

Le stockage des fondants routiers, gestion et dimensionnement : Présentation d'un guide technique.

S. POISSONNIER

CETE Est – Laboratoire de Nancy, France

stephanie.poissonnier@developpement-durable.gouv.fr

D. GILOPPE

CETE Normandie-Centre, France

Didier.Gilippe@developpement-durable.gouv.fr

RÉSUMÉ

Les fondants routiers ont pour objectif d'améliorer les états de surface des chaussées, les conditions de conduites et les conditions de circulation. Ce sont des produits qui coûtent cher et sont considérés comme consommables. A l'heure actuelle leur récupération et le réemploi ne sont pas envisagés.

Les lieux de stockage français, répartis entre 20 000 et 25 000 emplacements sont de qualité variable et génèrent des impacts économique et écologique. Un stockage judicieux, adapté au besoin, au produit et à son utilisation, permet de réduire ces impacts tout en garantissant la qualité de l'épandage.

Ces considérations ont amené le Service d'Études sur les Transports, les Routes et de leurs Aménagements (SETRA) à missionner les Centres d'Études Techniques de l'Équipement (CETE) pour rédiger un document sur la gestion et le stockage des fondants routiers.

Ce guide technique a pour objectif de rassembler dans un même écrit, l'ensemble des outils réglementaires, méthodologiques et techniques. Il présente les modalités et stratégies de gestion afin d'identifier d'éventuelles améliorations vis à vis des problèmes d'environnement et de la pérennité de la qualité des produits

1. INTRODUCTION

L'utilisation de fondants routiers augmente : la consommation en France est passée en quatre décennies de quelques centaines de milliers de tonnes à plus de deux millions lors des hivers les plus rudes, alors que dans le même temps les préoccupations environnementales deviennent prépondérantes. Les fondants sont des produits onéreux (le prix d'une tonne de fondants routiers de NaCl avoisine la tonne d'enrobés mise en place) et considérés comme consommables. Il est donc nécessaire de les utiliser à bon escient. Le stockage est une étape incontournable garantissant le maintien de leurs qualités intrinsèques. De surcroît, l'augmentation du linéaire de voirie, ainsi que les réorganisations successives ont pour conséquence une répartition sur le territoire national français et un dimensionnement parfois inadaptés de ces stocks vis à vis des besoins des gestionnaires.

Ce document « Le stockage des fondants routiers, gestion et dimensionnement », rédigé par les Centres d'Études Techniques de l'Équipement (CETE) et publié par le Service d'Études sur les Transports, les Routes et de leurs Aménagements (SETRA), paraîtra en 2014. Il est destiné à l'ensemble des gestionnaires de réseaux (urbains, interurbains), maîtres d'ouvrage, architectes, partenaires et propose un ensemble d'outils réglementaires, méthodologiques et techniques.

Cette communication présente les grandes lignes du guide en détaillant, dans une première partie, le contexte réglementaire français et les préconisations de conception et de gestion associées. Les paragraphes suivants présentent une approche permettant de

choisir au mieux la localisation du stock de fondants routiers et une méthode de dimensionnement basée sur les hivers passés. Toutes les approches proposées sont illustrées par des exemples dans le guide. Cette communication expose ensuite les grands principes à prendre en compte lors de la création ou de la rénovation d'un centre de stockage, notamment l'approche environnementale.

2. CONTEXTE FRANÇAIS ET REGLEMENTATION

Le chlorure de sodium est le fondant routier le plus utilisé (99%) sur le territoire français et répond généralement à l'ensemble des besoins. Aucune réglementation française n'encadre véritablement la prise en compte environnementale de la viabilité hivernale. Mais la réglementation relative à la protection de l'environnement spécifie que le fait « de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux [...] une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune [...] » est répréhensible pénalement [1]. D'autres textes responsabilisent le gestionnaire, notamment avec le principe de pollueur-payeur [2].

