

Etudes comparatives de fondants routiers

Stéphanie Poissonnier

Winter Maintenance Studies

CEREMA - Centre for expertise and engineering on risks, urban and country planning, environment and mobility / East Department / Regional laboratory of Nancy - France

stephanie.poissonnier@cerema.fr

Guillaume Casteran

French Civil Aviation Technical Centre

Adeline Marteau

CEREMA / Technical Department for Infrastructures, Transport and Materials

XIV CONGRÉS
INTERNACIONAL DE
VIABILITAT INVERNAL

Andorra,

4-7 de febrer 2014

0. SOMMAIRE

1. Introduction / contexte
2. Produits étudiés
3. Besoins des gestionnaires & paramètres étudiés
4. Caractéristiques physico-chimiques
5. Performances
6. Caractéristiques environnementales
7. Conclusion

XIV CONGRÉS
INTERNACIONAL DE
VIABILITAT INVERNAL

Andorra,

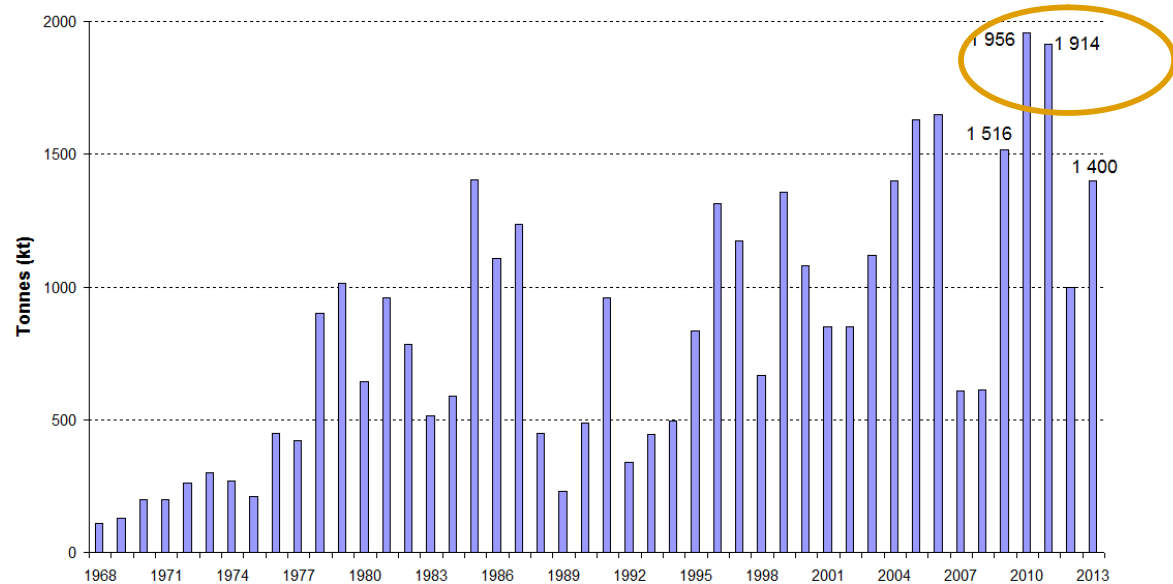
4-7 de febrer 2014

1. INTRODUCTION - CONTEXTE

Les consommations de chlorure de sodium ont atteint des niveaux très élevés ces dernières années (hivers 2009-2010 et 2010-2011)

- ⇒ Prise de conscience des aspects économiques et écologiques
- ⇒ Recherche de produits alternatifs avec des performances élevées et une grande disponibilité

Sales figures of deicers (sodium chloride) in France 1968-2013



Objectif : évaluer les produits en fonction des contraintes / besoins des gestionnaires.

- ⇒ **Évaluation des caractéristiques physico-chimiques et environnementales**
- ⇒ **Tenter d'en déduire des préconisations (aide au choix)**

2. PRODUITS ETUDIÉS

19 produits commercialisés étudiés



sous différentes formes

Solide
Liquide
Mixte (solide+liquide)



Produits routiers

- Chlorure de sodium (x1) solide
- Chlorure de calcium (x1) solide
- Fondant humidifié (x3) mixte



Déverglaçants aéroportuaires qui apparaissent sur le marché routier français

- Formiates de sodium (x2) solide
- Acétates de sodium (x2) solide
- Formiates de potassium (x4) liquide
- Acétate de potassium (x4) liquide
- Produits à base de glycérol (x2) liquide

3. BESOINS DES GESTIONNAIRES et PARAMETRES ETUDIES

Climatologie locale

Typologie du réseau

Objectifs de qualité

Environnement

Moyens financiers

Etc.



