience du MOA	Moyennement	Renouvellement des marques si valeurs inférieures à la limite prédéfinie au sein du Plan de Contrôle Intervention dans un délai maxi 1 semaine. Traitement par points singuliers
Contrôle visuel ponctuel	Bon / Mauvais			
Par système ECODYN ou équivalent.	En mcd.lx^{-1}m^{-2} De 50 à 150 variable selon MOA		Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Approche globale par itinéraire
Par système ECODYN ou équivalent.	En mcd.lx^{-1}m^{-2} De 50 à 150 variable selon MOA		Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Approche globale par itinéraire.
Contrôle visuel ponctuel	Bon / Mauvais			
Contrôle visuel ponctuel	Bon / Mauvais		Moyennement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit Approche globale par itinéraire
Par système ECODYN ou équivalent.	En mcd.lx^{-1}.m^{-2} De 50 à 150 variable selon MOA		Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Traitement par Echangeurs.
Par système ECODYN ou équivalent.	En mcd.lx^{-1}.m^{-2} De 50 à 150 variable selon MOA		Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Traitement par Echangeurs.
Contrôle visuel ponctuel Réflectomètres statiques	Bon / Mauvais En mcd.lx^{-1}m^{-2} De 50 à 150 variable selon MOA		Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Traitement par Echangeurs.
Coefficient RL par système ECODYN ou équivalent.	En mcd.lx^{-1}.m^{-2} De 50 à 150 variable selon MOA	Valeur moyenne N selon le produit et/ou issue de l'expérience du maître d'ouvrage	Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Approche globale par itinéraire
Contrôle visuel ponctuel	Bon / Mauvais		Moyennement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Approche globale par itinéraire
Contrôle visuel ponctuel	Bon / Mauvais		Moyennement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Approche globale par itinéraire
Contrôle visuel ponctuel	En pourcentage % Bon / Mauvais		Fortement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle. Approche globale par itinéraire
Contrôle visuel ponctuel	En pourcentage % Bon / Mauvais	Valeur moyenne N selon le produit et/ou issue de l'expérience du maître d'ouvrage	Fortement	Renouvellement sur la base de la qualité minimale atteinte. Traitement par points singuliers.
Contrôle de la luminance par photomètre	En mcd.lx^{-1}.m^{-2} De variable selon MOA			
Contrôle du coefficient SRT par pendule	SRT ≥ 55 variable selon MOA			
Contrôle visuel ponctuel	Bon / Mauvais		Moyennement	Renouvellement à l'issue de la durée de vie moyenne du produit sauf décision spécifique issue des valeurs du contrôle Traitement par points singuliers.

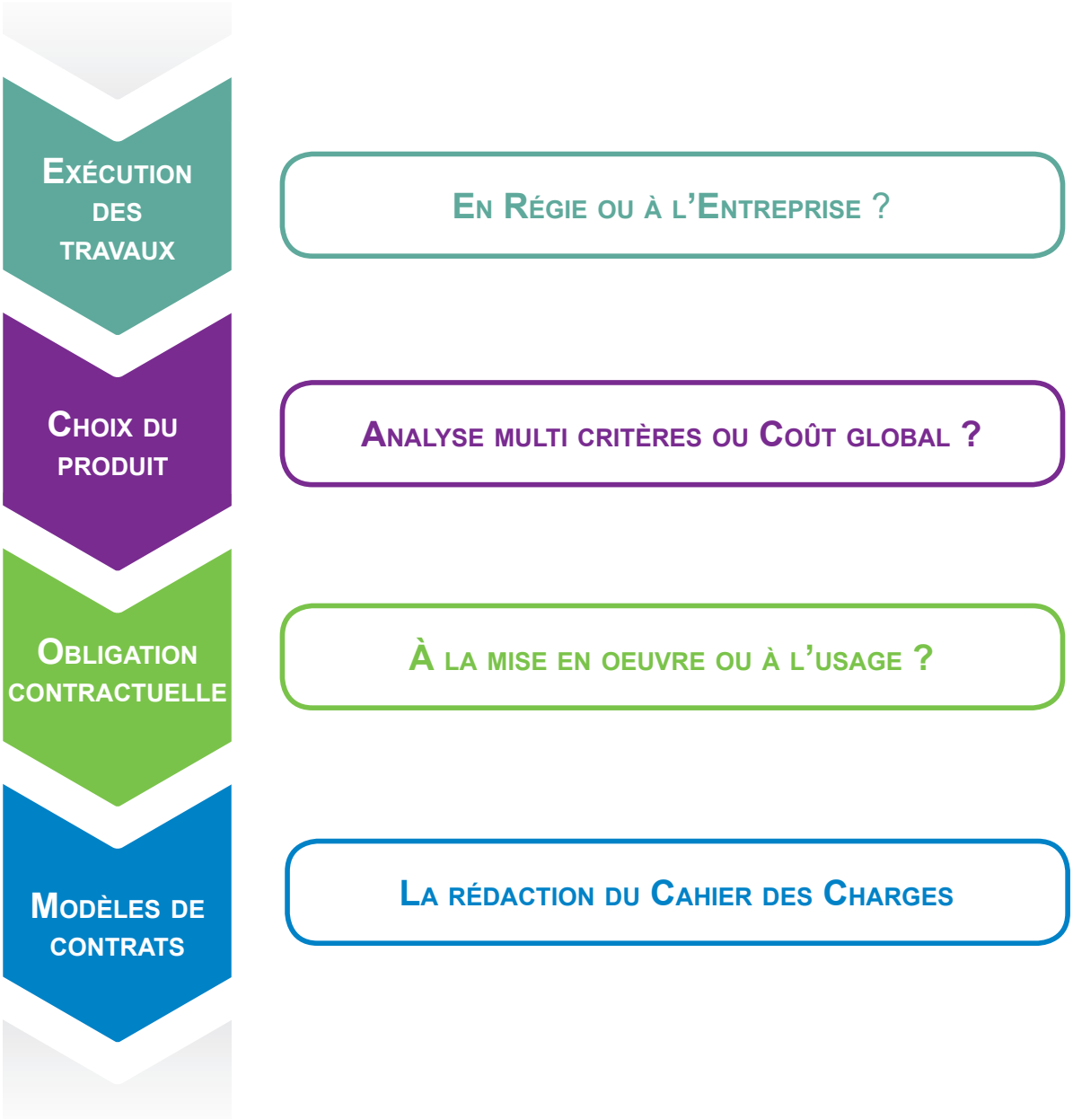
IX. Les éléments de définition pour l'achat public

Le présent chapitre aborde les questions liées à l'achat public envisagé pour répondre aux besoins du maître d'ouvrage.

Une définition précise du besoin est la garantie de la bonne compréhension et de la bonne exécution du marché.

Elle permet de procéder à une estimation fiable du montant du marché. Le choix de la procédure à mettre en œuvre est déterminé en fonction du montant et des caractéristiques des prestations à réaliser. C'est pourquoi il est indispensable de procéder, en amont, à une définition précise des besoins.

De cette phase préalable essentielle dépend le choix de la procédure et la réussite ultérieure du marché.



Ces choix concernent aussi bien les opérations entreprises dans le cadre d'un projet dit neuf après renouvellement des couches de surface par exemple, que les opérations entreprises dans le cadre du renouvellement des marques existantes.

1. Exécution des travaux : Régie ou Entreprise

a. Les prérequis pour des travaux en régie

Le recours à des travaux en régie nécessite que le maître d'ouvrage dispose :

- Des moyens humains disposant des compétences pour assurer d'une part, la mise en œuvre des produits de marquage et, d'autre part, le pilotage du chantier ;
- Des moyens matériels adaptés à la réalisation de ces travaux.

Concernant le pilotage du chantier, les personnels doivent disposer des compétences nécessaires pour garantir au maître d'ouvrage que :

- Les obligations légales et réglementaires en matière d'hygiène et de sécurité des personnels au travail soient bien respectés ;
- Les obligations légales et réglementaires liées au stockage des produits, au transport d'éventuels produits inflammables depuis le point d'achat jusqu'au point de stockage puis vers le lieu d'emploi soient connues, maîtrisées et respectées par l'ensemble des acteurs de la chaîne de mise en œuvre ;
- Les matériels et outils d'applications soient conformes à la législation en vigueur, disponibles pour le chantier et qu'ils ont été correctement étalonnés pour garantir au maître d'ouvrage un dosage des produits mis en œuvre conforme aux prescriptions ;
- Les conditions d'intervention des équipes de marquage soient conformes aux dispositions légales et réglementaires, voire aux conditions locales édictées par le maître d'ouvrage, qui s'appliquent au chantier considéré, et notamment les dispositifs de sécurisation d'un chantier fixe ou mobile ;
- La programmation du chantier spécifie les dispositions adoptées face aux contraintes :
  - Liées au déroulement des travaux et à la période prévisible d'application,
  - De signalisation et de balisage du chantier fixe ou mobile,
  - De remise en circulation avec un temps indiqué,
  - Liées à la réalisation puis à la réception des opérations de pré-marquage,
  - Environnementales du maître d'ouvrage.

- Avant tout démarrage d'application, le responsable des travaux en régie soit en mesure de déterminer les dosages à appliquer, sous sa seule responsabilité.

À défaut de disposer des moyens adaptés (ressource humaine et matériels), le maître d'ouvrage fera appel à l'entreprise pour assurer la fourniture et la mise en œuvre des produits de marquage.

b. Le recours à l'entreprise

Une fois la décision prise de recourir à l'entreprise pour assurer la fourniture et la mise en œuvre des produits de marquage, le maître d'ouvrage va devoir élaborer une grille de besoins précise afin d'obtenir des entreprises des propositions les plus adaptées et appropriées à ses demandes, et ainsi d'être en capacité de choisir l'offre la plus avantageuse économiquement.

Deux questionnements principaux viennent structurer la définition et l'organisation de la consultation par chaque maître d'ouvrage :

- Le choix des produits ;
- Le choix des obligations contractuelles demandées aux entreprises.

Le panachage des différents choix opérés peut s'avérer contradictoire. Il est aisé de percevoir que les modalités retenues en matière d'obligation contractuelle conditionnent les latitudes de choix des familles de produits. Le recours au principe d'une obligation totale de résultats impose le libre choix du produit et des dosages par l'entreprise.

2. Le choix des produits : Analyse multicritères ou coût global

Les recommandations suivantes s'appliquent tant pour les produits utilisés en régie que pour ceux mis en œuvre par les entreprises.

Un produit non certifié NF 058 par l'ASCQUER ne peut pas être employé sur les routes du domaine public routier français en dépit de son éventuel marquage CE.

a. Un choix restreint de produits

Cas où le maître d'ouvrage considère qu'il dispose de l'expertise nécessaire à l'élaboration de sa politique d'entretien et de renouvellement des marques de son réseau.

Il prédétermine ainsi les familles de produit qu'il entend disposer selon les marques. Ces choix doivent nécessairement s'appuyer sur des éléments de doctrine accessibles aux tiers.

Il arrête les fonctionnalités principales du produit :

- Le caractère permanent ou temporaire de la marque, et la couleur associée ;
- Sa rétro-réflexion ou non ;
- La nature du sol : hydrocarboné ou cimenté ;
- La fonctionnalité : VNTP ou non.

Il exprime ensuite, dans le cahier des charges de la consultation, les différentes classes des caractéristiques normalisées du produit qu'il souhaite disposer avec l'obligation que :

- Les caractéristiques soient conformes à celles définies dans la norme NF EN 1436 ;
- **Les valeurs prescrites soient supérieures ou égales aux performances définies dans l'arrêté du 10 mai 2000, valeurs NF2 selon les principes suivants :**

La durabilité	Valeur libre Px
La rétro-réflexion	Valeur minimale requise RL
Pour les seuls produits VNTP	Valeur minimale requise RR et RW
La visibilité de jour	Valeur minimale requise Qd
La chromaticité	Valeur adaptée requise (x,y)
L'anti-glissance	Valeur minimale requise SRT

Les valeurs minimales référencées NF2 dans l'arrêté du 10 mai 2000 servent à déterminer une aptitude à l'utilisation des produits et non une référence réglementaire d'une valeur d'usage ou un engagement des fournisseurs à la tenue de leur produit sous les contraintes attendues.

S'il est en mesure de demander des produits qui disposent de performances supérieures aux valeurs minimales imposées dans l'arrêté du 10 mai 2000, le maître d'ouvrage a l'obligation d'une part, de bien expliquer les objectifs qui conduisent à ces demandes et d'autre part, de s'assurer d'une compétition à minima entre les fournisseurs.

L'exigence de classes de caractéristiques trop contraignantes pourrait conduire à restreindre considérablement le champ de la concurrence voire à le contourner.

Afin de se prémunir contre un risque de recours contentieux, une démarche de qualification de la valeur technique des différents produits entre eux peut être envisagée. Elle consiste à valoriser chacune des caractéristiques intrinsèques à travers un système de notation.

Ce système devra figurer explicitement dans le règlement de la consultation.

Pour les travaux en régie, la vérification de la compatibilité des produits avec les outils d'application est un point d'arrêt dans la procédure de sélection.

b. Un choix ouvert de produits

Cas où le maître d'ouvrage considère ne pas disposer de l'expertise nécessaire à l'élaboration d'une doctrine en matière de choix d'un produit en cas de travaux neufs ou de renouvellement.

Il va alors exprimer, dans les pièces de la consultation, d'une part l'ensemble des contraintes qui vont venir dégrader les marques envisagées, d'autre part les contraintes d'organisation du chantier, et enfin rappeler les exigences minimales de certification des produits.

Ces éléments permettront aux entreprises de répondre au mieux aux attentes du maître d'ouvrage :

- **Les facteurs d'usure des marques**
  - Description du patrimoine concerné, de la typologie des voies, des caractéristiques géométriques spécifiques,
  - Climat dominant : les contraintes météorologiques sont un facteur de dégradation des marques,
  - Intensité des trafics VL et PL exprimés en TMJA[6] , en uvp[7],
  - Temps de séchage : indication sur une éventuelle obligation de remise en circulation par section de voies sans risque de dégradation des marques,
  - Sol support : Description de la nature du revêtement rencontré et notamment la PMT[8] mesurée,
  - Viabilité Hivernale : description des opérations de viabilité hivernale sur les voies concernées,
  - Marques existantes (selon les cas) : compatibilité du produit vis-à-vis de l'existant.

6 Trafic Moyen Journalier Annuel
7 Unités Véhicules Particuliers
8 Profondeur Moyenne de Texture

- **Les contraintes du chantier**
  - Contraintes liées au déroulement des travaux et notamment la co-activité présente sur le chantier, ainsi que la période prévisible d'application,
  - Contraintes de signalisation et de balisage des opérations de marquage,
  - Contraintes de remise en circulation avec un temps indiqué,
  - Contraintes environnementales du maître d'ouvrage.

Les performances des caractéristiques normalisées supérieures aux valeurs minimales imposées dans l'arrêté du 10 mai 2000 (cf. tableau précédent).

c. La comparaison des propositions économiques

De nombreux guides et ouvrages précisent et explicitent les méthodes liées à la prise en considération des critères de qualité dans les appels à la concurrence.

Dans le cas présent, il parait important de prendre en compte la notion de coût global pour déterminer l'offre la mieux disante.

Au sein de cette démarche, si le prix des produits sera fonction des résultats de la consultation, la question de la durée de vie du produit constitue la pierre angulaire de la méthode. Le maître d'ouvrage pourra s'appuyer sur les durées de vie moyenne des produits évoqués dans le guide.

Les coûts de maintenance, d'entretien, des dispositifs de signalisation, de balisage des engins et du chantier, des frais de contrôle associés, les rendements par produit sans oublier les taux d'actualisation seront utilisés pour calculer le coût global de chacun des produits et en déduire l'offre la plus avantageuse.

Les règles de la mise en concurrence (critères, éventuels sous-critères, pondération) doivent être connues des candidats. L'acheteur doit donc les indiquer dès le lancement de la procédure, dans l'avis de publicité ou dans les documents de la consultation.

3. Obligations contractuelles : à la mise en œuvre ou à l'usage

Il n'existe pas de valeurs minimales de performances, inscrites dans un document réglementaire, opposables à certaines caractéristiques normalisées tant à l'issue de leur mise en œuvre qu'à l'issue d'une période d'usage.

Seules les obligations contractuelles, formalisées au sein des contrats de travaux, pourront être opposées aux entreprises ayant assuré la mise en œuvre des produits.

Techniquement, les performances certifiées d'un produit de marquage routier sont propres aux conditions de mise en œuvre et de vieillissement de son repère sur le site d'essai routier au cours de sa certification. Les produits ayant été appliqués dans des conditions particulières, testés sur un site spécifique et ayant connu des conditions d'usure particulières, il n'est pas possible d'extrapoler les performances de certification d'un produit de marquage routier de façon universelle.

Deux démarches sont envisageables :

Obligations à l'issue de la mise en oeuvre	Obligations à l'issue d'une période d'usage

a. Obligations contractuelles à la mise en œuvre du produit

Cas où le maître d'ouvrage considère qu'il dispose de l'expertise nécessaire à l'élaboration d'une doctrine en matière de travaux neufs ou de renouvellement.