Le chlorure et le sodium sont clairement mentionnés, comme critères d'évaluation de l'état des eaux souterraines avec des valeurs seuil par défaut, respectivement de 250 mg/L et 200 mg/L [4]. Ces valeurs seuils peuvent être modulées localement suite à l'évaluation qualitative d'une masse d'eau. Cette masse d'eau est considérée en état médiocre s'il y a une hausse significative de certains paramètres (chlorures, sulfates et conductivité notamment) [5]. Le guide « Stockage des fondants routiers, gestion et dimensionnement » insiste sur la mise sous abri systématique des stocks de chlorures de sodium.

Dans de rares cas, d'autres produits sont utilisés là où des contraintes locales nécessitent un traitement spécifique. Le guide présente les modes de stockage particuliers adaptés aux fondants autres que le NaCl, en fonction des propriétés physiques et des préconisations d'usage.

Une partie concerne l'usage de ces produits, dans le cadre de la législation REACH [6]. Le traitement des déchets (fondants dénaturés) est abordé selon la hiérarchie suivante:

- la préparation en vue de leur ré-utilisation, généralement possible pour les fondants à base de chlorure (NaCl, CaCl₂)
- le recyclage, peut être contractualisé lors du marché d'achat
- l'élimination : le règlement sanitaire départemental type français, interdit tout abandon sauvage de déchet sur le domaine public (dépôts sauvage de stock) et tout déversement de substances dans les cours d'eau (vidange des cuves à saumure).

Au regard de ces réglementations, le document propose des approches dans la conception pour minimiser les sources de pollutions : évaluation de la topographie, de la perméabilité du sol, de la capacité de dilution du cours d'eau récepteur, imperméabilisation de la plate-forme, végétalisation des abords du stock avec des espèces tolérantes au sel, aménagement de quai de chargement, etc. D'autres recommandations relèvent du fonctionnement du stock : manipulation à couvert, maintenance régulière des sites, dépotage systématique sur le stock, balayage de la plate-forme, etc.

3. RÉPARTITION SPATIALE

L'objectif du guide est d'adapter la politique d'équipement aux besoins des gestionnaires routiers. La localisation du stock est liée à la typologie du réseau à exploiter (linéaire ou maillé), c'est un maillon de l'organisation des circuits. Il doit se situer près du réseau à

traiter tout en étant facile d'accès pour les engins de service hivernal et les camions de livraisons.

Le stock peut être situé dans un centre d'exploitation ou isolé en point d'appui, ce qui peut soulever des problèmes d'approvisionnement ou de sécurité générale. L'implantation résulte d'un compromis entre l'accessibilité aux circuits (distance, temps nécessaires pour le rechargement, présence de tronçons routiers à fort trafic), le traitement prioritaire et/ou plus fréquent des points sensibles du réseau (circuits prioritaires, rampes, ouvrage d'art...) et l'autonomie des engins de service hivernal. D'autres éléments sont à prendre en compte tel la topographie, la sensibilité environnementale ou la proximité des habitations. Pour déterminer l'implantation, une approche possible consiste à appliquer la méthode du barycentre. Il s'agit de considérer des points physiques résultant d'un choix (ouvrages d'art, rampe, zone à forte sensibilité environnementale, tronçons routiers élémentaires, etc.) et de les pondérer par un poids relatif (niveau de service en affectant un coefficient élevé au hauts niveaux de service, fréquence d'intervention, temps d'intervention, consommations, etc.). Cette étude du barycentre ne donne pas une réponse précise mais représente un bon indicateur.

Une seconde phase consiste à créer si nécessaire des stocks stratégiques pour écrêter la demande lors des phénomènes hivernaux de longue durée, rendant délicats les approvisionnements. Cette option implique des moyens logistiques propres aux gestionnaires. La méthode du barycentre peut également être appliquée dans ces cas pour optimiser l'emplacement de ce stock stratégique.

4. DIMENSIONNEMENT DES STOCKS

La valorisation des données du service hivernal des années antérieures est source d'informations fondamentale pour le dimensionnement des stocks de fondants solides et liquides. En France, l'Index de Viabilité Hivernale (IVH) [7] constitue une image représentative des difficultés d'exploitation hivernale. Des études antérieures ont montré que les consommations de fondants routiers étaient directement corrélées à cet indicateur [8].