Principe actif

Viscosité

Conductivité /pH

Diagramme de phases

Pouvoir fondant

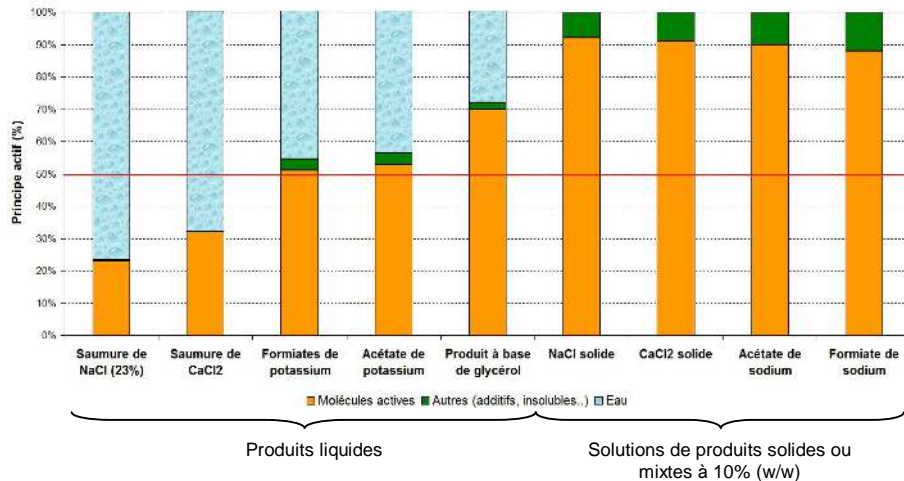
Demande en oxygène

Coût /dosage

Etc.

4. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Pourcentage en principe actif (%) [1]



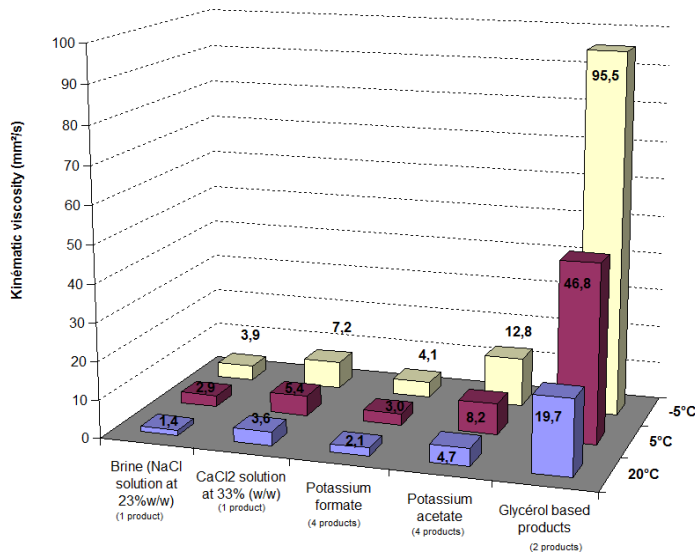
Délai d'action :

- Rapide pour les produits liquides et mixtes.
- Lent pour les produits solides (nécessité d'une durée d'hydratation)

Tenue sur les revêtements

- Bonne pour les produits liquides et mixtes : Enrobage des grains de NaCl par un produit liquide (NaCl+saumure) ou (NaCl+ Additif X)
- Produit solide : Élimination par le trafic et/ou le vent (épandage préventif).

Viscosité cinématique des produits liquides à différentes températures (NF EN ISO 3104)



