

Restitution des résultats de l'ORSI « DEDIR »
du Dimensionnement à l'Entretien Durable des Infrastructures Routières
IFSTTAR Nantes - 17 mai 2018

**Recherches: Gestion de l'entretien
par optimisation de l'efficacité sous
budget contraint**

Pierre Hankach
Ifsttar

Plan

- **Gestion de l'entretien par optimisation de l'efficacité sous budget contraint**
- **Outil de simulation pour la recherche: réseau routier virtuel**

Plan

- **Gestion de l'entretien par optimisation de l'efficacité sous budget contraint**
- Outil de simulation pour la recherche: réseau routier virtuel

Aide à la gestion: quel objectif?

Assister les maîtres d'ouvrage pour atteindre leurs objectifs de performance sous budget contraint

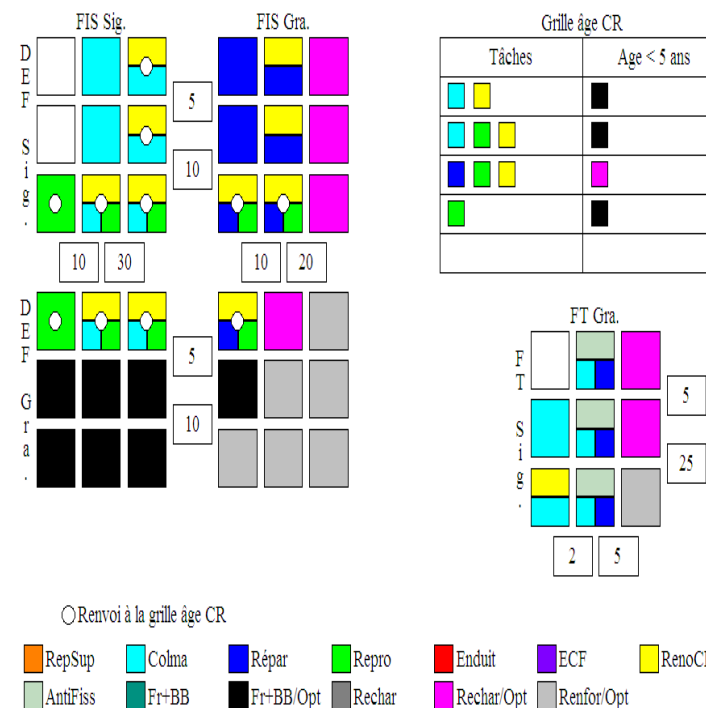


Quelle programmation de l'entretien pour les prochaines années?

Programmation des travaux par stratégie d'entretien

- Deux composantes principales du système:
 - Mise en place et application d'une stratégie d'entretien pour calculer les travaux nécessaires
 - Lois d'évolution des indicateurs pour prédire l'état futur du réseau
- Priorisation des projets d'entretien pour respecter le budget