La capacité de stockage définit les dimensions du dispositif et le volume le plus important susceptible d'être entreposé. Ce seuil s'intègre dans une stratégie plus globale avec la définition de stock de début d'hiver (quantité de produit disponible avant la saison hivernale), le seuil de réapprovisionnement, et le stock de fin d'hiver permettant de palier un éventuel événement tardif. Ces dernières définitions sont détaillées dans un document parallèle [9]. Le choix de la capacité de stockage est lié à une prise de risque du gestionnaire qui varie entre deux extrêmes :

- minimiser les capacités de stockage ou gérer en flux tendu avec un risque de rupture en cas de phénomène hivernal intense. Ce choix induit une capacité à gérer les situations de crises
- maximiser les capacités de stockage avec un investissement dans le dispositif et une immobilisation des produits onéreuse.

Les consommations prévisibles s'estiment sur un hiver moyen et s'apprécient en fonction des données disponibles en les comparant à l'IVH moyen, dit IVH_{100} . En l'absence de données ou lors de la création d'un réseau, les consommations s'estiment en fonction des surfaces à traiter et du nombre d'interventions prévisibles, suite à une analyse climatologique ou par rapprochement avec un gestionnaire voisin.

Sur le territoire français, les hivers des façades maritimes présentent une plus grande variabilité que ceux des régions continentales (Figure 1). L'ensemble du territoire métropolitain français se situe entre ces deux courbes « façade maritime » et « zones continentales ». Cette enveloppe permet au gestionnaire d'apprécier sa prise de risque.

Par exemple, si le gestionnaire opte pour une capacité suffisante pour répondre à 4 hivers sur 5, soit une probabilité d'apparition de 80%, en région continentale, le tonnage de fondants consommés sera celui d'un hiver ayant un IVH₁₀₀ de 120. Les données statistiques des consommations des hivers précédents permettent de déterminer le tonnage associé.

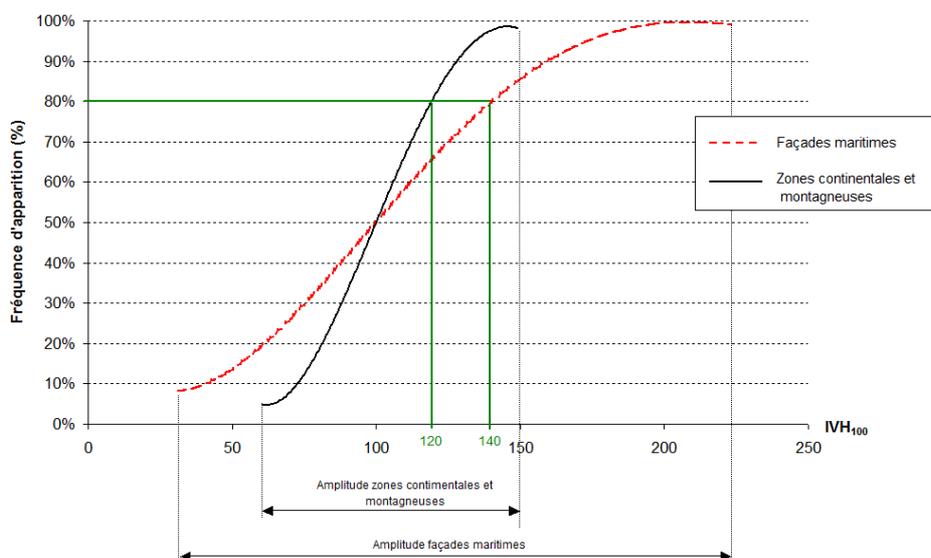


Figure 1 - Probabilité d'apparition des hivers en France en fonction des zones géographiques (données 1977 - 2012)

Tableau 1 – Capacités maximales de stockage en fonction des zones climatologiques françaises