Il sait que le produit de marquage routier qui sera mis en œuvre, et soumis à des conditions différentes de celles du site de certification, présentera donc des performances et une durée d'usage différentes.

Cependant, pour s'assurer d'une qualité du produit proche des valeurs de certification, il encadre les conditions d'application par :

- L'expression de résultats à atteindre à l'issue de la mise en œuvre des produits ;
- La contractualisation des valeurs inscrites au procès-verbal de certification du produit dans la classe de roulage *« Etat Neuf »*, à l'issue de cette mise en œuvre.

Il s'affranchit ainsi des contraintes dûes aux trafics attendus.

Pour les fournisseurs / prestataires, leur proposition est optimisée en choisissant des produits et/ou des procédés adaptés au site à traiter.

- Le principe retenu s'apparente à une obligation de moyens.
- Le maître d'œuvre s'assure, lors des opérations de réception, de la conformité des caractéristiques des produits avec les valeurs inscrites au procès-verbal de certification du produit dans la classe de roulage *« Etat Neuf »*.
- La tenue des produits de marquage pour une période donnée ne peut pas être garantie par l'entreprise ni le fournisseur, compte tenu des contraintes particulières subies par le site.
- Le risque lié à la dégradation des marques est porté par le maître d'œuvre prescripteur.
- La charge financière sera proche des références connues.

b. Obligations contractuelles à l'issue d'une période d'usage

Le maître d'ouvrage peut également considérer ne pas disposer de l'expertise nécessaire à l'élaboration d'une doctrine en matière de travaux neufs ou de renouvellement. Il exprime alors ses objectifs en matière de résultats à atteindre ou à maintenir à l'issue d'une période donnée et selon les caractéristiques normalisées.

Pour des niveaux de performance demandés à l'issue de la période de garantie fixée forfaitairement, les entreprises, à partir des contraintes exprimées dans le dossier de consultation, vont optimiser leur proposition, en choisissant des produits et/ou des procédés adaptés au site à traiter, et éventuellement, en ajustant les dosages d'application des produits de marquage routier aux conditions de lieu et de trafic attendu.

- Le principe retenu s'apparente à une obligation de résultats.
- Le maître d'ouvrage fait contrôler, à l'issue de la période de garantie, la conformité des caractéristiques des produits avec les valeurs inscrites au cahier des charges du marché de travaux.
- Le risque lié à la dégradation des marques est porté par l'entreprise.
- Ayant déterminé les produits à appliquer, l'entreprise est appelée en responsabilité (à savoir refaire les marques) en cas de relevés des valeurs des caractéristiques normalisées inférieures aux valeurs contractuelles inscrites, et ce pendant toute la période de garantie.
- L'entreprise est cependant à même de contester la similitude des causes des dégradations constatées avec les facteurs de contraintes exprimés lors de la consultation.
- La charge financière sera évidemment calculée en conséquence.

4. La rédaction du cahier des charges

a. Le contrat de travaux avec performances mesurées à l'issue de la mise en œuvre

Expression des besoins

Le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'oeuvre, détermine la famille des produits à mettre en œuvre selon les marques envisagées, à partir des éléments figurant au chapitre « *Choix des produits* ».

Pour les opérations de renouvellement, l'attention sera portée sur la compatibilité entre anciens et nouveaux produits.

Il arrête les fonctionnalités principales du produit :

- Le caractère permanent ou temporaire des marques et la couleur associée ;
- Leur rétro-réflexion ou non ;
- La nature du sol support : hydrocarboné ou cimenté ;
- La fonctionnalité VNTP ou non.

Il exprime ensuite, dans le cahier des charges, les différentes classes des caractéristiques normalisées du produit qu'il souhaite disposer avec l'obligation que :

- Les caractéristiques sont celles définies dans la norme NF EN 1436,
- **Les valeurs prescrites sont supérieures ou égales aux performances définies dans l'arrêté du 10 mai 2000, valeurs NF2 selon les principes suivants :**

La durabilité	Valeur libre Px
La rétro-réflexion	Valeur minimale requise RL
Pour les seuls produits VNTP	Valeur minimale requise RR et RW
La visibilité de jour	Valeur minimale requise Qd
La chromaticité	Valeur adaptée requise (x,y)
L'anti-glissance	Valeur minimale requise SRT

S'il est en mesure de demander des produits qui disposent de performances supérieures aux valeurs minimales imposées dans l'arrêté du 10 mai 2000, le maître d'ouvrage a l'obligation, d'une part, de bien expliquer les objectifs qui conduisent à ces demandes et, d'autre part, de s'assurer d'une compétition à minima entre les fournisseurs.

L'exigence de classes de caractéristiques trop contraignantes pourrait conduire à restreindre considérablement le champ de la concurrence, voire à le contourner.

Expression des contraintes

L'expression des contraintes propres au chantier de marquage figure dans les différents documents de la consultation.

Cette expression favorise une meilleure compréhension du chantier par les entreprises concurrentes et garantit au maître d'ouvrage de disposer des propositions les plus adaptées :

- Contraintes liées à la nature du sol support, et notamment la valeur de la PMT selon les sections neuves à marquer ;
- Contraintes de compatibilité liées à la nature des marques existantes pour les opérations de renouvellement ;
- Contraintes liées au déroulement des travaux et notamment la co-activité présente sur le chantier ainsi que la période prévisible d'application ;
- Contraintes de signalisation et de balisage des opérations de marquage ;
- Contraintes de remise en circulation avec un temps indiqué ;
- Contraintes liées à la réception par l'entreprise des opérations de pré-marquage ;
- Contraintes environnementales du maître d'ouvrage.

La fourniture d'un mémoire technique qui précise l'organisation prévue du chantier dans les domaines environnementaux et sécuritaires, ainsi que les compléments techniques remis avec l'offre initiale pour couvrir l'ensemble des situations prévues dans le marché, doivent permettre au maître d'ouvrage de vérifier la meilleure adéquation entre ses besoins et les propositions commerciales.

Expression sur les performances attendues

Le maître d'ouvrage indique, dans les pièces de la consultation, qu'il rendra contractuel les valeurs relevées dans les fiches de certification des produits dans la classe de roulage *« Etat Neuf ».*

Cette performance attendue doit inciter les fournisseurs / prestataires à optimiser leur proposition technico-commerciale :

- En choisissant, avec le maître d'oeuvre, les produits adaptés aux conditions de lieu et de support ;
- Ou plus largement en modifiant le choix des produits et/ou des procédés au site à traiter.

Le dosage appliqué par produits doit au moins être égal aux dosages établis lors de la certification des produits, tels que précisés dans les fiches techniques de certification. En cas de valeurs PMT du sol support de 25 % supérieure aux valeurs mesurées lors des opérations de certification (voir lecture fiche technique de certification), l'entreprise peut être invitée à s'engager sur une prescription d'un dosage adapté à la situation.

Pour les autres caractéristiques des marques comme les dosages, les dimensions géométriques (largeur – longueur – surface), le maître d'ouvrage formule les tolérances adaptées à chacune d'entre elles, en référence à la fiche de certification du produit ou aux textes réglementaires.

Les pièces de la consultation sont également accompagnées des modalités de contrôle et de réception des produits que le maître d'ouvrage entend mettre en œuvre. Ce programme de contrôle devra s'articuler avec les dispositions de contrôle édictées au Plan Qualité de l'Opération, et des contrôles intérieurs diligentés par l'entreprise dans les plans d'assurance de la qualité (PAQ) de chacun des intervenants.

Il comporte :

- Les contrôles de performance du produit répandu ;
- Les opérations de contrôle, autres que la performance :
  - Contrôle de la conformité des produits utilisés : fiche technique de certification et attestation du droit d'usage,
  - Contrôle d'application lors d'une planche d'essai,
  - Contrôle de répartition et de dosage,
  - Contrôle géométrique des marques : largeur, longueur, surface.

Le maître d'ouvrage précise également les marges de tolérance qu'il accepte en fonction des caractéristiques mesurées.

Expression sur la qualité de la mise en œuvre des produits

La qualité des marques de signalisation routière horizontale ne se résume pas à la seule fourniture de produits de marquage routier adéquats (matières premières nécessaires à la création et à l'entretien des marques sur chaussées). Elle dépend également de la mise en œuvre et des compétences déployées par le prestataire réalisant l'application. Cette qualité et ces compétences font l'objet de contrôles évoqués précédemment (planche d'essai, contrôle géométrique, …) et sont donc confortées, ou non, qu'au moment du chantier.

L'acheteur peut cependant exiger dans son marché des garanties sur les compétences des applicateurs. Il peut, conformément aux articles R. 2142-1 à 18 du code de la commande publique, d'une part, *« en ce qui concerne les capacités techniques et professionnelles, [...] imposer des conditions garantissant que les opérateurs possèdent les ressources humaines et techniques et l'expérience nécessaires pour exécuter le marché public en assurant un niveau de qualité approprié »*, et d'autre part, *« imposer aux candidats qu'ils indiquent les noms et les qualifications professionnelles pertinentes des personnes physiques qui seront chargées de l'exécution du marché public en question »*.

Deux outils complémentaires, créés par la profession notamment, sont à disposition des maîtres d'ouvrages pour garantir la qualité des prestations de signalisation horizontale : la certification NF Service 435 et le certificat de qualification professionnel (se référer aux chapitres III et IV du présent document).

b. Le contrat de travaux avec performances mesurées à l'issue d'une période d'usage

Le maître d'ouvrage considère ne pas disposer de l'expertise nécessaire à l'élaboration d'une doctrine en matière de travaux neufs ou de renouvellement. Il exprime alors ses objectifs en matière de résultats à atteindre ou à maintenir à l'issue d'une période donnée et selon les caractéristiques normalisées.

Pour faciliter la meilleure compréhension du chantier par les entreprises concurrentes et se garantir de disposer des propositions les plus adaptées, il exprime, dans les pièces de la consultation, d'une part, l'ensemble des contraintes qui vont venir dégrader les marques envisagées et, d'autre part, les contraintes d'organisation du chantier.

Expression des contraintes sur la tenue des produits à mettre en œuvre

- Description du patrimoine concerné, de la typologie des voies, des caractéristiques géométriques spécifiques ;
- Climat dominant : les contraintes météorologiques sont un facteur de dégradation des marques ;

- Intensité des trafics VL et PL exprimés en TMJA[9], en uvp[10];
- Temps de séchage : indication sur une éventuelle obligation de remise en circulation par section de voies sans risque de dégradation des marques ;
- Sol support : description de la nature du revêtement rencontré et notamment la PMT[11] mesurée ;
- Viabilité Hivernale : description des opérations de viabilité hivernale sur les voies concernées ;
- Marques existantes (selon les cas) : compatibilité du produit vis-à-vis de l'existant ;
- Choix éventuel d'une famille de produit.

Ces données sont à formuler de la façon la plus précise possible et la plus proche des contraintes constatées sur les différents segments de réseau. Leur caractère contractuel sera prépondérant en cas de contentieux avec l'entreprise à l'issue de la période de garantie.

Expression des contraintes liées à la réalisation du chantier

L'expression des contraintes propres au chantier de marquage devra figurer dans les différents documents de la consultation.

- Contraintes liées à la nature du support réalisé et valeurs de la PMT selon différents points de mesures ;
- Contraintes liées au déroulement des travaux et à la période prévisible d'application ;
- Contraintes de signalisation et de balisage des zones de chantier ;
- Contraintes liées à la réception par l'entreprise des opérations de pré-marquage ;
- Contraintes environnementales du maître d'ouvrage.

Expression des performances attendues à l'usage

▪ La durée de l'engagement

Le maître d'ouvrage formule, de façon précise et détaillée, les durées pendant lesquelles il entend disposer de marques qui répondent aux exigences performantielles prescrites. Pour rendre la consultation la plus opérante possible, ces durées – fonction des segments de patrimoine concernés – ne peuvent s'écarter trop fortement des durées communément admises par famille de produits (et précisées dans le tableau « *Le choix des produits* ») sans entrainer des risques de contentieux conséquents ou imposer aux entreprises de répondre à des coûts de réalisation prohibitifs.

▪ Les exigences performantielles et les contrôles associés

Le maître d'ouvrage formule les valeurs qu'il entend disposer pour chacune des caractéristiques normalisées mais également pour les autres éléments de son chantier et cela aux différentes étapes de réalisation. Il précise également les marges de tolérance qu'il accepte en fonction des caractéristiques mesurées.

9 Trafic Moyen Journalier Annuel
10 Unités véhicules particuliers
11 Profondeur Moyenne de Texture

▪ À l'issue de la mise en œuvre

Le contrôle des performances paraît peu opportun à ce stade des travaux. Pour autant, les contrôles suivants sont à prévoir :

- Contrôle de la conformité des produits : fiche technique de certification et attestation du droit d'usage ;
- Contrôle géométrique des marques : largeur, longueur, surface.

▪ À l'issue de la période de garantie : Expression des performances à atteindre pour chacune des caractéristiques normalisées

Le maître d'ouvrage met en œuvre les dispositions de contrôle qui lui permettent de s'assurer des performances attendues.

Les modalités de contrôle pourront avantageusement figurer dans le marché de travaux. Ce programme de contrôle devra s'articuler avec les dispositions de contrôle édictées au Plan Qualité de l'Opération, et des contrôles intérieurs diligentés par l'entreprise en application des PAQ de chacun des intervenants.

La définition des modalités des contrôles à mettre en œuvre va impacter :

- La sécurité des personnels dédiés aux opérations de balisage sous circulation ;
- Les flux de circulations existants ;
- Les budgets du maître d'ouvrage.

Compte tenu des matériels à grand rendements actuellement existants, le contrôle de la rétro-réflexion semble mobiliser les moyens de signalisation et de balisage les plus réduits et constituer la méthode de contrôle la plus appropriée.

Les dispositions retenues pour le balisage destiné à sécuriser les opérations de contrôle doivent faire l'objet d'une attention particulière du maître d'ouvrage et de son maître d'œuvre.

c. La certification NF Service 435

Afin d'homogénéiser les pratiques et d'aider les applicateurs à mettre en place un management de la qualité, le syndicat des équipements de la route (SER) et l'ASCQUER ont développé, avec le concours de l'AFNOR Certification, une certification nouvelle – NF 435 – d'application volontaire, principalement basée sur la norme NF P 98-691 Travaux de signalisation routière horizontale.

PRESTATIONS DE SIGNALISATION ROUTIÈRE HORIZONTALE

Cette certification identifie, définit et décrit les actions, les connaissances, les savoir-faire indispensables, les méthodes et les moyens nécessaires pour réaliser des prestations de marquage de qualité, aptes à remplir leurs fonctions, conformes aux besoins et aux attentes des clients en termes de sécurité du personnel et des usagers de la route, y compris durant les travaux.

C'est un atout, d'une part pour les entreprises qui valorisent ainsi leur savoir-faire et la qualité de leurs services, et d'autre part pour le maître d'ouvrage dans la sélection de ses prestataires et l'obtention en amont d'une démarche qualité qui vise un travail bien réalisé.

Le maître d'ouvrage est incité à utiliser pleinement les dispositions du code de la commande publique rappelées précédemment pour surclasser les prestataires disposant d'une certification.

d. Les certificats de qualification professionnelle

Plus spécifiquement, le référentiel de la norme NF 435 demande que les équipes d'application disposent à minima d'un référent titulaire d'un certificat de qualification professionnelle en adéquation avec la nature des travaux réalisés.

Cette certification des compétences a été engagée par la profession depuis 2007. Deux certificats de qualification professionnelle (CQP) ont ainsi été créés et validés par la Commission Paritaire Nationale de l'Emploi en Bâtiment Travaux Publics.

- CQP Applicateur en prestation de signalisation routière horizontale
- CQP Chef applicateur en prestation de signalisation routière horizontale

Pour chaque certificat, deux options sont possibles : Travaux en site urbain ou travaux sur routes et autoroutes.

Si la certification des compétences est partie prenante de la certification NF 435, elle n'en demeure pas moins mobilisable indépendamment.

Le maître d'ouvrage est incité à utiliser pleinement les dispositions du code de la commande publique rappelées précédemment pour surclasser les prestataires disposant d'une certification et/ou en mesure de mettre à disposition des équipes disposant des qualifications professionnelles pertinentes.

e. Les index d'actualisation ou de révision des prix

Les maîtres d'ouvrage et les professionnels des métiers de l'application disposent, à ce jour, de deux indicateurs pour actualiser ou réviser les prix qui reflètent l'évolution des coûts du marquage routier.

▪ L'index TSH - Travaux de Signalisation Horizontale :

Pour les contrats portant sur les prestations de marquage routier et qui reflète l'évolution de l'ensemble des coûts intervenants pour ces prestations : fournitures des produits, matériaux de signalisation horizontale, matériel d'application et de transport, personnel, carburant …

▪ L'indice PMR – Produit de Marquage Routier :

Pour les contrats portant sur une simple fourniture des produits sans prestation de mise en œuvre.