Chaussée Souple - Stratégie STR RRN/GLAT



Stratégie d'entretien: travaux en fonction des indicateurs

Programmation des travaux par stratégie d'entretien

- **Limitations:**

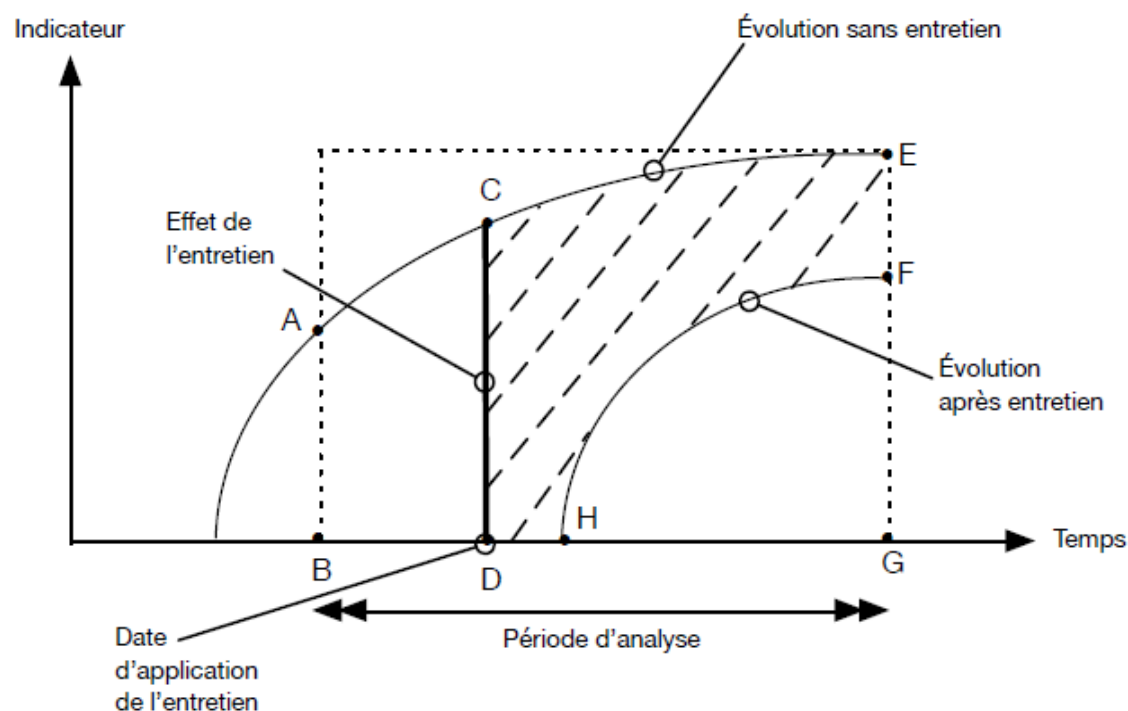
- la définition d'une stratégie nécessite l'intervention d'un expert (étape de paramétrage longue)
- La programmation n'aboutit pas forcément à la solution optimale
 - le système étant orienté par la stratégie de l'expert, toutes les solutions possibles ne sont pas explorées
 - Il est donc possible d'obtenir une meilleure condition du réseau avec le même budget.

Programmation des travaux par optimisation de l'efficacité

- **Principe:**
 - Maximisation de l'efficacité mesurée par le gain observé sur les valeurs des indicateurs.
 - satisfaction de contraintes techniques, de budget, de condition.
- **Toutes les solutions possibles sont explorées !**
 - Grande complexité de calcul
- **Défis:**
 - Modélisation adéquate
 - Algorithmes de résolution adaptés

Programmation des travaux par optimisation de l'efficacité

Le gain est représenté par la surface entre la courbe représentant l'évolution de l'indicateur sans travaux et celle obtenue si des travaux sont réalisés



Effet technique d'un entretien:

$$e_k = \frac{\text{Aire intérieure CDHFEC}}{\text{Aire intérieure ABGEA}}$$

Ensemble des indicateurs:

$$\frac{\sum_k \lambda_k e_k}{\sum_k \lambda_k}$$

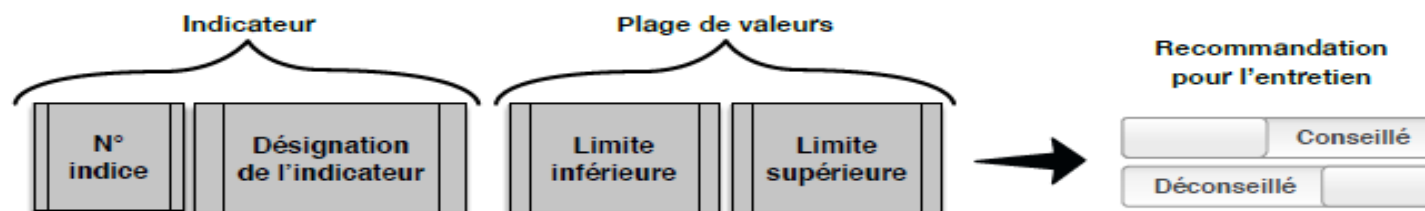
Programmation des travaux par optimisation de l'efficacité