	Climat continental ou montagneux	Façade maritime
Variabilité (rapport IVH ₁₀₀ max / IVH ₁₀₀ min)	< 2 ou 3	> 3
Capacité maximale de stockage	80% à 100% de la consommation d'un hiver moyen	100% à 200% de la consommation d'un hiver moyen
	Comptabilité avec 5 ou 6 jours d'intempérie (seuil de réapprovisionnement)	

Les capacités maximales de stockage présentées (Tableau 1) sont inspirées des pratiques des services routiers interurbains [10]. Les ordres de grandeurs sont à moduler et à ajuster au contexte : pour les stocks de petite taille ou dans les zones à rigueur hivernale faible, le stock ne doit pas être immobilisé sur 2 hivers consécutifs pour des raisons liées à la conservation des produits de viabilité hivernale. Le dimensionnement au-delà de 200% n'est pas économiquement raisonnable, sauf en cas de site stratégique.

5. FONCTIONNALITÉS

Ce guide expose les principes à respecter lors de la création ou de la rénovation d'un centre de stockage : partie bureaux dissociée de la partie exploitation, proximité de l'approvisionnement en carburant, accessibilité du stock par les engins de service hivernal et par les camions de livraison réapprovisionnement, etc. Une partie du document est dédiée à la gestion des eaux de ruissellement de la plate forme en particulier par la mise en place, à minima, de bassins tampons.

Pour les stocks existants, le guide préconise d'éviter tout rejet pendant les périodes d'étiage (concentration des effluents salins sans possibilité de dilution par le cours d'eau) et printanières (période de pousse des végétaux) [11]. Une autre possibilité consiste à collecter les eaux de ruissellement pour les réinjecter dans la centrale à saumure. Cette cuve n'a pas pour objectif de traiter l'ensemble des eaux pluviales de la plate forme mais de collecter les eaux les plus chargées en sel, en général au terme d'épisodes hivernaux de longue durée. Une étude statistique de la pluviométrie locale permet d'estimer l'intensité de ces précipitations. Ce dimensionnement s'estime également sur la base de la quantité maximale de fondants susceptibles de se trouver sur la plate-forme. Au-delà de 3 jours d'intempéries, il est raisonnablement admis que les agents ont quelques disponibilités pour nettoyer la plate-forme. La capacité maximale de la centrale à saumure et de sa cuve de stockage sont des critères dimensionnant ou non en suivant l'hypothèse qu'il ne pourra être valorisé une quantité supérieure à celle prévue dans l'unité de production.

L'accent est aussi mis sur d'autres fonctionnalités : respect des gabarits de passage, présence de quai de chargement. Un comparatif sur les types de matériels destinés au chargement des épandeurs est proposé (Tableau 2).

Tableau 2 - Comparatif des modalités de chargement des épandeurs

Type de matériel	Tracteur agricole et tracto-pelles	Chargeur télescopique	Silo
Capacité de chargement	De 0,3 à 10 m ³ (2 m ³ maximum conseillé)	0,5 à 10 m ³ (2 m ³ maximum conseillé)	-
Temps de chargement estimé (épandeur 6 m ³)	6 à 10 minutes	6 à 10 minutes	De 1 à 5 minutes
Qualité de fondant conseillée	Tout type de fondant	Tout type de fondant	Fondant de bonne coulabilité
Coût d'investissement	●●○○○*	●●●●○*	●●●●○
Coût de fonctionnement	●●○○○	●●●○○	○○○○○
Spécifications françaises liées à l'ergonomie/sécurité	CACES** catégorie 4 si > 4,5 tonnes.	CACES** catégorie 4 si > 4,5 tonnes.	Pas de qualification nécessaire.
* Ces matériels sont proposés également en location pour les saisons hivernales			
** CACES : Certificat d'aptitude à la conduite en sécurité			

6. TECHNIQUES DE STOCKAGE

Cette partie détaille la conception du centre de stockage : l'imperméabilisation de la plate forme de travail, l'orientation du stock (de préférence à l'opposé du vent hivernal dominant) ou encore la géométrie du stock (forme, hauteur libre intérieure liée aux engins de manutention, volume utile, etc.). Cette approche est relativement internationale. Le choix des matériaux proposé est quant à lui basée sur le bilan carbone. Même si à ce jour aucune évaluation de stockage n'a été réalisée dans cette optique, certaines valeurs sont disponibles [12] :

- Bois : Dans certaines conditions, le bilan carbone est neutre voire négatif si l'exploitation de celui-ci est faite de manière durable (bois utilisé issu d'une forêt replantée) et si l'ouvrage a une durée de vie longue (une centaine d'années). Si toutes ces conditions sont réunies, le bilan carbone du bois est de -500 kg équivalent carbone par tonne (photo 1).