Variation d'adhérence

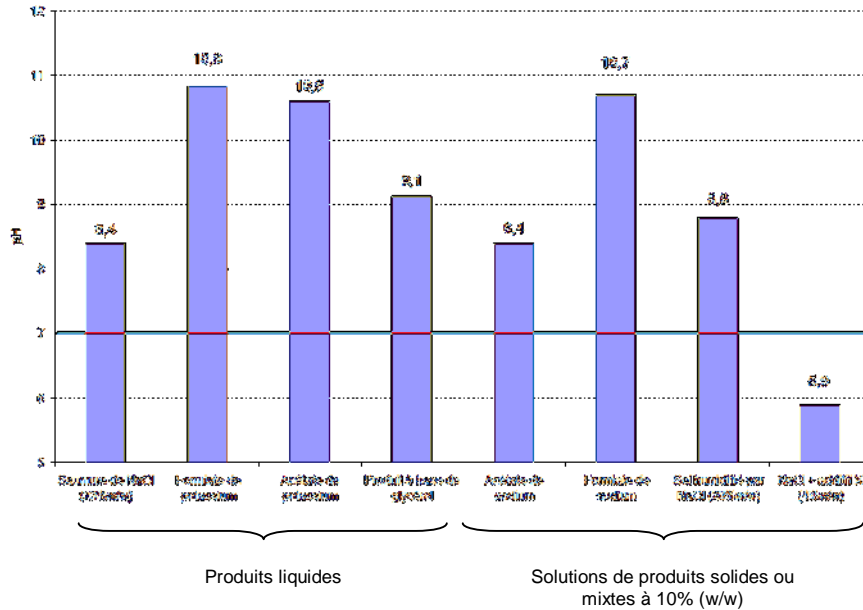
- Risque de baisse du niveau d'adhérence pour les produits visqueux à faible température (produits liquides ou en solution).
- Produits les plus constants => zones à rigueur hivernale les plus contrastées.
- Réalisation de tests sur des surfaces spécifiques avant utilisation (pavé, bois...).



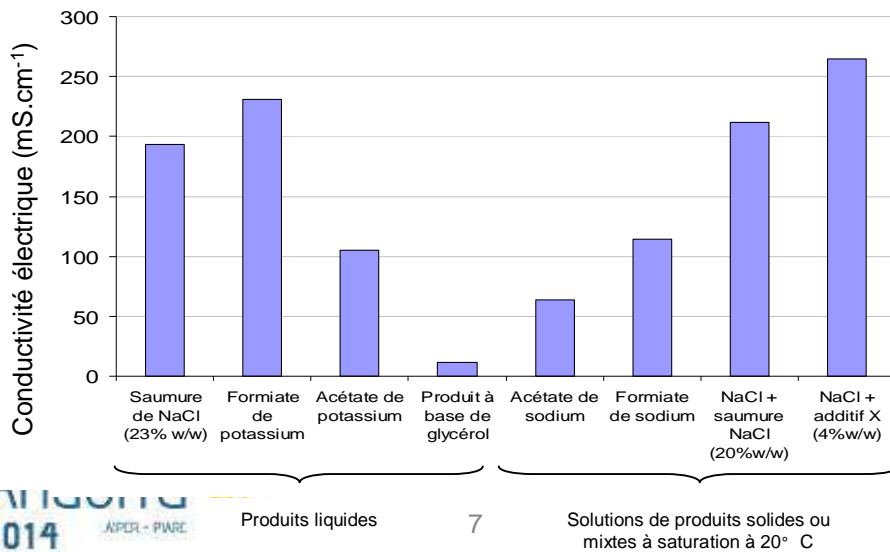
<http://www.ville-chateaufort.fr>

4. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

pH des produits commercialisés (NF T 90-008)



Conductivité électrique (NF EN 27 888)



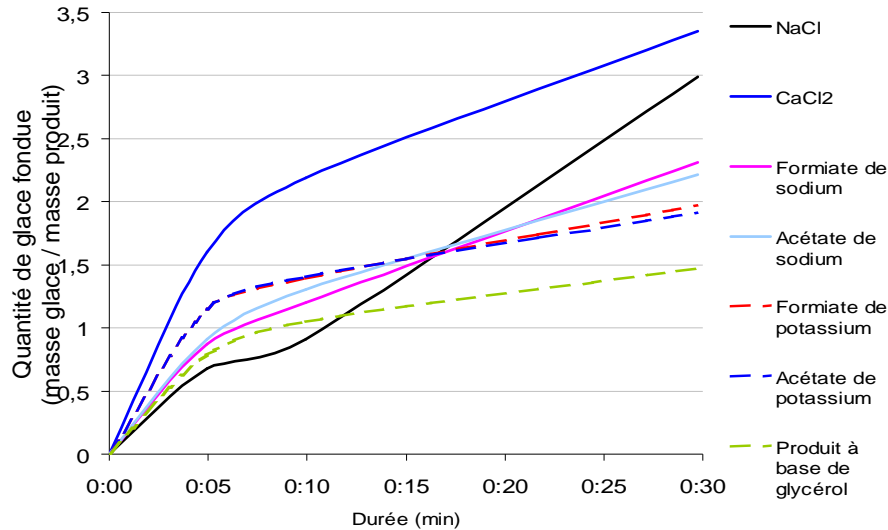
Corrosivité

- Produit mixte: forte influence de l'additif X sur le pH et la conductivité.
- Présence d'inhibiteurs de corrosion dans les acétates et formiates
- Zones à forte sensibilité électrique => produits à faible conductivité et pH
- Réaliser des tests préalables de comptabilité (corrosion) sur les matériaux des infrastructures