Ces deux indicateurs sont suivis et calculés par l'INSEE et disponibles sur le site www.insee.fr.

X. Conduire son chantier

L'exécution d'un chantier de marquage nécessite :

- La constitution d'équipes spécialisées et expérimentées ;
- L'utilisation de matériels adaptés, bien réglés et fiables ;
- La fourniture de matériaux répondant aux exigences du gestionnaire et certifiés ;
- Un encadrement expérimenté.

La mise en œuvre est constituée d'une suite d'opérations qui doivent parfaitement s'enchaîner. Que ce soit dans le cadre de travaux en régie pour un gestionnaire ayant des équipes spécialisées ou dans le cadre d'un marché de travaux à l'entreprise, l'ensemble de ces opérations doivent être formalisées, respecter les fondamentaux rappelés dans ce guide et utiliser les référentiels normatifs et techniques décrits dans les chapitres précédents.

Le rôle du conducteur de chantier est primordial.

Pour les marchés conclus sur des objectifs de performances à l'usage, il importe d'adapter les recommandations suivantes.

1. Préparation et organisation du chantier

La période de préparation du chantier est un moment important de mise au point des conditions d'interventions de l'entreprise. Pour cela, un ensemble de documents est à fournir par l'entreprise, documents qui seront ou non visés par le maître d'œuvre.

L'entrepreneur peut être invité à produire les documents suivants :

- Le programme d'exécution des travaux qui sera adapté selon l'importance du chantier ou de la nature des travaux, entretien ou travaux neufs ;
- Le dossier d'exploitation sous chantier (DESC), s'il n'est pas établi par le maître d'ouvrage ;
- Le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) ;
- Le plan de respect de l'environnement (PRE) ;
- Le plan d'assurance de la qualité (PAQ).

2. Le programme d'exécution des travaux

Fourni lors de la période de préparation, puis mis à jour en cours de chantier, le programme d'exécution s'articule autour des sujets suivants :

- L'identification des personnels intervenants sur le chantier et notamment le responsable du chantier, leurs compétences et leurs qualifications (voir, à ce sujet, le certificat de qualification professionnelle délivré par la profession) ;
- L'identification des matériels utilisés avec leur procès-verbal de performances en conformité avec les prescriptions des fabricants et leurs carnets d'entretien ;
- La fourniture des différentes fiches sur les produits utilisés :
  - La fiche technique de certification délivrée par l'ASCQUER.
  - Le droit d'usage de la certification NF 058.
  - La fiche de données de sécurité des produits.

- Les conditions de stockage temporaire des produits sur le chantier, selon les obligations légales et réglementaires qui découlent de la nature et des volumes de produits stockés ;
- Le planning général de l'opération, selon un niveau de détail précisé par le maître d'ouvrage.

3. Le dossier d'exploitation sous chantier (DESC)

(Dans le cas où l'entreprise est chargée de l'établir)

Les travaux de marquage horizontal étant généralement réalisés sous circulation partielle, il est impératif de prendre en compte les éléments suivants :

- Sécurité des usagers.
- Sécurité des opérateurs.
- Gêne à l'usager.

Le choix du mode d'exploitation est le résultat d'une analyse par le gestionnaire du réseau routier contenu dans le dossier d'exploitation sous chantier.

Ce document définira les modalités d'exploitation (travaux hors circulation, neutralisation, déviation, dévoiement…) et les moyens mis en œuvre pour avertir les usagers de l'exécution des travaux et de la présence sur la chaussée de personnels et de matériels (communication et signalisation notamment).

Pendant les travaux, un ensemble de panneaux conformes au manuel du chef de chantier de 2000 (routes bidirectionnelles) et 2002 (routes à chaussées séparées) est mis en place : le dispositif doit être homogène, cohérent, clair, visible et stable...

De même, tous les engins doivent être équipés de dispositifs de signalisation réglementaire. Le balisage des chantiers est décrit dans les manuels du chef de chantier spécifiques selon les catégories de voies.

La signalisation portée par les véhicules

Qu'il s'agisse d'engins, de véhicules de chantier, d'intervention, ou de signalisation, les matériels mobiles doivent particulièrement être visibles et reconnaissables.

La 8ème partie de l'Instruction interministérielle sur la signalisation routière, dans son article 122c, recommande que ces matériels mobiles soient peints en orange ou en une couleur claire.

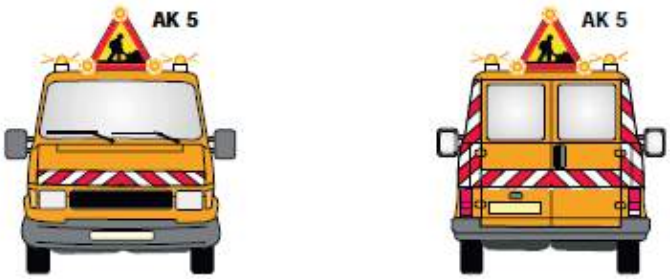


Figure 59 : Illustration de signalisation sur véhicules

Le balisage des chantiers

Les conditions de balisage sont décrites dans les manuels du chef de chantier, spécifiques selon les catégories de voies.

S'il n'est pas possible de les implanter en une seule opération, les panneaux seront d'abord disposés à plat sur l'accotement, puis dressés une fois l'approvisionnement terminé.

En règle générale, on met en place les signaux dans l'ordre où l'usager les rencontre, d'abord la signalisation d'approche, puis celle de position.

L'attention des maîtres d'ouvrage est attirée sur la nécessité de respecter au mieux les dispositifs de balisage proposés et notamment ceux destinés à marquer les fins de chantier et un retour aux conditions normales de circulation. Le strict respect de ces dispositions permet de ne pas dégrader la portée du message lié à cette signalisation et ainsi de renforcer la crédibilité des dispositifs adoptés.

Tableau 35 : Liste des manuels de chantier relatifs au balisage

NOM DU DOCUMENT	EDITEUR	ANNÉE	PHOTO
SIGNALISATION TEMPORAIRE Manuel du Chef de Chantier Routes bidirectionnelles (Vol. 1)	SETRA	Edition 2000	
SIGNALISATION TEMPORAIRE Manuel du Chef de Chantier Routes à chaussées séparées (Vol. 2)	SETRA	2002	
SIGNALISATION TEMPORAIRE Manuel du Chef de Chantier Voirie Urbaine (Vol. 3)	CERTU	2011	
SIGNALISATION TEMPORAIRE Manuel du Chef de Chantier Les alternats (Vol. 4)	SETRA	2000	
SIGNALISATION TEMPORAIRE Eléments de Méthode pour la pose et la dépose de la signalisation Chantiers sur route à chaussées Séparées (Vol.7)	SETRA	Octobre 2010	

4. Le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS)

Les risques inhérents aux chantiers routiers et à la nature des travaux de marquage imposent l'usage d'équipements de protection individuelle.

Concernant le risque routier, tous les personnels affectés au chantier seront munis de protection individuelle réglementaire. Concernant le risque lié aux matériaux et aux matériels de mise en œuvre du marquage, les EPI sont à déterminer au regard des fiches de données sécurité.

Tableau 36 : Liste des EPI nécessaires

EN PERMANENCE	SELON LES RISQUES
Vêtements de travail Chaussures de sécurité Vêtements de haute visibilité (minimum classe 2)	Gants (adapté selon le produit) Casque Lunettes de protection Bouchons d'oreille, casque anti-bruit

Le métier d'applicateur en signalisation horizontale : description des tâches

Après le balisage du chantier et la mise en place d'une signalisation temporaire, il réalise la signalisation horizontale des voies de circulation et des aires de stationnement : autoroutes, routes, rues, parkings, garages souterrains.

- Il prépare la chaussée, si nécessaire.
- Il effectue le pré-marquage d'après les plans, avec une corde à tracer et une burette de peinture ou à l'aide d'un système mécanisé.
- Il manutentionne les fûts de peinture, les bidons de diluant et les sacs de résine ou de billes de verre pour approvisionner le chantier et ravitailler les machines à l'avancement.
- Il réalise le marquage mécanisé qui se fait par projection grâce à des traceuses poussées, automotrices, autoportées ou avec un camion applicateur.
- Il réalise le marquage manuel (passages piétons, flèches, zébras, bordures, ralentisseurs) qui se fait avec éventuellement l'aide d'un pochoir, au sabot, raclette, rouleau ou pistolet.
- Il nettoie quotidiennement le matériel.
- Pour 30% de son temps, il peut effectuer des tâches annexes appartenant à d'autres familles d'emploi.

Les facteurs de risques

Selon le code du travail, l'employeur établit, par salarié, une fiche d'exposition aux risques professionnels.

Parmi les risques recensés dans le métier d'applicateur, nous pouvons trouver la liste ci-dessous :

- **Manutentions manuelles** de charges définies à l'article R.4541-2.
- **Postures pénibles,** définies comme positions forcées des articulations.
- **Vibrations mécaniques,** mentionnées à l'article R.4441-1.
- **Agents chimiques dangereux**, mentionnés aux articles R.4412-3 et R.4412-60 y compris les poussières et fumées (sauf amiante).
- **Exposition aux poussières d'amiante,** mentionnés aux articles R4412-96 et suivants.

- **Bruit,** mentionné à l'article R.4431-1.
- **Travail de nuit** dans les conditions fixées aux articles L.3122–29 à 31 et du Décret n°2002-259 du 22/02/02.
- **Risques routiers**.

5. Le plan de respect de l'environnement (PRE)

Selon les demandes du maître d'ouvrage, l'entrepreneur établit un Plan de Respect de l'Environnement (PRE) et en assure la mise en œuvre et le suivi pour l'ensemble des travaux du marché.

Le PRE définit, dans le détail, les mesures prises par l'entreprise pour respecter les contraintes de l'environnement du chantier et pour limiter et maîtriser les impacts sur cet environnement, notamment :

- Les mesures de protection des eaux ;
- Les mesures de protection des riverains et des usagers des voies publiques (bruit, risques, etc.).

Le PRE comporte au minimum les rubriques suivantes :

- L'engagement de la direction de l'entreprise à mettre en œuvre une démarche de prise en compte de l'environnement ;
- L'analyse du contexte environnemental et des contraintes relatives au chantier ;
- L'analyse des nuisances et des risques potentiels liés aux différentes activités du chantier ;
- La liste des procédures techniques par nature d'intervention (description des modes opératoires, mesures de protection, etc.) ;
- Les consignes en cas de pollution accidentelle (conduite à tenir, matériels et moyens disponibles, etc.) ;
- Le SOSED (Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Elimination des Déchets).

Le SOSED comporte au minimum les rubriques suivantes :

- Une identification des déchets produits comme par exemple les différents emballages des peintures ou des billes utilisées mais également les fraisâts ou reliquats des opérations d'effaçage ou de rabotage ;
- Les méthodes mises en œuvre pour ne pas mélanger les déchets ;
- Les centres de stockage, ou centres de regroupement, ou unités de recyclage, vers lesquels sont acheminés les différents déchets à éliminer ;
- Les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité mise en œuvre pendant les travaux ;
- Les bordereaux de suivi de déchets du chantier.

Tous les déchets à évacuer doivent l'être en respectant les modalités prévues dans ce document.

L'entrepreneur peut être invité à désigner un Responsable Environnement, interlocuteur du maître d'œuvre sur les questions de prise en compte de l'environnement et qui assure le suivi et la mise à jour du PRE.

6. Le Plan Assurance Qualité

Le plan d'assurance de la qualité (PAQ), établi par l'entreprise pour la totalité des travaux, est constitué :

- D'un document d'organisation générale présentant les éléments communs à l'ensemble du chantier ;
- D'un document de définition et de suivi pour chacune des tâches (procédures d'exécution) ;
- Des modalités du contrôle intérieur (interne et externe).

La partie du document traitant du contrôle intérieur explicite :

- Pour les matériaux, produits et composants utilisés, soumis à une procédure officielle de certification de conformité, les conditions d'identification sur le chantier des lots livrés ;
- La nature des contrôles et les intervenants affectés à ces tâches ;
- Le modèle des documents, dits de suivi d'exécution, à recueillir ou à établir au titre du contrôle intérieur, ainsi que les conditions de transmission au maître d'œuvre ou de tenue à disposition,
- Les précisions sur la conduite à tenir en cas d'anomalies prévisibles ;
- Les points de l'exécution qui doivent retenir une attention particulière et notamment les *« points critiques »* (points de l'exécution qui nécessitent une matérialisation du contrôle interne) et les *« points d'arrêt »* (points critiques pour lesquels un accord formel du maître d'œuvre ou de son représentant est nécessaire à la poursuite de l'exécution) ainsi que le traitement des non-conformités.

Cette partie présente également les modèles des fiches types de contrôle que l'entrepreneur compte utiliser au cours des travaux, notamment pour :

- La réception, l'identification et le contrôle des approvisionnements ;
- Le suivi d'exécution et notamment la réception des opérations de pré-marquage.

Les fiches de contrôle dressées au fur et à mesure du déroulement du chantier doivent répondre à trois objectifs :

- Constituer le support de la matérialisation des différents contrôles effectués ;
- Permettre au maître d'œuvre de s'assurer que les travaux sont bien conformes aux prévisions ;
- Offrir au gestionnaire de l'ouvrage, lorsqu'ils seront regroupés dans le dossier de récolement, les moyens d'être informé sur les conditions d'exécution.

Consistance du contrôle extérieur

Le maître d'œuvre effectue des contrôles extérieurs de vérification ou de réception adaptés aux démarches de contrôle intérieur effectuées par l'entreprise et selon les principes indiqués ci-après.

Le maître d'œuvre s'assure du bon fonctionnement du contrôle intérieur et en particulier de l'application effective du PAQ et de ses procédures d'exécution.

Cette assurance de bonne exécution du contrôle intérieur est effectuée :

- Par validation des documents de suivi, d'essais et de contrôles fournis par l'entrepreneur ;
- Par des contrôles non contractuels de fréquence variable (ou *« sondages »*) réalisés à la charge du maître d'ouvrage.

Points d'arrêt

Au cours de l'exécution des ouvrages, le maître d'œuvre procède à des contrôles préalablement définis pour lesquels la poursuite des opérations par l'entreprise est subordonnée à son acceptation prononcée dans un délai déterminé. Ces points de contrôle sont appelés *« Points d'arrêt »* ; ils sont associés à des délais de préavis et de levé.

Les opérations de pré-marquage font habituellement l'objet d'un point de contrôle de type *« point d'arrêt »*. La poursuite des opérations de marquage est alors subordonnée à la levée du *« point d'arrêt »* par le maître d'œuvre.

La fourniture des fiches techniques de certification et des droits d'usage peut également constituer un point d'arrêt.

7. Le Journal de Chantier

Un journal de chantier est tenu sur le chantier par l'entrepreneur. Ce journal est commun à toutes les entreprises intervenants au titre du marché. Dans ce journal sont consignés chaque jour :

- Les principales opérations administratives relatives à l'exécution et au règlement du marché
- Les conditions atmosphériques constatées ;
- Les travaux et opérations réalisés ;
- Les résultats des essais de contrôle ;
- Les observations faites et les prescriptions imposées à l'entreprise.

Des documents complétant les informations consignées dans le journal peuvent y être annexés (photos, procès-verbaux, constats d'événement, etc.).

Le journal de chantier est signé chaque jour par le maître d'œuvre et l'entrepreneur.

8. Le pré-marquage

Pour des travaux réalisés sur une chaussée neuve, le pré-marquage est effectué de manière systématique. Il doit permettre une implantation du marquage conforme aux règles issues des guides de conception (se référer à l'annexe II : bibliographie), notamment relatives à la visibilité, ainsi que celles de la 7ème partie de l'IISR. Ce projet d'implantation fait l'objet d'un document contractuel élaboré selon la définition du marché soit par le maître d'œuvre soit par l'entreprise.

Dans ce dernier cas, il fait l'objet d'un point d'arrêt levé impérativement avant le pré-marquage.

Pour l'entretien de marques existantes, la matérialisation préalable de position avant l'application n'est pas nécessaire. Dans ce dernier cas, les reprises de marquages existants doivent recouvrir les traces de l'ancien et respecter les modulations conformes aux directives en vigueur. Cependant, une analyse préalable du maître d'œuvre doit déterminer si des modifications de l'environnement nécessitent ou non un nouveau projet pour éviter tout contentieux ou reproduire des marques initialement non-conformes aux dispositions de l'IISR.

En cas d'identification de zones non-conformes, les opérations d'effaçage définitif sont à prévoir.

Le pré-marquage porte sur l'ensemble des marques (axes et bandes de rives, flèches et marques spéciales). Toutefois, il peut être effectué simplement sur la bande axiale si le matériel d'application du produit permet d'effectuer plusieurs bandes simultanément. Cette dernière technique reste moins fiable qu'un pré-marquage spécifique sur l'ensemble des axes, notamment pour le renouvellement dans le cadre de réfection de la couche de roulement.