- Acier : 870 kg équivalent carbone sont nécessaires pour élaborer une tonne d'acier en première fonte, et 300 kg équivalent carbone pour une tonne d'acier entièrement issue du recyclage.
- Béton : 235 kg équivalent carbone par tonne.

Si on associe un abri à fondant routier à un hangar de type agricole, les facteurs d'émission sont de 60 kg équivalent carbone par mètre-carrés pour une construction métallique, par rapport à 180 kg équivalent carbone par mètre-carrés pour une construction béton.



Photo 1 - Abri bois avec double travées

Ainsi, un comparatif des propriétés des matériaux, en terme de coût, résistance, portée environnementale ou esthétique est proposé au lecteur.

Au final, les différentes modalités de stockage (bas à sel, sacs, big-bags, silos, abris à toitures amovibles ou hangar) sont détaillées pour aider le gestionnaire à élaborer le choix le plus adapté à son besoin et à son organisation.

7. CONCLUSION

Le guide « stockage des fondants routiers, gestion et dimensionnement » présente l'application de principes directeurs dans la conception, le dimensionnement et la gestion d'un centre d'entretien routier sous l'angle du service hivernal. Outre les aspects réglementaires, il propose un comparatif des produits de viabilité hivernale, expose des méthodes de choix d'implantation du site et de dimensionnement, toujours avec comme objectif de minimiser l'impact environnemental. La définition de la gestion des fondants routiers passe par une phase incontournable : la définition du besoin. La répartition spatiale des stocks et les capacités maximales des stockages découle de ces conclusions. Ce guide s'articule avec d'autres documents (parus ou à paraître) où les gestionnaires de réseaux routiers trouveront des éléments concernant l'approche française de la viabilité hivernale [11] [13].

RÉFÉRENCES

1. Code de l'environnement français, articles L216-6 et L432-2
2. Loi sur la responsabilité environnementale (LRE) 2008-757 du 1er Août 2008 du Code de l'Environnement
3. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Directive Cadre sur l'Eau (DCE), annexe II de la circulaire du 23 octobre 2012 relative à l'application de l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.
4. Guide d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine et d'établissement des valeurs seuils, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (2012), pages 38-39/63

5. Position du Parlement européen arrêtée en deuxième lecture le 13 juin 2006 en vue de l'adoption de la directive 2006/.../CE du Parlement européen et du Conseil sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration
6. Règlement (CE) N° 1907/2006 du parlement européen et du conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH).
7. www.viabilite-hivernale.developpement-durable.gouv.fr
8. Mauduit C., Livet J. (2006) Impacts des infrastructures sur l'environnement, approche globale de l'environnement dans le domaine routier, écobilan exploitation hivernale, premiers éléments de réflexion, CETE Est, pages 27-28
9. SETRA (à paraître), Guide achat des fondants routiers.
10. Livet J., Jacquot E., Giloppe D. (2001) Stockage des fondants routiers, enquête sur les conditions de stockage, analyse générale, CETE Est, pages 42
11. Mauduit C., Pineau C., Trielli E. (2011) L'impact des fondants routiers sur l'environnement – État des connaissances et pistes d'actions, Note d'information 94 SETRA, page 12
12. Bilan Carbone d'une activité industrielle ou tertiaire – Descriptif de la méthode (version 2,2): objectifs, résultats exploitables, choix méthodologiques – ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Mission Interministérielle de l'effet de serre) (2004), pages 164-166/233
13. Jacquot E., (à paraître) Achat des fondants routiers, Guide technique SETRA, 81 pages.