5. PERFORMANCES

Capacité de fusion de la glace (-5° C, 5g)
(AMS 1431-1435- AIR 610)



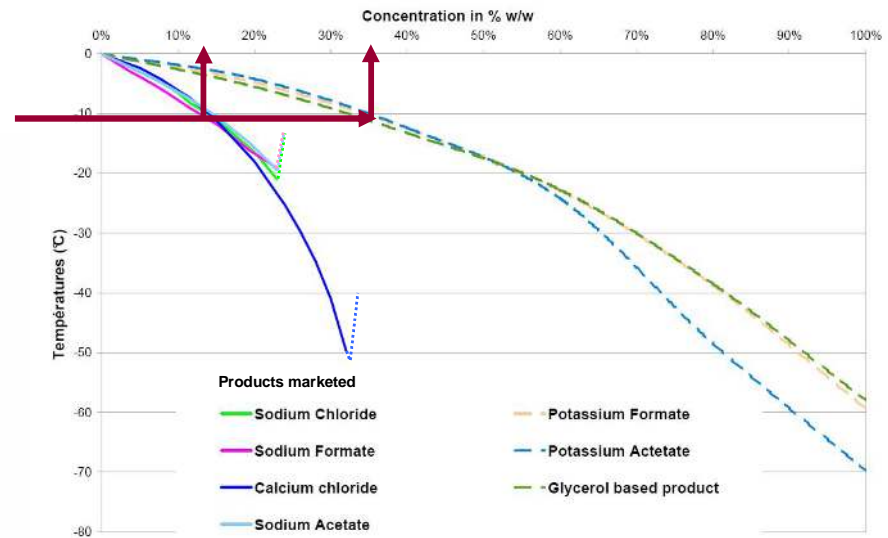
Dosages

- Comportement identique pour tous les produits solides (sauf CaCl2)
- Produit à base de glycérol: température de congélation à concentration maximale < KF et KNa (transitions de phase multiples)
- Quantités à appliquer globalement doublées pour les produits liquides (à température et quantité d'eau donnée)
- Forte dilution des produits liquides

Durabilité / efficacité

- Importante pour les produits solides ou mixtes
- Faible pour les produits liquides (dilution rapide)

Courbes de congélation des produits commercialisés [2]



6. CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

Demande chimique en oxygène (DCO)

⇒ Charge organique totale

$$DCO_{formiate} < DCO_{Additive} < DCO_{acetate} < DCO_{glycérol}$$

Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

⇒ Quantité d'oxygène nécessaire au micro-organismes pour biodégrader la charge organique totale en 5 jours

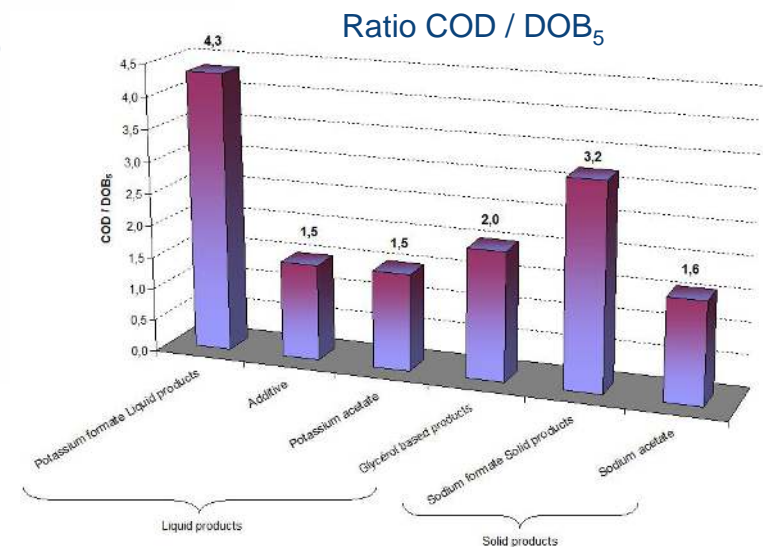
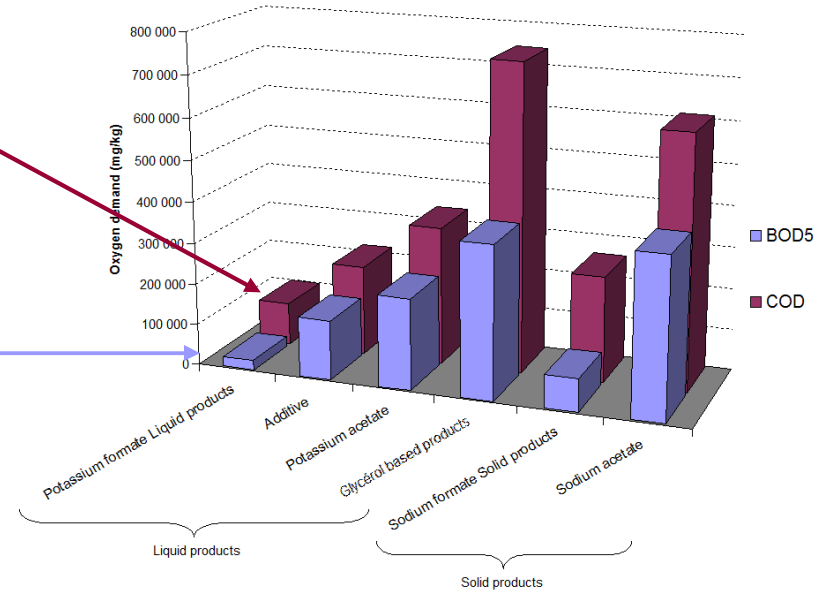
DBO₅ élevée: risque d'asphyxie de l'environnement