Le pré-marquage est réalisé mécaniquement sauf si les conditions de circulation, d'application ou de difficultés techniques, tels que raccordements sur l'existant, points singuliers, débuts et fins de bandes, échangeurs, marquages spéciaux, ne le permettent pas. Dans ce cas il est réalisé manuellement.

En outre, pour les marquages spéciaux, il est conseillé de schématiser les emplacements sur les chaussées. Les flèches de direction ou de rabattement, les marques spéciales et les inscriptions éventuelles sont positionnées lors du pré-marquage par un filet figurant la base de ces éléments.

Les dispositifs encastrés (plots rétro-réfléchissants, ...), éventuellement dans la chaussée, et situés dans les surfaces à marquer, sont préalablement protégés par du papier collant ou autre cache qui est retiré après le passage de l'engin répandeur.

Le pré-marquage des bandes est effectué par filet continu ou par pointillé.

Il symbolise :

- Soit l'axe de la bande pour un marquage des axes de circulation ou de séparation des voies ;
- Soit le bord situé coté circulation pour les bandes situées en rives ou l'un des bords.

L'applicateur ne doit, en aucun cas, changer d'axes de référence en cours de travaux.

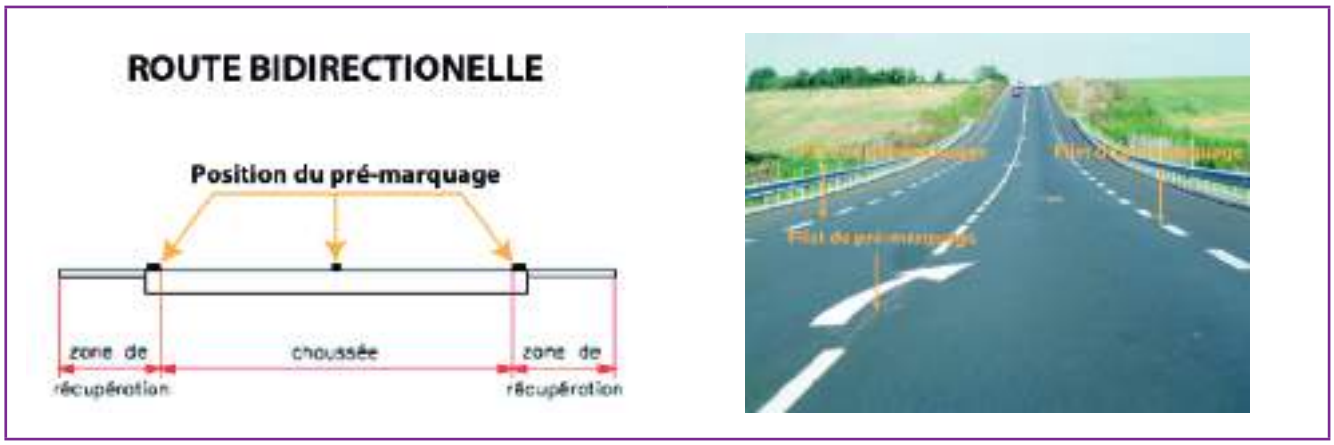


Figure 60 : Position du prémarquage sur routes bidirectionnelles

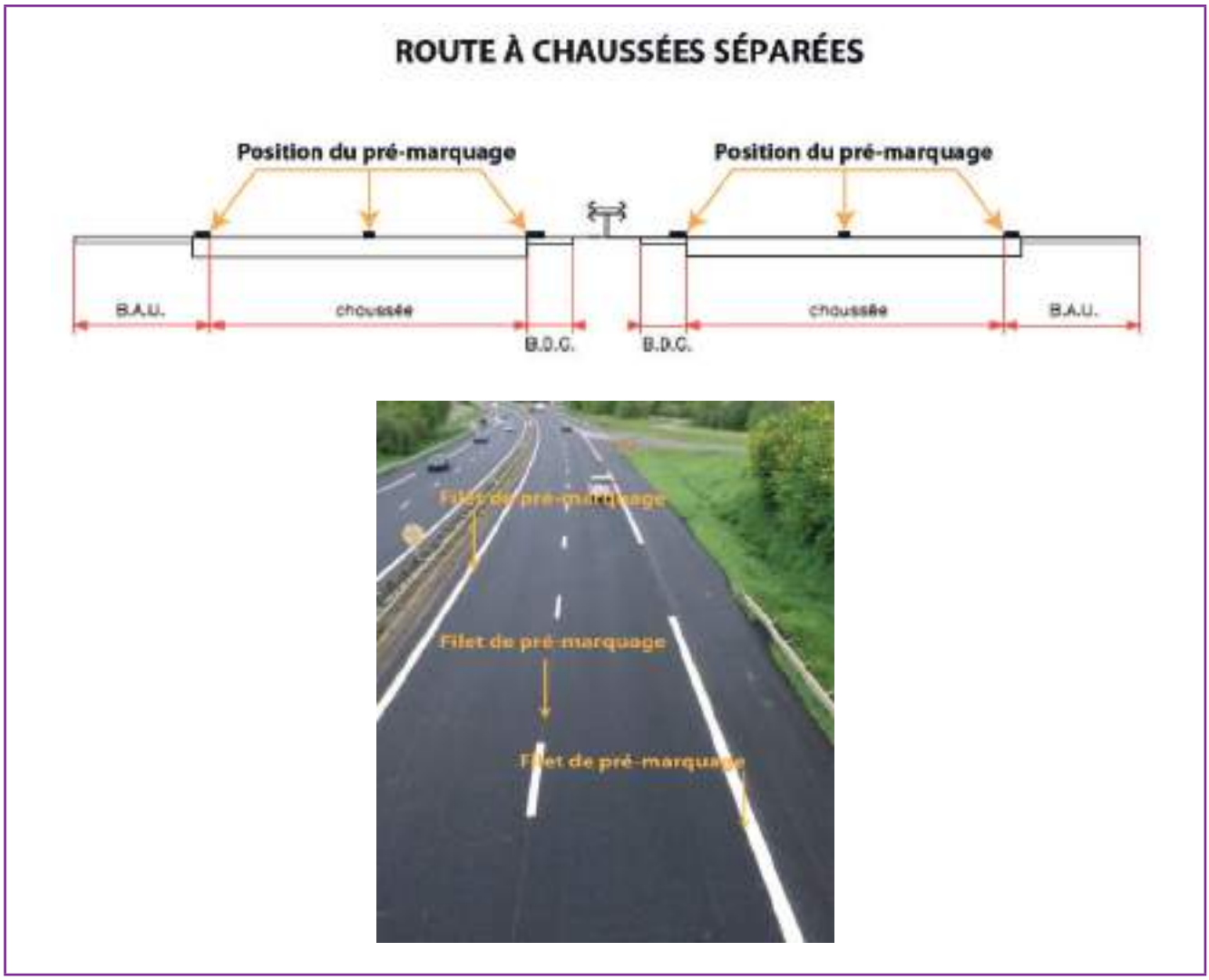


Figure 61 : Implantation du prémarquage sur route à chaussées séparées

Dans le cadre d'un marché de travaux et des orientations portées au Plan d'Assurance Qualité, il est recommandé de prévoir un accord préalable du maître d'œuvre sur les sections et bandes à pré-marquer ainsi que le mode de réalisation correspondant.

Le principe d'un point d'arrêt avant application avec levée des observations par le maître d'œuvre est recommandé.

9. Balayage préalable / Nettoyage des surfaces d'application

Le marquage ne doit être appliqué que sur une chaussée totalement sèche et débarrassée de traces de souillures telles que boue, huile, graviers.

Le nettoyage des chaussées doit précéder l'application des produits tout au plus de vingt-quatre heures. Il comprend le décapage éventuel de la chaussée et, dans tous les cas, un balayage mécanique avec une balayeuse-aspiratrice. Le nettoyage de chaque section doit donner lieu, avant et après son exécution, à un contrôle (point d'arrêt ou constat contradictoire entre l'entrepreneur et le représentant du maître d'œuvre par exemple).

Des travaux d'effaçage peuvent être nécessaires (se référer pour cela au chapitre VI du présent document).

Le délai entre l'opération de nettoyage et l'application est une donnée essentielle dépendant du type de réseau et de l'expertise conjointe du gestionnaire et de l'applicateur. Le démarrage de l'application est soumis à l'approbation du maître d'œuvre.

Les conditions d'hydrométrie et de température indiquées sur les fiches de certification sont à prendre en compte lors de la programmation d'une part, mais aussi pendant les travaux. Les conditions climatiques sont déterminantes pour la tenue d'un produit.

Les paramètres qui peuvent influencer le temps de séchage et la tenue du produit :

- Les températures de l'air et du sol ;
- L'humidité ;
- Le point de rosée ;
- La pluie ;
- Le vent.

XI. La gestion des données du patrimoine

L'objectif est de permettre une meilleure connaissance du patrimoine de la signalisation horizontale sur le territoire concerné (Collectivités locales, Autoroutes, DIR etc…) afin d'assurer la gestion technique et financière avec un niveau de service défini par les maitres d'ouvrages et de vérifier la conformité des marques au regard de la législation.

L'outil de gestion est une aide à la prise de décisions en termes de nature de produits à appliquer et de périodicité de renouvellement du marquage existant.

Celui-ci se présente sous la forme d'une base de données informatisée qui recense l'ensemble du marquage routier du maître d'ouvrage.

Les éléments constituant cette base permettent de calculer les quantités par nature de marque et/ou de produits par itinéraires, par tronçons, par quartiers, par nature de revêtement, par trafic etc… et ainsi d'orienter la politique d'entretien et la programmation budgétaire des travaux à réaliser.

Les éléments peuvent aussi, en accord avec le maître d'ouvrage et avec une adaptation de format, renseigner la base du Système d'Information Géographique (SIG) de la collectivité concernée.

En relation avec un logiciel de stocks, une fois la base de données renseignée avec la nature des produits appliqués ainsi que leur dosage sur les diverses opérations de la collectivité, la sortie du stock des produits peut être gérée automatiquement et permettre ainsi une gestion quotidienne du stock.

Dans la pratique, deux grandes tendances se dégagent chez les maitres d'ouvrages :

- Soit à la mise en place de l'outil informatique *« Gestion du patrimoine »*. Un relevé exhaustif de l'ensemble des marques constituant le patrimoine est réalisé par le maitre d'ouvrage ;
- Soit la base est renseignée au fur et à mesure des relevés des travaux qui seront effectués sur le territoire concerné.

La base de données sera renseignée sur une plate-forme online via un logiciel :

- Soit directement sur chantier via un assistant numérique personnel (PDA) ou une tablette ;
- Soit au bureau avec la saisie de fiche type rapport de chantier.

Dans tous les cas, la collectivité est propriétaire des données concernant son patrimoine et la saisie sera réalisée avant la réception des travaux.

Gestion des travaux de marquage de la signalisation horizontale

Les travaux sont de 3 types :

- **Création de marquage :** réalisation d'un marquage là ou rien n'existait auparavant.
- **Réfection de marquage :** reprise d'un marquage existant à l'identique (même marquage linéaire et/ou même travaux spéciaux).
- **Effaçage de marquage :** suppression définitive d'un marquage.

La création d'un marquage viendra donc générer la création d'une fiche supplémentaire au niveau du fichier *« signalisation horizontale »*. La réfection d'un marquage viendra remplacer la fiche correspondante au niveau du fichier *« signalisation horizontale »*. L'effaçage d'un marquage viendra supprimer la fiche correspondante au niveau du fichier *« signalisation horizontale »*.

Il n'y a pas systématiquement de gestion des historiques des marques réalisées. La gestion de patrimoine de la signalisation horizontale peut être, selon la décision du maitre d'ouvrage, associée aux gestions de patrimoine de signalisation verticale, de dispositifs de retenue et même d'exploitation de chantier.

Tableau 37 : Modèle de format de données (proposée à titre indicatif)

	DESCRIPTION DE LA DONNÉE	FORMAT	OBSERVATIONS	CONTENU	CHAMP BASE
DONNÉES OBJET	Index de référence	Alphanumérique	Unique par objet	Identifiant société + Numéro index	INDEX
	Type de marquage	Alphanumérique	Passage piéton, bande podotactile, zone de livraison, …	Liste objets	TYPE_OBJET
	Adresse postale de l'objet de l'intervention - « *Norme La Poste* »	Alphanumérique	Norme « *La poste* » en site urbain	Arrondissement	CODE_POST
				N°	NUM_VOIE
				Désignation	TYPE_VOIE
				Nom de la voie	NOM_VOIE
		Alphanumérique	Indication complémentaire	PK-PR accotement – TPC Intérieur Extérieur	COMPL_VOIE
	Données dimensionnelles	Numérique	Longueur	Linéaire	LONG_MARQ
		Numérique	Largeur	Linéaire	LARG_MARQ
	Coordonnées Géographiques	Numérique	Coordonnées en Lambert 93	Données SIG	X
					Y
					X_2
					Y_2
	Famille de produit	Alphanumérique	Enduit à chaud, peinture, peinture bi composants, bande préfabriquée	Liste objets	FAM_PROD
	Référence ASCQUER	Alphanumérique		Référence	REF_ASCQ
DONNÉES ÉVÈNEMENT	Type de travaux	Alphanumérique	Création, suppression ou réfection du marquage	Liste objets	NAT_INTER
	Date des travaux	jj/mm/2xxx		Date	DATE_INTER
	Nom intervenant	Alphanumérique		Nom prestataire	NOM_INTER
	Deux photos (une photo en vue rapprochée et une photo de l'environnement)	JPG	Taille : 1Mo maxi	Image	PHOTO_1
					PHOTO_2
	Commentaires	Alphanumérique			COM_INTER

EXEMPLE DE CONTENU DE LA BASE DE DONNÉES

Famille produits

Catalogue des produits utilisés classés par marque et par type, conformément au descriptif du CCTP (peinture, enduit, etc…).

Les produits utilisés par les équipes de régie de la collectivité devront pouvoir être intégrés. Chaque fiche produit devra présenter les caractéristiques du produit, et pointer sur une copie de la fiche technique de certification du produit pour l'admission à la marque NF, de la fiche commerciale, et de la fiche de données de sécurité.

Types de marquage

Catalogue des marquages pouvant être mis en œuvre : marquage linéaire, travaux spéciaux, bande d'éveil à la vigilance.

Les marquages devront pouvoir être caractérisés :

Pour les marquages linéaires

- Caractéristique du marquage (ligne continue, ligne discontinue (avec son type)),
- Largeur de la bande,
- Produit (lien vers la base produit),
- Couleur.

Pour les travaux spéciaux – Les travaux spéciaux seront définis par famille :

- Passage piéton,
- Bande « *STOP* »,
- Bande « *CEDEZ LE PASSAGE* »,
- Ligne d'effet des feux de circulation, de passages piétons et d'alternats,
- Zig– Zag Bus,
- Aire de livraison,
- Zébra ou points de divergence, de convergence, ou pointe d'ilot,
- Damier matérialisant une voie réservée aux transports en commun,
- Triangles blancs contigus signalant un ralentisseur,
- Flèche directionnelle, bidirectionnelle et de rabattement,
- Inscriptions sur chaussées,
- Zone de stationnement dont places dédiées aux personnes à mobilité réduite (PMR).

Nota : Les pictogrammes cyclistes, les mots *« Bus »*, et le marquage du stationnement payant seront considérés et traités comme du marquage linéaire.

Pour chacun de ces travaux spéciaux, il sera prévu de gérer les champs suivants :

- Caractéristique du marquage ;
- Données dimensionnelles particulières ;
- Produit (lien vers la base produit) ;
- Couleur.

Le but est de se constituer, au fil des interventions, une base de données de la signalisation horizontale existante par tronçon de voie. Chaque marquage linéaire sera rattaché à un tronçon.

Nota : *Les marquages linéaires seront considérés être homogènes sur la longueur complète du tronçon.*

Chaque marquage de travaux spéciaux sera rattaché à un tronçon, et devra être géolocalisé dans le système de référencement adopté par le gestionnaire.

Un autre modèle basé sur trois niveaux d'information.

Le tableau ci-dessous identifie un maximum d'informations. Cela permet de calculer les quantités par : Itinéraires – Marques – Axes – Rives – Transversales – Spéciaux – Produits.

Trois niveaux d'information sont proposés :

Tableau 38 : Modèle de format de données

	MINI	NORMALE	MAXI
Itinéraire	X	X	X
Date	X	X	X
Début de l'évènement	X	X	X
Fin de l'évènement	X	X	X
Correction inter PR		X	X
Statut de la voie			X
Relief			X
Environnement			X
Géométrie			X
Niveau de service			X
Nombre véhicules			X
Poids-lourds			X
Rétro année-1			X
Numéro d'admission		X	X
Produit utilisé		X	X
Valeur du U	X	X	X
Nombre de U	X	X	X
Couleur		X	X
MARQUAGE LONGITUDINAL : AXES			
Type de ligne axe	X	X	X
Annonces	X	X	X
MARQUAGE LONGITUDINAL : RIVES			
Type de ligne rive	X	X	X
Marques particulières		X	X
Rond-point - Giratoire		X	X
MARQUAGE TRANSVERSAL / MARQUAGE CONNEXE			
Marquages spéciaux (en m²)	X	X	X
Flèches de Rabattement	X	X	X
Flèches Directionnelles		X	X
Repères géographiques		X	X
Conformité			X
Commentaire			X

ANNEXE I : GLOSSAIRE

AGR : Appareils à Grands Rendements. Se dit des appareils capables de réaliser des mesures dynamiques en continu (par opposition aux mesures statiques ponctuelles) sur des linéaires plus ou moins grand et à des vitesses variant, selon les appareils, de 3 km/h à la vitesse du trafic.