Contraintes:

- Les contraintes techniques valident l'applicabilité d'un type de travaux (traitement) :
 - un traitement est appliqué s'il est considéré pertinent par rapport à la valeur d'au moins un indicateur
 - et non déconseillé par rapport aux valeurs des autres indicateurs.
- Les contraintes de coût assurent le respect et la bonne répartition du budget.
- Les contraintes de condition imposent les seuils minimaux à respecter.

Programmation des travaux par optimisation de l'efficacité

- Contraintes techniques d'applicabilité d'un traitement



- Exemple

Séquence	Indicateur	Limites (%) de la plage		Recommandation
		inférieure	supérieure	
Renforcement	Fissuration	0	20	Déconseillé
		20	100	Conseillé
	Déformation	0	15	Déconseillé
		20	100	Conseillé
BBTM	Fissuration	0	20	Conseillé
		60	100	Déconseillé
	Déformation	0	10	Conseillé
		30	100	Déconseillé

Programmation des travaux par optimisation de l'efficacité

- **Modélisation**

- **Problèmes de satisfaction de contraintes**

- Paradigme issu du domaine de l'intelligence artificielle pour résoudre des problèmes à forte combinatoire
 - $X = \{X_1 ; X_2 ; \dots ; X_n\}$ est l'ensemble des variables du problème ;
 - D est la fonction qui associe à chaque variable X_i son domaine $D(X_i)$, c'est-à-dire l'ensemble des valeurs que peut prendre X_i ;
 - $C = \{C_1 ; C_2 ; \dots ; C_k\}$ est l'ensemble des contraintes. Chaque contrainte C_j est une relation entre certaines variables de X , restreignant les valeurs que peuvent prendre simultanément ces variables.

- **Problème d'affectation**

- problème classique de recherche opérationnelle et d'optimisation combinatoire

Programmation des travaux par optimisation de l'efficacité

- **Avantages**

- algorithmes et solveurs avec des performances de calcul optimisées sont fournis et prêts à l'emploi
- processus de modélisation et de résolution algorithmique séparés, améliorant ainsi la maintenabilité du système
- efficacité pour résoudre les problèmes combinatoires difficiles

Plan

- Gestion de l'entretien par optimisation de l'efficacité sous budget contraint
- **Outil de simulation pour la recherche: réseau routier virtuel**

Qu'est-ce qu'un RRV?

- **Un réseau routier virtuel est une base de données routière comportant :**
 - Une liste de routes ;
 - Un référentiel de localisation;
 - Un ensemble de données décrivant la nature et l'état des routes et de leurs sollicitations.
- **Un Réseau Routier Virtuel (RRV), représente un réseau réel en reproduisant ses caractéristiques, tout en le complétant en attribuant des valeurs plausibles aux données manquantes ou douteuses.**

Pourquoi en a-t-on besoin?

- **Bases de données routières**
 - des données essentielles sont manquantes ou imprécises.
- **Applications**
 - Simulation complète de la gestion d'un réseau
 - Comparaison de stratégies d'entretien
 - Comparaison de système d'aide à la décision pour la gestion des réseaux

Comment construire un RRV?

- Règles de construction pour représenter fidèlement un réseau réel:
 - La constitution du réseau est comparable à celle d'un réseau réel ;
 - En se basant sur des distributions qui reflètent la réalité
 - Les routes sont divisées en segments homogènes en caractéristique de sol;
 - Chaque route est divisée en segments homogènes en trafic;
 - Les longueurs des chantiers de construction sont fixées;
 - la structure qui est construite résulte de l'examen des caractéristiques de sols et du trafic, comme c'est le cas dans une démarche de dimensionnement classique

Merci de votre attention

Pierre Hankach
Ifsttar - Nantes
Pierre.hankach@ifsttar.fr