Ratio DCO/ DBO₅: Paramètre de biodégradation

$$\frac{DCO}{DCO_5} \text{ (formiate)} > \frac{DCO}{DCO_5} \text{ (glycérol)} > \frac{DCO}{DCO_5} \text{ (acétate)} > \frac{DCO}{DCO_5} \text{ (additif)}$$

⇒ DCO/ DBO₅ à analyser plus en détails

Demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅) et demande chimique en oxygène (DCO) (NF T 90-101 & NF EN 1899-1)



6. CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

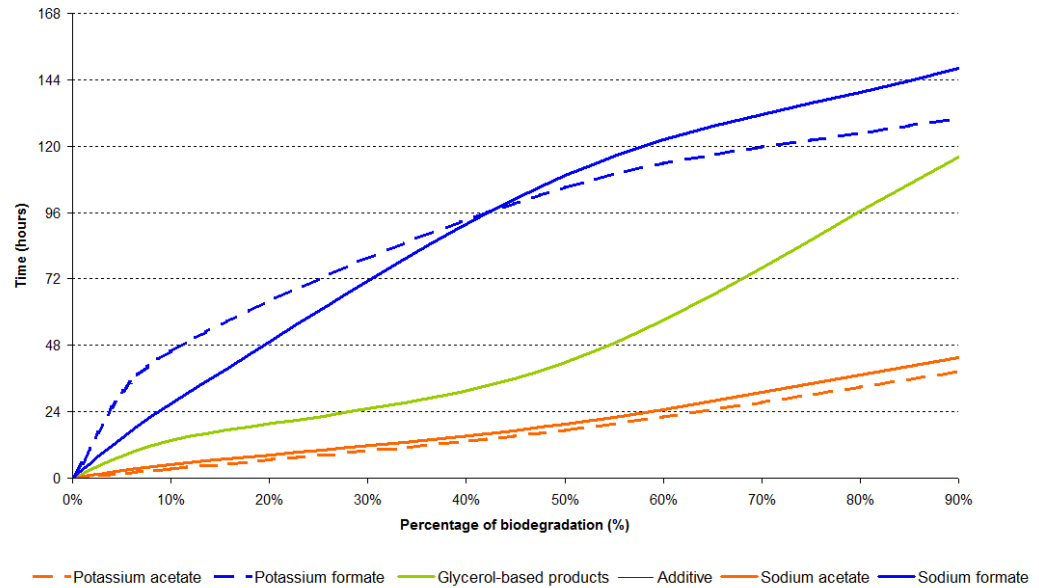
Durée de biodégradation

⇒ Choix du produit en fonction des exigences environnementales et réglementations locales

Systèmes capables de gérer des effluents sur de longues périodes (bassins de rétention...)

Système de traitement des eaux avec oxygénation (collecte et traitement des eaux pluviales,...)