ASCQUER : ASsociation pour la Certification et la QUalifications des Equipements de la Route, mandatée par l'AFNOR (Association Française de NORmalisation), délivre la marque *« NF Équipements de la route »*. Elle assure la surveillance et l'audit des sites de production (contrôle produits, respect des process de fabrication…) et peut effectuer des prélèvements produits sur site de production et chantiers pour contrôler leur conformité.

Coefficient de luminance rétroréfléchie RL (en $mcd.m^{-2}.lx^{-1}$) : Quotient de la luminance L de la surface du marquage routier dans la direction d'observation divisée par l'éclairement E ⊥ au niveau de la surface mesurée perpendiculairement à la direction de la lumière incidente.

Coefficient de luminance sous éclairage diffus Qd (en $mcd.m^{-2}.lx^{-1}$) : Rapport de la luminance d'une surface de marquage routier dans la direction donnée par l'éclairement de cette surface

Coefficient SRT : Grandeur mesurable obtenue à l'aide d'un pendule SRT, grandeur qui est utilisée pour caractériser indirectement la microtexture d'un revêtement de chaussée (ou de trottoir). Les valeurs obtenues sont des coefficients de frottement.

CQP : Certificat de Qualification Professionnelle. Certification développée par le SER qui valide officiellement, au niveau de la profession SH, les acquis de l'expérience professionnelle d'un applicateur.

DAS : Dispositif d'Alerte Sonore

Durée de vie fonctionnelle : Période durant laquelle le marquage routier répond à toutes les exigences de performance des classes fixées initialement par l'autorité routière responsable

ECODYN ou rétro-réflectomètre dynamique : Outil de mesure embarqué sur un véhicule routier. C'est un appareil à grand rendement, intégrable au trafic routier, et destiné à déterminer, de jour, en un seul passage, la visibilité nocturne des produits de marquage.

Facteur de luminance : Facteur de luminance (d'une surface de marquage routier, dans une direction donnée et sous certaines conditions d'éclairage) β (unité : 1) = rapport de la luminance d'une surface de marquage routier dans la direction donnée à celle d'un diffuseur parfait par réflexion éclairé de la même manière.

Fiche de données de sécurité : Complément de l'étiquetage réglementaire des substances et des préparations dangereuses ; pour un produit chimique donné, fiche contenant des informations concernant les dangers, pour la santé et l'environnement, liés à l'utilisation du produit, ainsi que les indications sur les moyens de protection et les mesures à prendre en cas d'urgence.

Granulats anti-glissants : Grains durs, d'origine naturelle ou artificielle, destinés à augmenter les qualités d'anti-glissance des marquages routiers.

Grip Tester : Appareil de mesure permettant indirectement de caractériser en continu la texture superficielle d'un revêtement de chaussée. Le principe est de mesurer un coefficient de frottement longitudinal pneu lisse glissement de 15 %. L'appareil peut être utilisé manuellement (vitesse de l'ordre de 5 km/h) ou tracté derrière un véhicule (vitesse inférieure à 30 km/h).

Largeur des lignes : La largeur des bandes est définie par rapport à une largeur unité *« u »* différente selon le type de route. La valeur *« u »* doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

TYPE DE ROUTES	VALEUR DE « *u* »
Autoroutes, Routes à chaussées séparées,	7,5 cm
Routes importantes, Routes à grande circulation	6 cm
Autres routes départementales, communales	5 cm
Pistes cyclables	3 cm

Macro-texture : Ensemble des aspérités dont la dimension horizontale est comprise entre 0,5 mm et 50 mm et dont la dimension verticale est comprise entre 0,2 mm et 10 mm. La macro-texture est l'un des paramètres qui influence l'apparition de l'hydroplanage et le bruit de roulement.

Marquage Visible de Nuit par Temps de Pluie (VNTP) : Permet d'assurer la visibilité de nuit, y compris par temps de pluie et par temps humide. Il peut présenter ou non des reliefs dont la hauteur maximale est de 16 mm par rapport à la chaussée.

Milli candela par mètre carré et par lux en mcd.m^{-2}.lx^{-1}) : Unité de mesure de la visibilité diurne ou nocturne du marquage routier

Mini Texture Meter (MTM) : Appareil de mesure in situ permettant de caractériser en continu la macro-texture d'un revêtement de chaussée. Le principe de l'appareil est de mesurer linéairement, à l'aide d'un capteur sans contact à rayon laser, la distance entre ce capteur et la surface du sol et donc ainsi de reconstituer un profil.

NF Environnement : La marque NF Environnement est une marque d'application volontaire délivrée par l'AFNOR. Créée en 1991, cette marque est la certification écologique française. A performances d'usage égales, la marque NF Environnement distingue les produits dont l'impact sur l'environnement est réduit. Pour obtenir la marque NF Environnement, le produit doit être conforme à des critères écologiques et d'aptitude à l'usage.

NF Service 435 : La marque NF Service 435 est une marque d'application volontaire par les entreprises pour faire reconnaître et valoriser leur savoir-faire et la qualité de leur opération. Elle offre aux maîtres d'ouvrage, lors de la sélection de ses prestataires, la garantie d'un travail bien réalisé.

Pendule SRT (Skid Resistance Tester) : Appareil de mesure in situ permettant indirectement de caractériser ponctuellement la texture superficielle d'un revêtement de chaussée. Le principe est de mesurer un coefficient de frottement à petite vitesse (de l'ordre de 15 km/h).

PMA : Produit de Marquage.

PMT : Profondeur Moyenne de Texture. Indicateur exprimé en mm qui permet de mesurer la macro-texture des revêtements de chaussées. Voir norme NF EN 13036-1.

Pré-marquage : Matérialisation d'une trajectoire ou des limites d'un marquage sous la forme d'un filet de peinture ou d'un alignement de points espacés d'un à deux mètres. Cette ligne ou alignement de point servira de guide pour piloter une machine ou poser un cache de délimitation.

Rugolaser : Appareil de mesure permettant de caractériser en continu la macro-texture d'un revêtement de chaussée. Le principe de l'appareil est de mesurer linéairement, à l'aide d'un capteur sans contact à rayon laser, la distance entre ce capteur et la surface du sol, et donc ainsi de reconstituer un profil.

Type I : Désignation européenne des produits identifiés PMA par l'ASCQUER.

Type II : Désignation européenne des produits identifiés VNTP par l'ASCQUER.

VNTP : voir marquage Visible de Nuit par Temps de Pluie.

Annexe II : BIBLIOGRAPHIE

Les normes en vigueur[12]

NF P 98-600	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées - Méthodes d'échantillonnage pour les mesures in situ des performances des marquages.
NF P 98-601	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées Performances
NF P 98-605	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées Caractéristiques colorimétriques en vision de jour : méthode d'essai in situ.
NF P 98-607	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées Rétroflexion par temps sec : méthode d'essai in situ.
NF P 98-608	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées Rugosité : méthode d'essai in situ.
NF P 98-609	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Dénominations
NF P 98-609-1	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées Essai conventionnel in situ - Partie 1 : dénominations et spécifications
NF P 98-620	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Inventaire de méthodes pour l'analyse de la partie organique
NF P 98-621	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Analyse des liants par chromatographie sur gel perméable semi-préparatoire
NF P 98-622	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Analyse des liants par chromatographie solide liquide semi-préparatoire
NF P 98-623	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Analyse des plastifiants peu ou pas polaires des résines poly-diéniques
NF P 98-624	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Modes opératoires pour le dosage de l'anhydride phtalique
NF P 98-625	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Analyse des résines alkydes par chromatographie en phase gazeuse.
NF P 98-627	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Modes opératoires pour la détermination du dosage du chlore organique
NF P 98-628	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Dosage du peroxyde de benzoyle

12 Liste établie à la date d'édition du présent guide. Le lecteur est invité à en vérifier l'exactitude auprès de l'AFNOR

NF P 98-629	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Détermination d'indices d'époxyde, de basicité et d'iso-cyanate
NF P 98-630	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Détermination des fractions volatiles des peintures et enduits à froid par distillation sous vide
NF P 98-631	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées Analyse des matières pulvérulentes extraites des produits blancs par voie chimique
NF P 98-632	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées - Analyse des matières pulvérulentes extraites des produits blancs par spectrométrie d'absorption atomique.
XP P98-633	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées - Détermination des caractéristiques d'identification rapide
NF P98-635	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées – Analyse des matières pulvérulentes extraites des produits blancs par spectrométrie d'émission atomique.
NF P98-643	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées – Méthode de séparation des microbilles et des charges de verre : méthode des liqueurs denses.
NF P98-650	Signalisation routière horizontale – Marquages appliqués sur chaussées – Méthode de mesure des niveaux sonores émis par les marquages de chaussées.
XP P98-655-1	Signalisation routière horizontale – Machines d'application des produits de marquage de chaussées - Partie 1 : performances et caractéristiques
XP P98-655-2	Signalisation routière horizontale – Machines d'application des produits de marquage de chaussées – Partie 2 : méthodes d'essai.
NF P98-657	Signalisation routière horizontale - Marquages appliqués sur chaussées - Détermination de la distribution transversale du nombre de passage des roues
NF P98-691	Prestation de Service : Travaux de signalisation routière horizontale
NF T 30-012	Peintures Détermination du taux de cendres dans les vernis, peintures et préparations assimilées
NF T 30-074	Peintures et vernis – Peintures en phase solvant Détermination des teneurs en liant et en matières pulvérulentes.
NF T 30-094	Peintures et vernis - Peintures hydro-diluables Détermination des teneurs en liant et en matières pulvérulentes
NF T 30-230	Peintures et vernis Dosage du chlore – Méthode par fusion alcaline oxydante.

NF EN 1423	Signalisation routière horizontale Microbilles de verre, granulats antidérapants et mélange de ces deux composants
NF EN 1424	Signalisation routière horizontale Microbilles de verre de pré-mélangées
NF EN 1436 ou NF EN 1436 +A1	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Performances des marquages appliqués sur la route
NF EN 1790	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Marquages routiers préformés
NF EN 1824	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Essais routiers
NF EN 1871	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Propriétés physiques
NF EN 12 802	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Méthode de laboratoire pour identification
NF EN 13 212	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Exigences pour le contrôle de la production en usine
NF EN 13 459	Signalisation routière horizontale – Produits de marquage routier Echantillonnage sur stock et essais

Liste des arrêtés

- Arrêté NOR : EQUS 0000777A du 10 mai 2000 relatif à la certification de conformité des produits de marquage de chaussées.
- Arrêté DEVS11323303A du 12 mars 2012 fait obligation aux concessionnaires et maîtres d'ouvrages délégués, d'équiper les rives droites des chaussées de dispositifs d'alerte sonore afin de lutter contre l'hypovigilance des usagers
- Arrêté interministériel du 24 novembre 1967 relatif à la signalisation des routes et des autoroutes

Les guides de conception

En matière d'aide à la conception d'un projet de signalisation horizontale, le réseau scientifique et technique de l'État a édité un ensemble de guides de conception, mais également de notes techniques, avec comme objectif d'apporter un appui en direction des projeteurs et concepteurs routiers.

Parmi ces guides et notes techniques, on soulignera :

- Le « *Guide sur le marquage de la chaussée en agglomération* » édité par le CERTU en Octobre 2004.
- La fiche « *Savoirs de base en sécurité routière - Signalisation en milieu urbain* » publié par le CERTU de Février 2007.

Également les autres documents techniques de conception, dont une partie est consacrée à la signalisation horizontale et notamment :

- Guide « *ICTAAL* » - CEREMA, Mai 2015.
- Guide « *Les échangeurs sur route de type autoroute* » - SETRA, Août 2013.
- Guide « *ARP* » - SETRA, 1994
- Guide « *2 × 1 voie – Route à chaussées séparées* » - SETRA, Septembre 2011
- Guide « *Aménagement des carrefours interurbains* » - SETRA, 1998.
- Guide « *VSA 90 – 110* » - CEREMA, Novembre 2014.
- Guide « *Conception des accès sur voies rapides urbaines de type A* » - CERTU, 2003.
- Guide « *VSA 70 – Artères urbaines* » - CERTU, 2013.
- Guide « *Carrefours urbains* » - CERTU, Juin 2010.
- Guide « *Le profil en travers, outil de partage des voies urbaines* » - CERTU, Mai 2009.

Les thématiques suivantes ont également fait l'objet de notes techniques de conception qui formulaient un certain nombre de recommandations ou d'obligation en matière de marquage routier.

- Les aménagements et itinéraires cyclables.
- Les chicanes en milieu urbains.
- Les coussins et plateaux urbains.
- Les dispositions destinées à améliorer l'accessibilité des espaces publics aux personnes atteintes d'un handicap.

Par ailleurs, les collectivités territoriales ont également pu éditer des documents techniques de conception à destination de leurs domaines respectifs.

Annexe III : COMMENT LIRE LES NUMÉROS DE CERTIFICATION

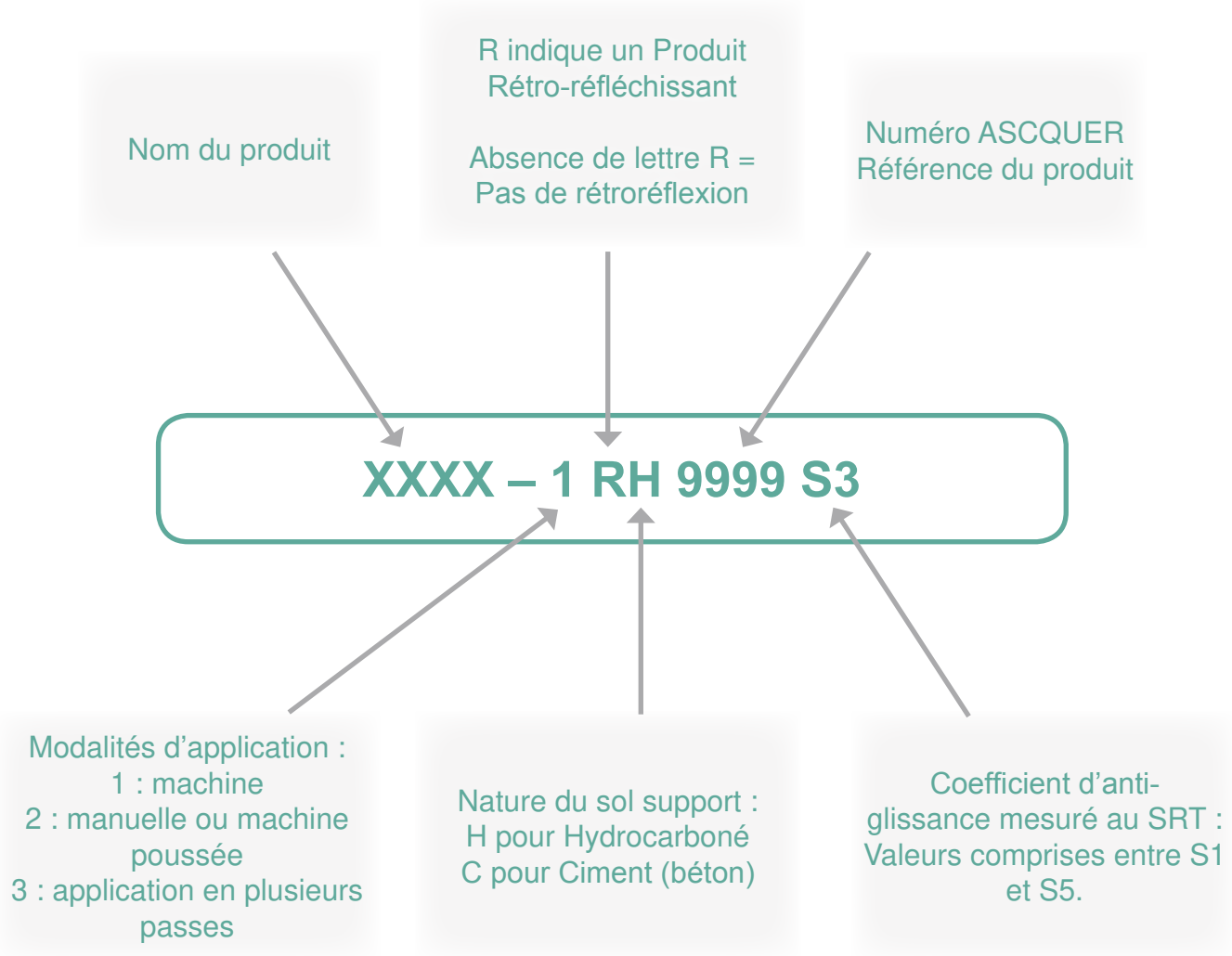
Tous les produits utilisables en France doivent faire état d'une certification NF 058 Equipement de la Route, accompagnée d'un droit d'usage en vigueur et d'une fiche technique de certification délivrés par l'ASCQUER.