Durée de biodégradation à 20°C



➤ Produits avec une biodégradation lente, faible DCO et DBO₅ (faible risque d'asphyxie du milieu)

➤ Produits avec DCO et DBO₅ élevées et biodégradation rapide



7. CONCLUSION

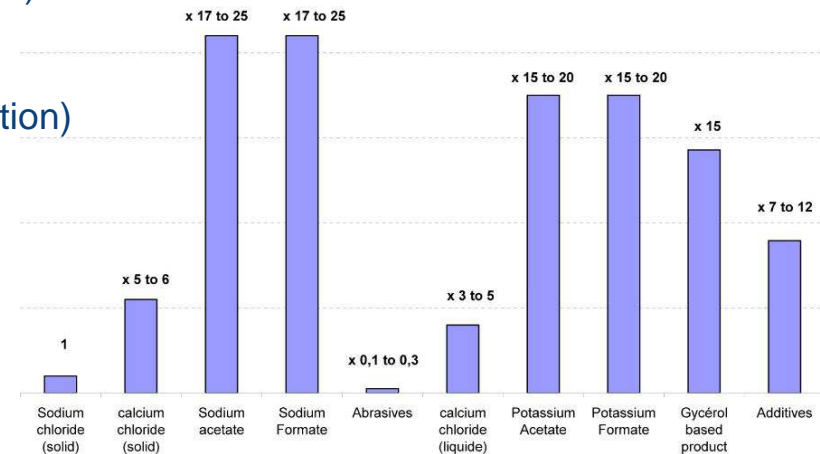
Trouver un produit de substitution au NaCl nécessite de définir préalablement de nombreux aspects...

... et d'autres considérations

- Coût d'achat
- Consignes de dosage (20 g/m² → 150 g/m²)
- Conditions de stockage et d'épandage
- Risques et protection des utilisateurs
- Durée de vie
- Cycle de vie du produit (de l'élaboration à l'élimination)
- Disponibilité du produit
- Changement des pratiques (adaptation de l'organisation)
- Etc.



Comparaison des coûts d'achat estimés sur le marché français (2010-2013)

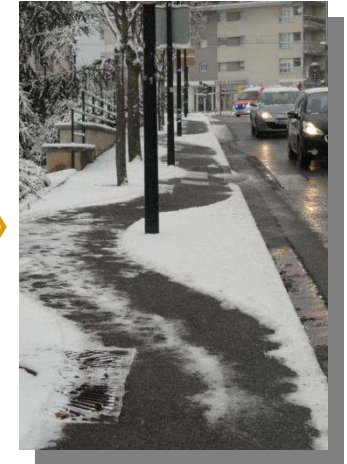
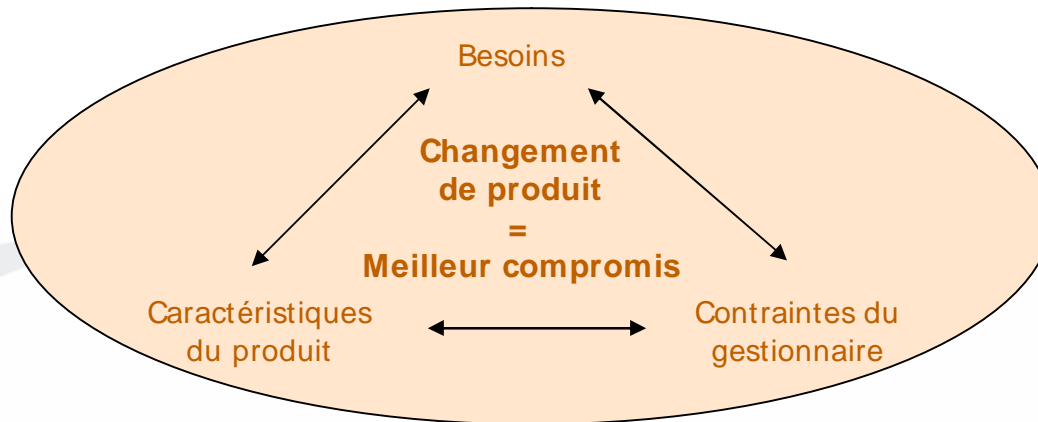


7. CONCLUSION

Échantillon représentatif des produits du marché français, mais non exhaustif

Il n'existe pas de formulation idéale ni de produit « miracle »

Le choix résulte d'un compromis entre



Certains produits destinés à des besoins spécifiques: traitement des ouvrages d'art, entrée et sortie des tunnels, routes et voiries spécifiques (pistes cyclables, trottoirs, ...)

Merci de votre attention

Contact:

stephanie.poissonnier@cerema.fr