Le référentiel de la norme définit deux types de certification pour les produits de marquage routier :

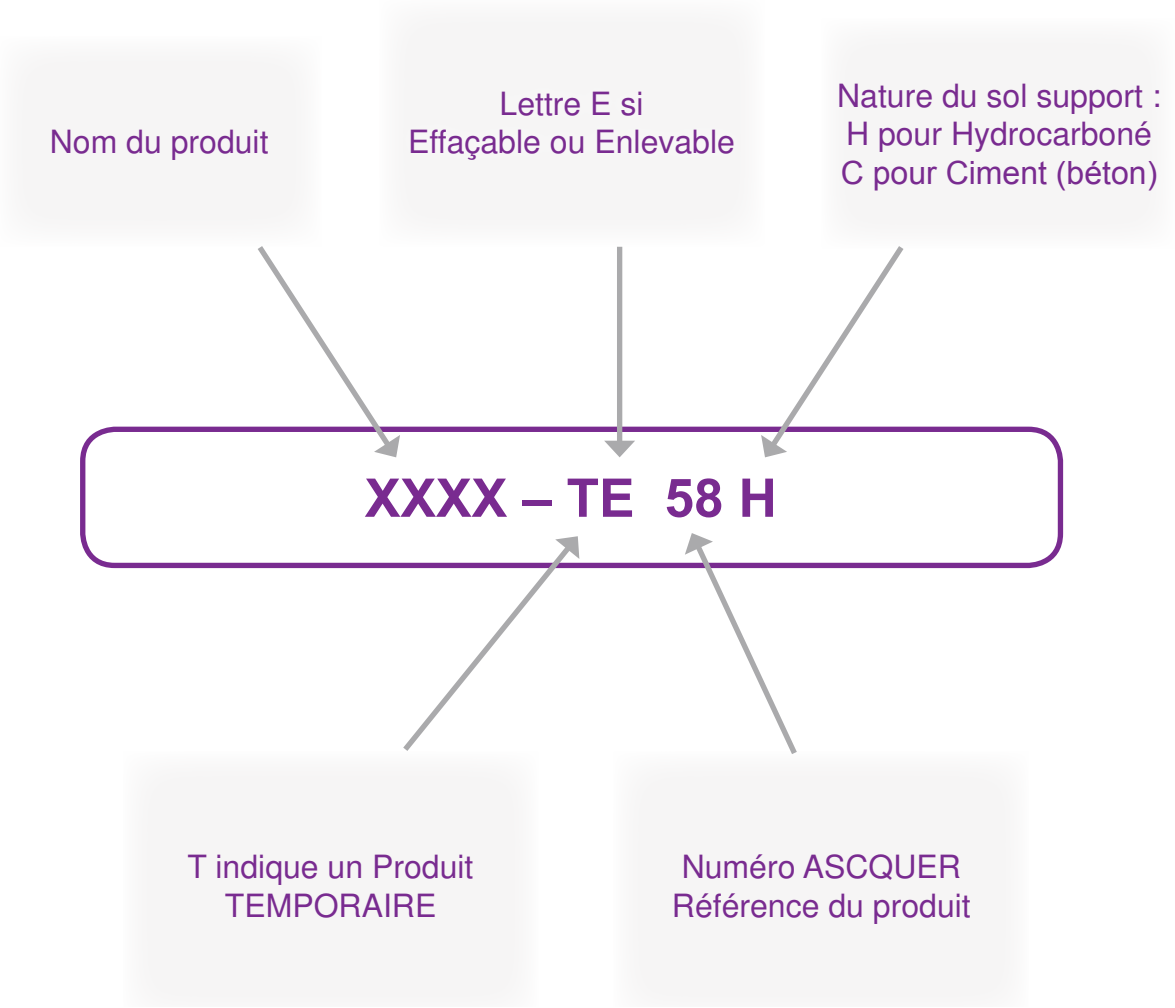
- Les produits PMA_NF2 : Produits de Marquage pour chaussée comprenant :
  - Les produits permanents,
  - Les produits temporaires.

- Les produits VNTP : Produits de marquage Visibles de Nuit par Temps de Pluie,
- Les produits DAS : Dispositifs d'Alerte Sonore.

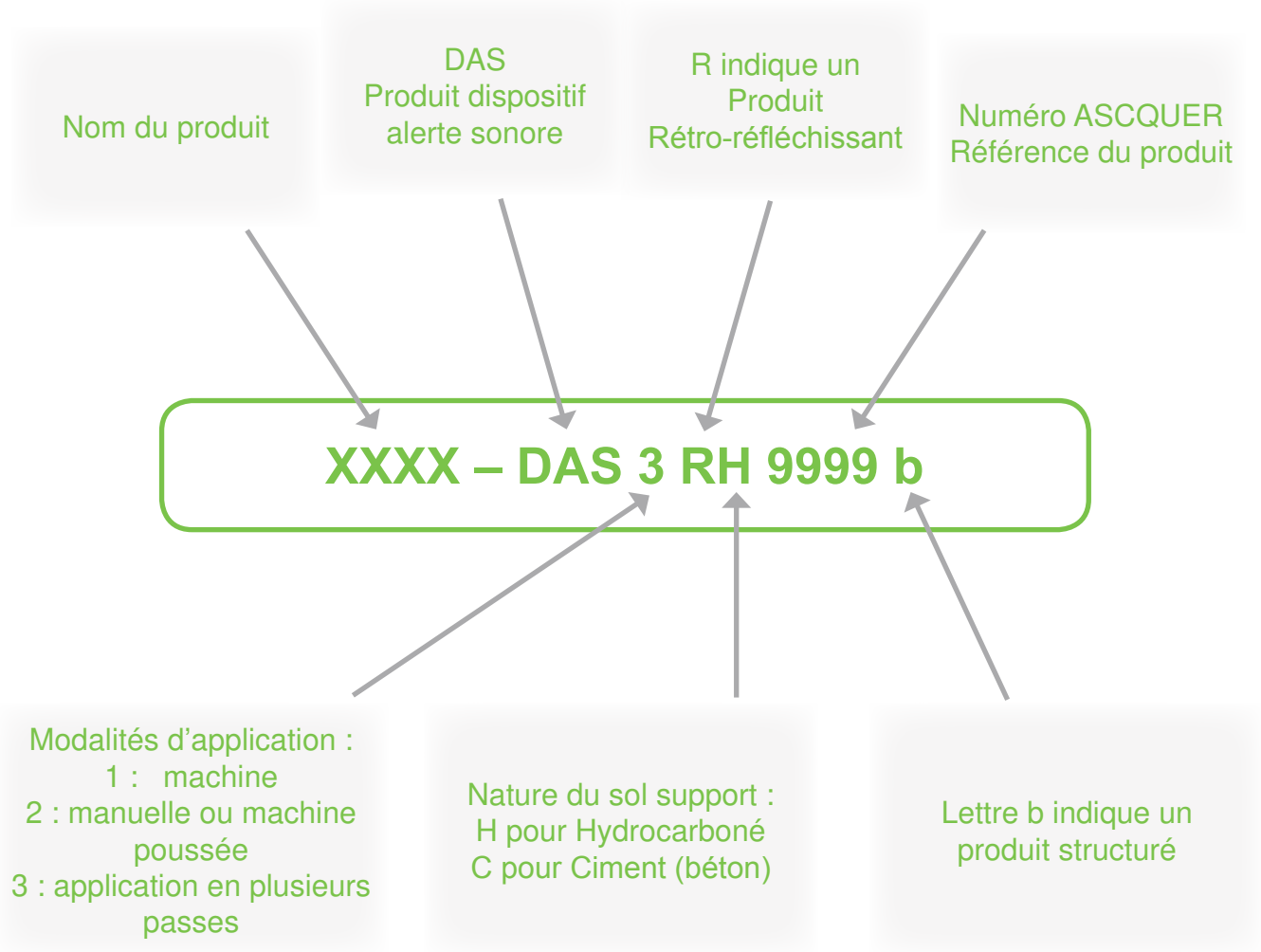
Numéro de certification d'un produit PMA permanent :



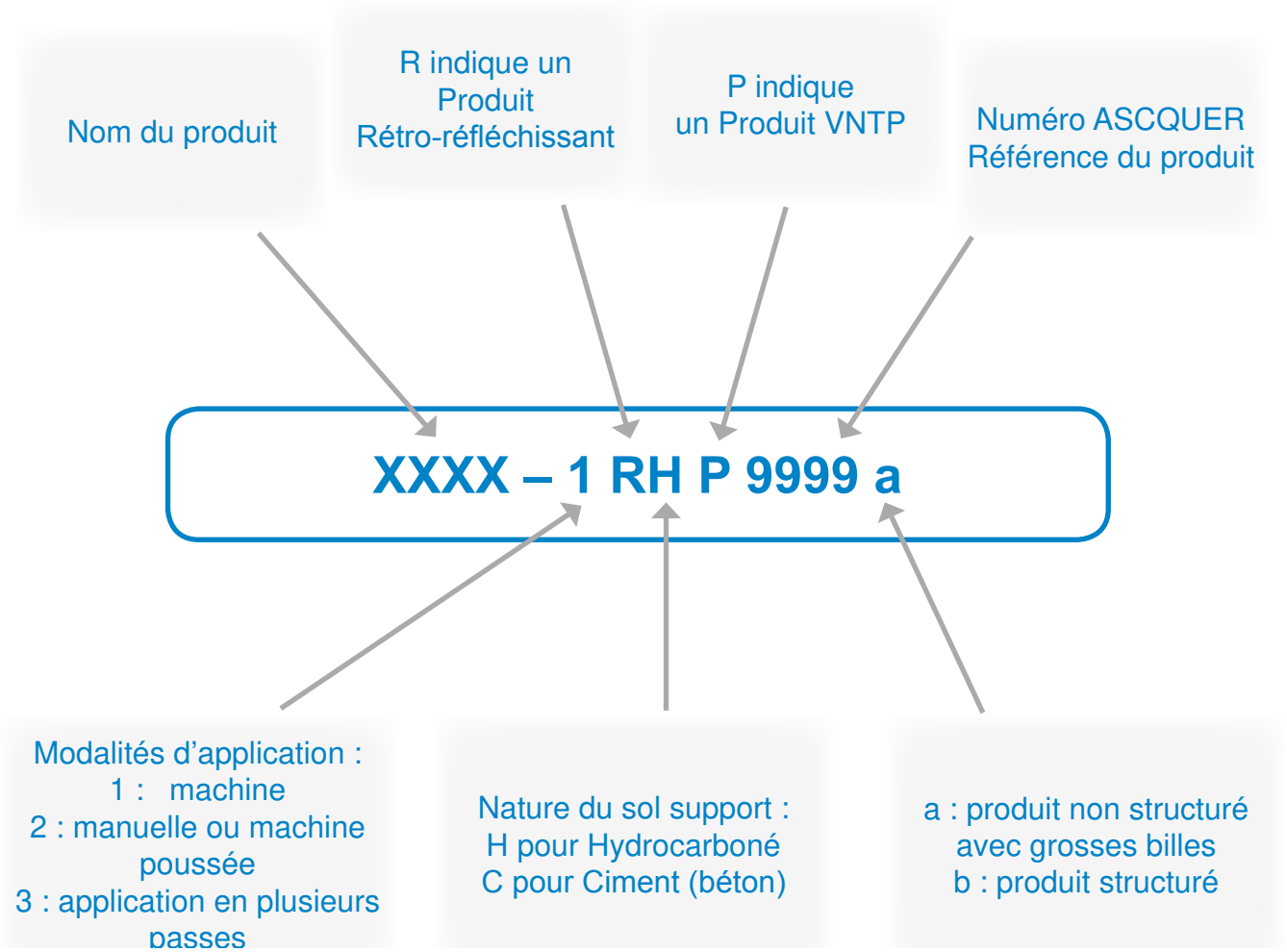
Numéro de certification d'un produit PMA temporaire :



Numéro de certification d'un dispositif d'alerte sonore (DAS) :



Numéro de certification d'un produit VNTP type a ou b :



Annexe IV : COMMENT LIRE UN DROIT D'USAGE

Ce document est renouvelé annuellement par l'ASCQUER.

ascquer

Mandaté par AFNOR Certification

Logo NF Equipements de la Route

DECISION D'ADMISSION Le 15/09/2004 sous N°1RH9585S3 RENOUVELLEMENT AU : 01/03/2017	SIGNALISATION HORIZONTALE PRODUITS DE MARQUAGE MARQUAGE DE CHAUSSÉES CHAUSSÉES - NF2

Adresse du titulaire :

Nom et Adresse du Titulaire

Site(s) de production

Ronquerolles (60)
Mauvilac (La Réunion)

Durée de validité du Droit d'usage

Nom et caractéristiques du produit concerné

Cette décision atteste , après évaluation, que ce produit est conforme au référentiel de certification NF 058 révision 10 et aux annexes de certification NF 058 "Signalisation horizontale" révision 13 et à la norme NF EN 1436 (NF2) et à ses caractéristiques complémentaires.

Désignation :
Nature :
Durée de vie :
Application sur le circuit d'essai (RN1) :

La fiche technique du 05/02/2016 doit obligatoirement être annexée à la présente décision.

Cette décision est valable jusqu'au 28/02/2018 sous réserve des contrôles effectués par l'ASCQUER, qui peut prendre toute sanction conformément aux règles précitées.

La validité du droit d'usage peut être vérifiée sur le site www.ascquer.fr

En vertu de la présente décision notifiée par l'ASCQUER, AFNOR Certification accorde le droit d'usage de la marque NF à la société qui en est bénéficiaire, pour les produits objets de la décision, pour toute sa durée de validité et dans les conditions des règles générales de la marque NF et des règles de certification mentionnées ci-dessus.

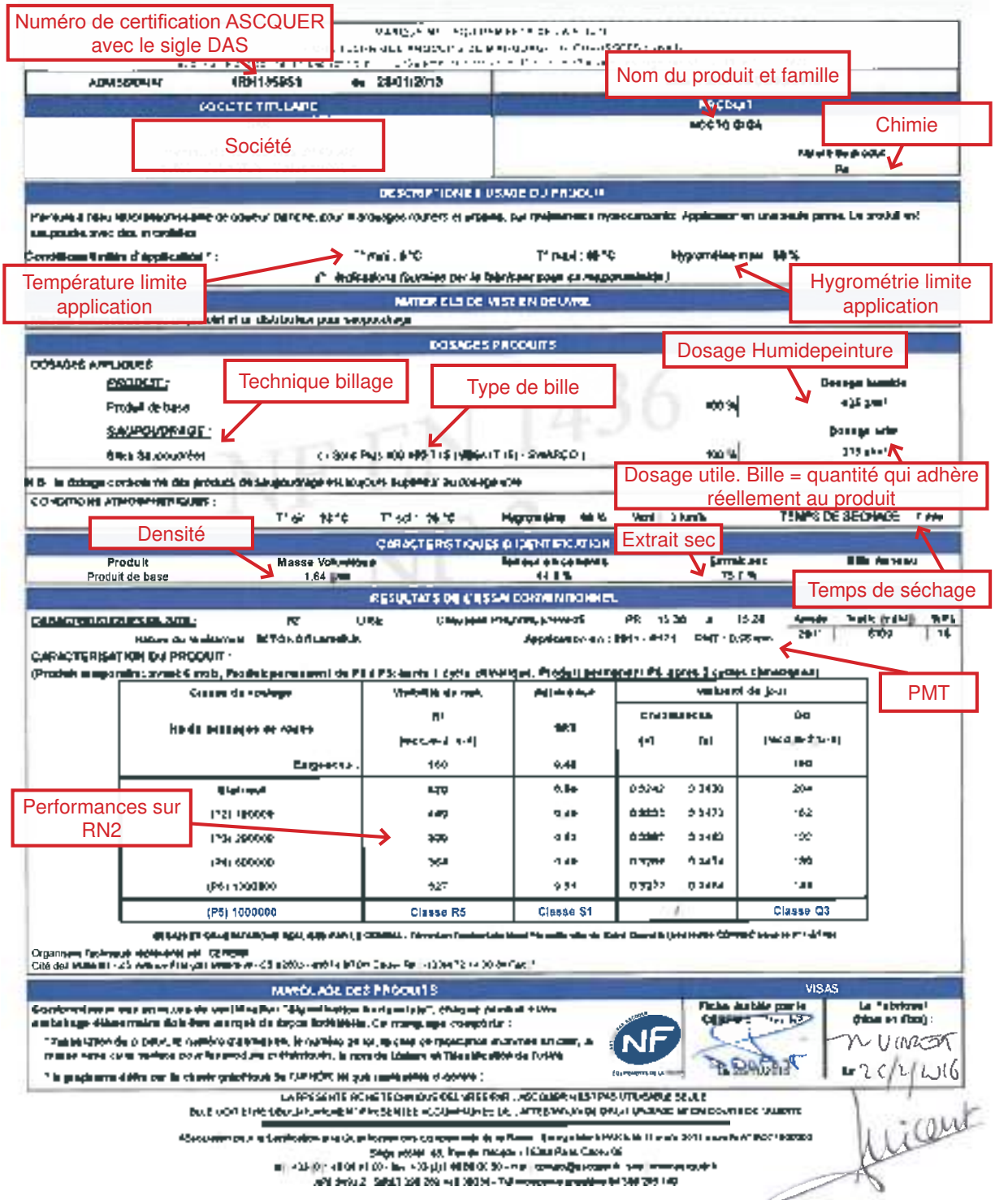
Pour l'ASCQUER
Le Délégué Général
Gérard DECHAUMET

cofrac
ACCREDITATION N° 5-0062 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR

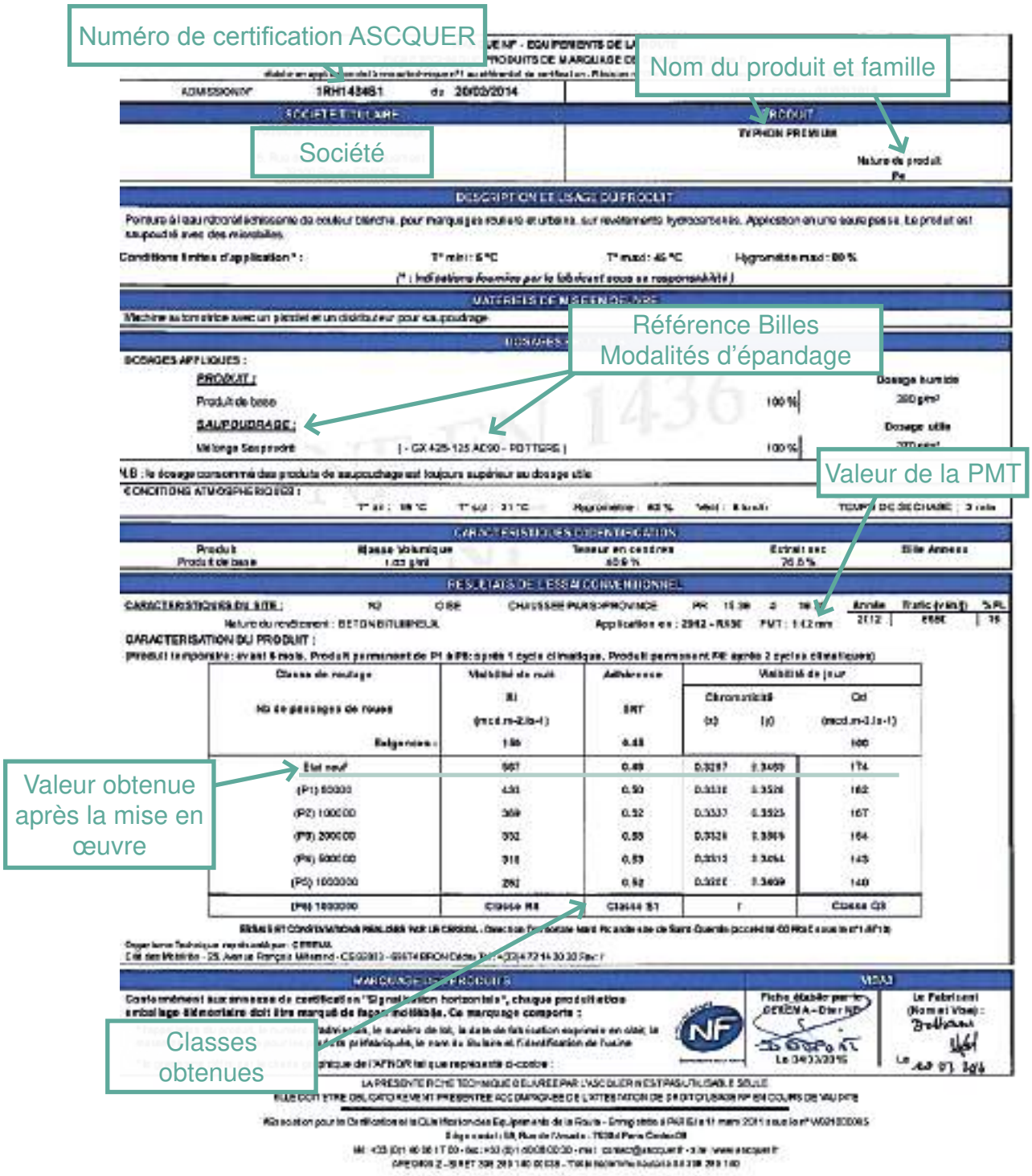
Association pour la Certification et la Qualification des Equipements de la Route
Enregistrée à Paris le 11 mars 2011 sous le n° w 921000935
Siège social : 56, rue de l'Ancelle - 75384 PARIS Cedex 08
Tél. : +33(0)1 40 08 17 00 - Fax : +33(0)1 43 06 00 33 - Mel : contact@ascquer.fr - Site : www.ascquer.fr
APE 9499Z - SIRET 398 289 140 00038 - TVA intracommunautaire FR 92 398 289 140

ANNEXE V : COMMENT LIRE DIFFÉRENTES FICHES « *PRODUITS* »

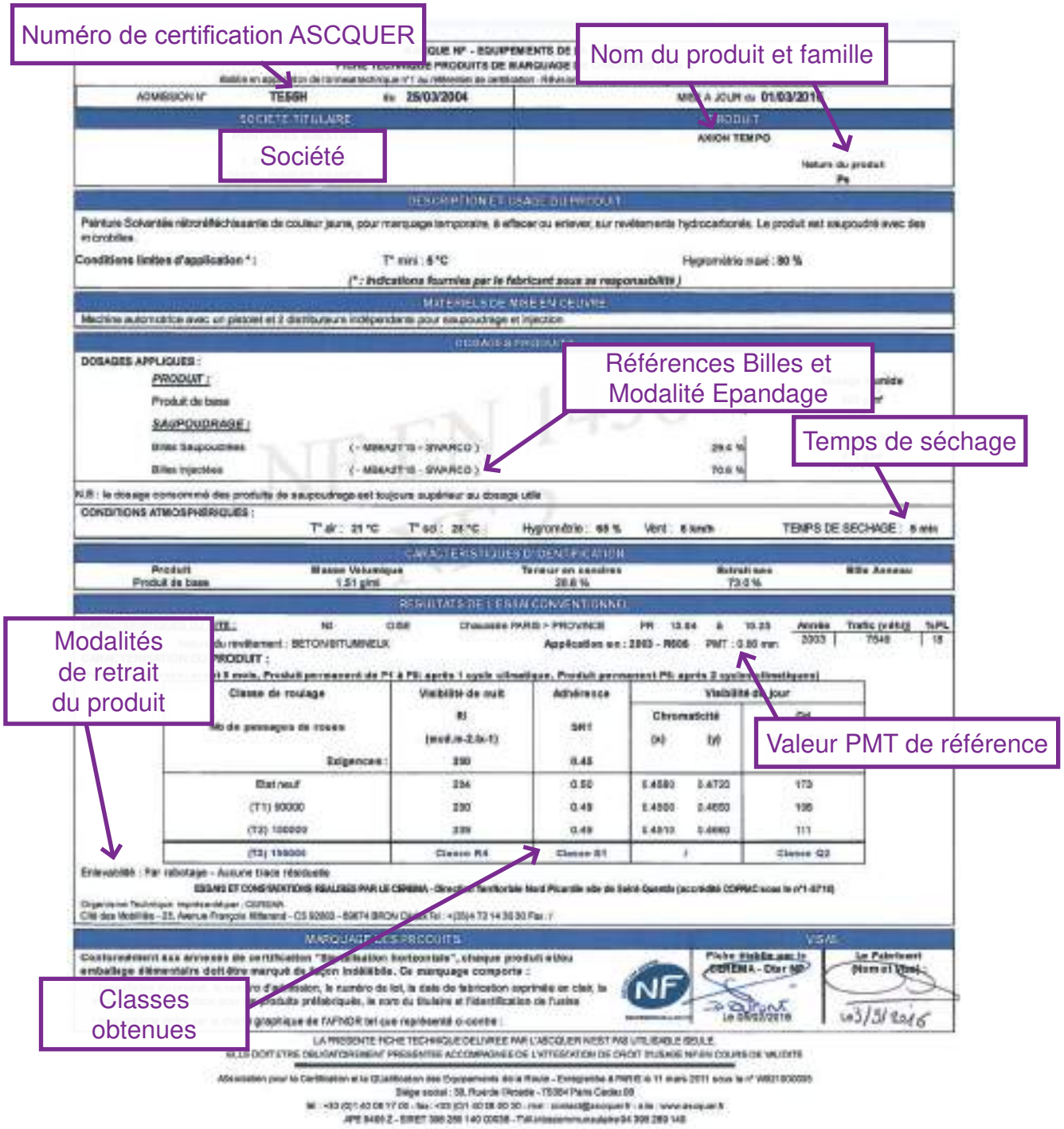
Fiche technique de certification



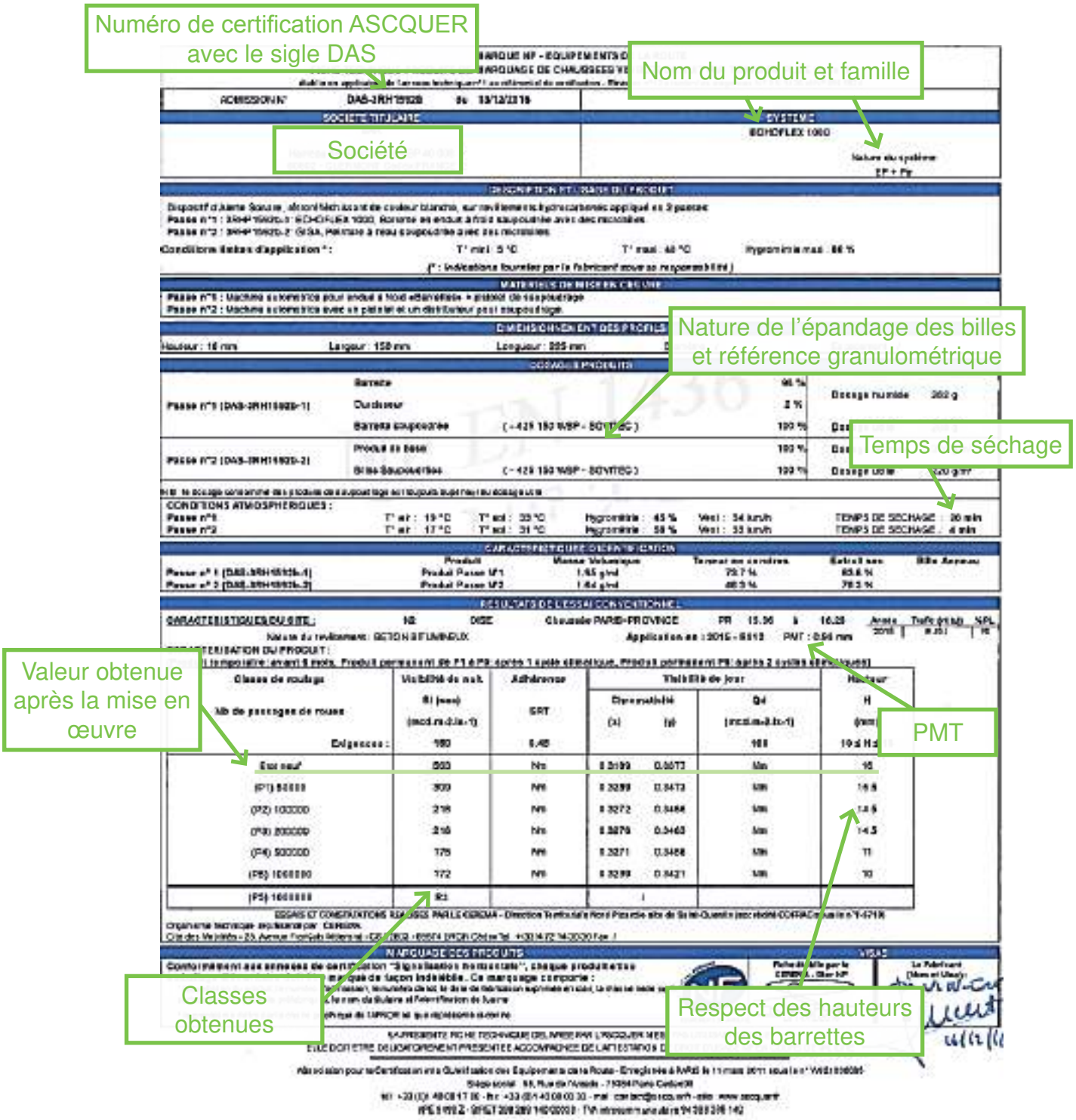
Fiche technique de certification d'un produit PMA Permanent



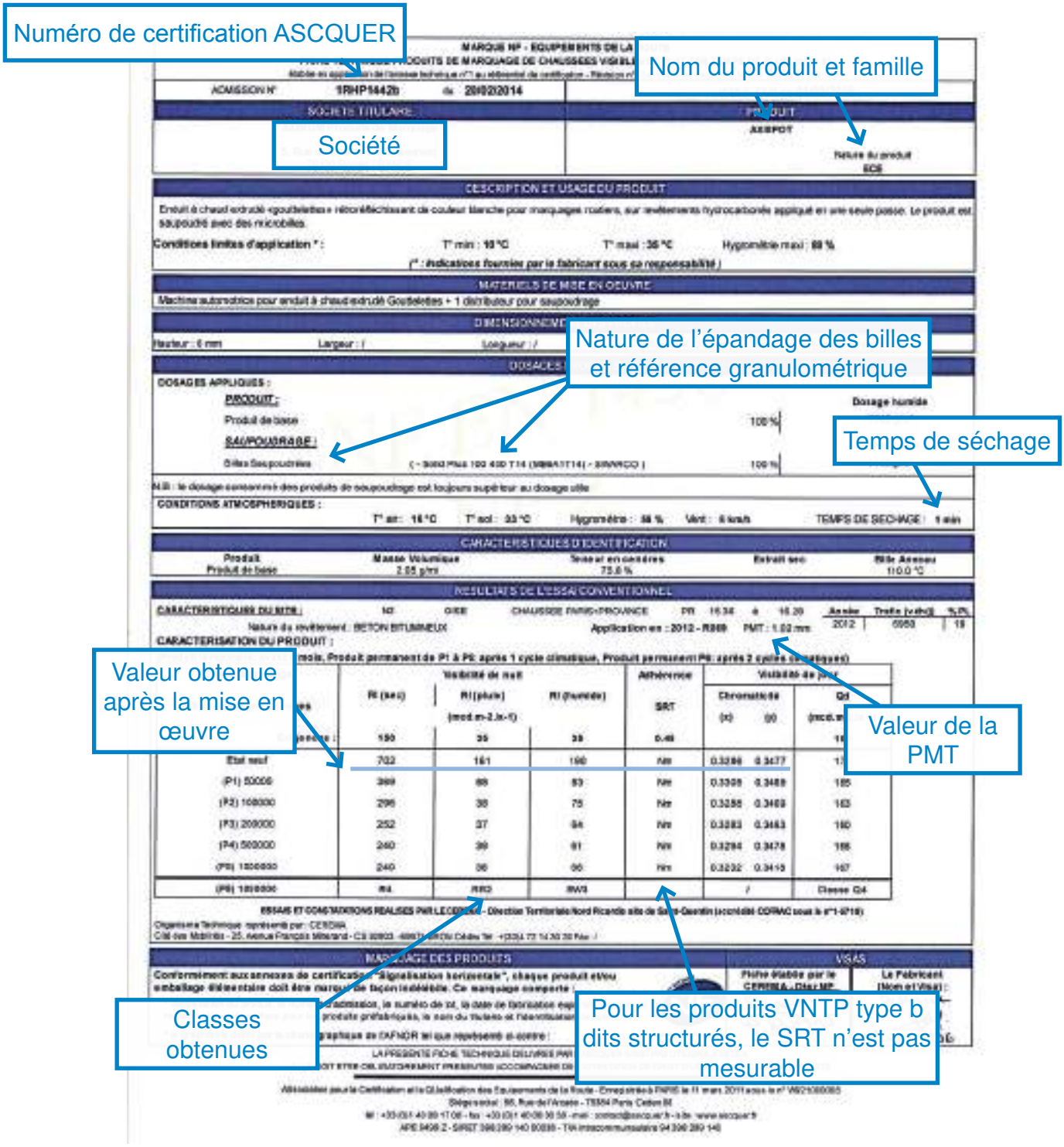
Fiche technique de certification d'un produit PMA Temporaire



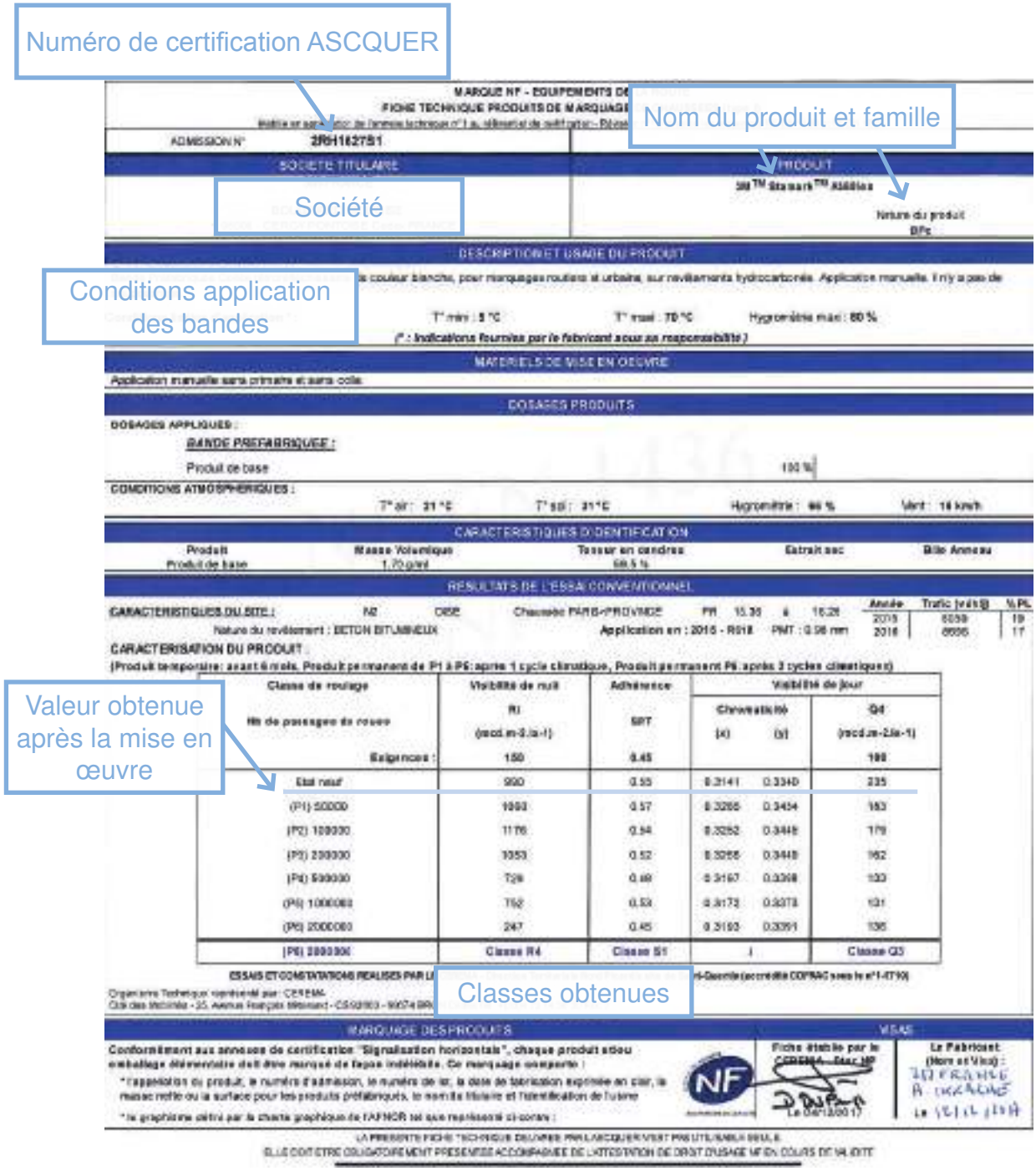
Fiche technique d'un produit DAS appliqué en deux couches



Fiche technique de certification d'un produit VNTP de type b



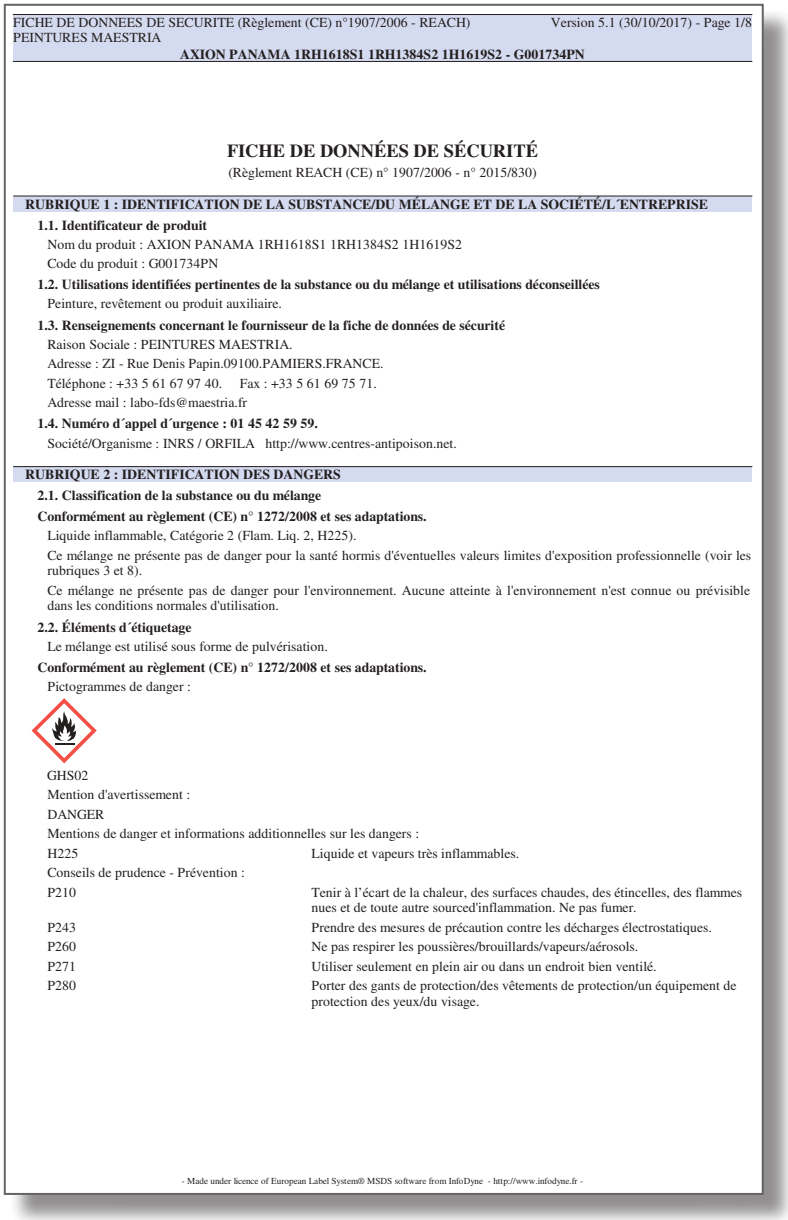
Fiche technique de certification d'une bande préfabriquée



Fiche de données de sécurité – FDS

Les produits de marquage sont des produits chimiques, à l'exception des bandes préfabriquées, et à ce titre, les fabricants doivent obligatoirement fournir une Fiche de Données de Sécurité (FDS) en français comprenant tous les chapitres nécessaires au respect de la réglementation en vigueur.

La FDS doit être datée et comporte 16 rubriques obligatoires permettant d'identifier les dangers et précisant les renseignements utiles pour utiliser le produit en toute sécurité.



FICHE DE DONNEES DE SECURITE (Règlement (CE) n°1907/2006 - REACH) Version 5.1 (30/10/2017) - Page 1/8
PEINTURES MAESTRIA
AXION PANAMA 1RH1618S1 1RH1384S2 1H1619S2 - G001734PN

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ
(Règlement REACH (CE) n° 1907/2006 - n° 2015/830)

RUBRIQUE 1 : IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/L´ENTREPRISE

1.1. Identificateur de produit
Nom du produit : AXION PANAMA 1RH1618S1 1RH1384S2 1H1619S2
Code du produit : G001734PN

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées
Peinture, revêtement ou produit auxiliaire.

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité
Raison Sociale : PEINTURES MAESTRIA.
Adresse : ZI - Rue Denis Papin.09100.PAMIERS.FRANCE.
Téléphone : +33 5 61 67 97 40. Fax : +33 5 61 69 75 71.
Adresse mail : labo-fds@maestria.fr

1.4. Numéro d´appel d´urgence : 01 45 42 59 59.
Société/Organisme : INRS / ORFILA http://www.centres-antipoison.net.

RUBRIQUE 2 : IDENTIFICATION DES DANGERS

2.1. Classification de la substance ou du mélange
Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.
Liquide inflammable, Catégorie 2 (Flam. Liq. 2, H225).
Ce mélange ne présente pas de danger pour la santé hormis d'éventuelles valeurs limites d'exposition professionnelle (voir les rubriques 3 et 8).
Ce mélange ne présente pas de danger pour l'environnement. Aucune atteinte à l'environnement n'est connue ou prévisible dans les conditions normales d'utilisation.

2.2. Éléments d´étiquetage
Le mélange est utilisé sous forme de pulvérisation.
Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.
Pictogrammes de danger :

GHS02
Mention d'avertissement :
DANGER
Mentions de danger et informations additionnelles sur les dangers :

H225	Liquide et vapeurs très inflammables.

Conseils de prudence - Prévention :

P210	Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre sourced'inflammation. Ne pas fumer.
P243	Prendre des mesures de précaution contre les décharges électrostatiques.
P260	Ne pas respirer les poussières/brouillards/vapeurs/aérosols.
P271	Utiliser seulement en plein air ou dans un endroit bien ventilé.
P280	Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.

- Made under licence of European Label System® MSDS software from InfoDyne - http://www.infodyne.fr -

Ci-dessous les 16 rubriques :

1. Identification de la substance / du mélange et de la société / l'entreprise
2. Identification des dangers
3. Composition et info sur les composants
4. Premiers secours
5. Mesures de lutte contre l'incendie
6. Mesures en cas de dispersion accidentelle
7. Manipulation et stockage
8. Contrôles de l'exposition individuelle
9. Propriétés physiques et chimiques
10. Stabilité et réactivité
11. Informations toxicologiques
12. Informations écologiques
13. Considérations relatives à l'élimination
14. Informations relatives au transport
15. Informations réglementaires
16. Autres informations

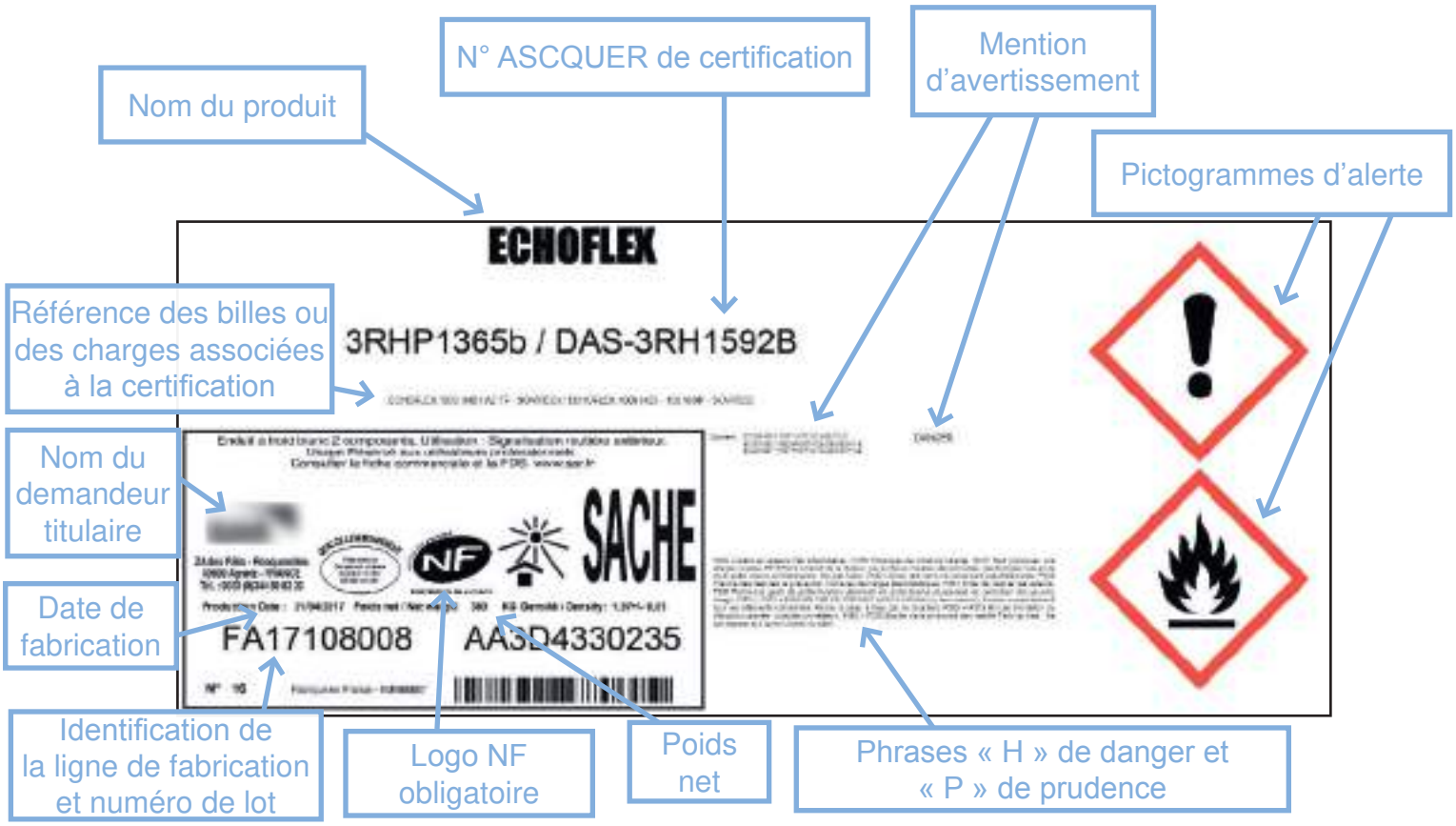
Sources : *« La Fiche de données de Sécurité »* INRS, ED 954 ;

« Comment lire la Fiche de Données de Sécurité », INRS, ED 6253

Les Etiquettes Produit

Les produits de marquage doivent être étiquetés suivant le règlement CE 1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

Elles doivent donc comporter les informations suivantes :



L'IDRRIM (Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité) fédère l'ensemble des acteurs publics et privés agissant dans le domaine des infrastructures de mobilité et espaces urbains.

Créé en 2010, l'Institut propose un cadre de réflexion et d'actions pour co produire et partager un référentiel commun constitué de normes, de bonnes pratiques et règles de l'art, d'outils méthodologiques.

Lieu de convergences et d'échanges, l'Institut a pour objectif de répondre de manière homogène à des problématiques techniques ou stratégiques et de faire évoluer les patrimoines d'infrastructures et d'espaces publics vers une conception et une gestion durables ainsi qu'une plus grande optimisation de leur utilisation.

L'IDRRIM a pour mission de :

- Fédérer et mobiliser les acteurs de la profession
- Produire des documents de référence
- Contribuer à l'amélioration des compétences
- Promouvoir l'innovation et faire rayonner l'excellence française

Ce guide, validé par le comité Gestion de Patrimoine d'Infrastructures de l'IDRRIM, a été rédigé dans le cadre d'un groupe de travail composé de :

- Isabelle ANDROUIN, Conseil Départemental des Deux-Sèvres
- Pierre ANELLI, ASCQUER
- Emmanuelle AUGRIS, Syndicat des Equipements de la Route (Groupe Hélios)
- Frédéric BOUELLE, ASFA (SANEF/SAPN)
- Jean-Claude BRETON, DIAGWAY
- Louis DUCASSOU-PEHAU, Syndicat des Equipements de la Route (SAR)
- Dominique DUPONT, Cerema
- Daniel JOFFRE, Syndicat des Equipements de la Route (3M)
- Michaël LANGLET, MTES/DGITM/DIT/MARRN
- Alain LHERITIER, MTES/DGITM/DIT/MARRN – co-animateur du groupe de travail
- Pierre-Jean MAGRO, Syndicat des Equipements de la Route (Miditraçage/ESvia)
- Benoît METZINGER, Cerema
- Jean-Claude PANNETIER, MTES/DIR OUEST
- Thierry PIERRE, Syndicat des Equipements de la Route (AXIMUM)
- Aude STRESSER, Cerema
- Gilles VALET, Syndicat des Equipements de la Route (AXIMUM)
- Julien VICK, Syndicat des Equipements de la Route – co-animateur du groupe de travail

9, rue de Berri - 75008 Paris - Tél : +33 1 44 13 32 99
www.idrrim.com - idrrim@idrrim.com
@IDRRIM
Association loi 1901

Crédits photos : © SER