

Gestion de l'entretien des routes

Évaluation de la répartition de la charge du trafic grâce à la Localisation Automatique de Véhicule (AVL)

B. Ólafsson
Icelandic Roads Administration
bjorn.olafsson@vegagerdin.is

Résumé :

C'est en procédant à des mesures de résistance aux charges que l'on obtient des informations sur la capacité portante d'un tronçon routier déterminé à un moment donné. C'est-à-dire que l'on calcule la charge de trafic et d'essieu que le tronçon routier en question est capable de supporter, par exemple pendant les 20 prochaines années. Les résultats donnés par les gelmètres fournissent aussi des informations supplémentaires sur les variations de la capacité portante de chaque tronçon routier.

Il est important de pouvoir collecter de manière simple les meilleures informations sur la répartition des charges exercées par le trafic sur le réseau routier, cela rendrait possible un planning plus efficace pour les nouvelles constructions, les travaux d'entretien et de services, ainsi qu'une meilleure gestion des limitations de poids des véhicules lors qu'elles s'avèrent nécessaires pendant les périodes de dégel.

Un système a été mis au point dans lequel le trafic des poids lourds est analysé et trié au moyen de l'analyse d'activité et des techniques numériques de transcription afin d'évaluer et calculer la charge exercée sur le réseau routier. Les tâches comprennent l'analyse des données recueillies (bases de données), les processus d'analyse et de calcul, le traitement et l'interprétation des données, leur transmission et leur stockage, ainsi que diverses autres composantes relatives à l'exécution du projet/de la tâche en question.

1. Origines du projet :

La méthodologie ici décrite est essentiellement prévue pour les routes dont la capacité portante est limitée et le trafic relativement peu important ("Routes à faible volume"). Il devient de plus en plus nécessaire d'obtenir des informations sur le degré adéquat de capacité portante et la dégradation structurale que le trafic occasionne au réseau routier. Les données fournies par les compteurs routiers et les compteurs catégoriels de trafic donnent une information déterminée sur certaines parties du réseau routier.

Il est important de pouvoir recueillir, aisément, automatiquement et sans complications superflues, des données valides et fiables sur la répartition de la capacité portante du réseau routier. Les données recueillies sont alors mises en regard de la capacité portante mesurée, permettant d'évaluer la durée de vie de la route ou du tronçon de route en question pour la hiérarchisation des tâches, ce qui donne plus d'efficacité à l'élaboration raisonnée des projets de constructions nouvelles, d'entretien et de services, ainsi qu'une meilleure gestion des limites de charge obligées pendant les périodes de dégel.

2. Le projet :

L'idée est de fonder la Taxe d'Usager Routier, du moins en ce qui concerne les poids lourds, à la fois sur les relevés odométriques de distance parcourue et sur la localisation GPS des temps et positions. Pour satisfaire au respect de la vie privée, il est important de faire la distinction d'une part entre les informations nécessaires pour le prélèvement des taxes dues pour l'utilisation du tronçon routier à un moment donné et le montant de cette taxe, et d'autre part l'information dont ont besoin les services routiers, c.-à-d. l'information sur l'impact subi par la route à tel moment et tel endroit.

Un système a été mis au point dans lequel le trafic des poids lourds est analysé et trié au moyen de l'analyse d'activité et des techniques numériques de transcription afin d'évaluer et calculer la charge exercée sur la chaussée. Participent à la constitution de ce modèle l'analyse des données recueillies (bases de données), les processus d'analyse et de calcul, le traitement et l'interprétation des données, leur transmission et leur stockage, ainsi que diverses autres composantes relatives à l'exécution du projet/de la tâche en question.

3. Mise en œuvre du projet :

3.1. Recueil de données par AVL :

En plus de la perception électronique du péage pour la distance parcourue, l'installation de l'équipement d'enregistrement d'activité (équipement AVL, localisation automatique de véhicule) dans les véhicules concernés ouvre de nouvelles possibilités pour le calcul des charges exercées par le trafic sur les routes et les effets de détérioration sur tous les tronçons routiers empruntés par ces véhicules. Les gros véhicules du type poids lourd sont déterminants, leur impact y étant le plus important, et ils fourniront indéniablement l'essentiel de ces données.

Dans un projet expérimental, le Service Public des Ponts et Chaussées d'Islande (SPPC, l'acronyme anglais étant ICERA) utilise un dispositif à bord d'un véhicule (On Board Unit, OBU) pour apporter une solution commune à ces impératifs en traitant à bord la redevance de l'usager de la route et l'évaluation de la charge exercée sur la route.

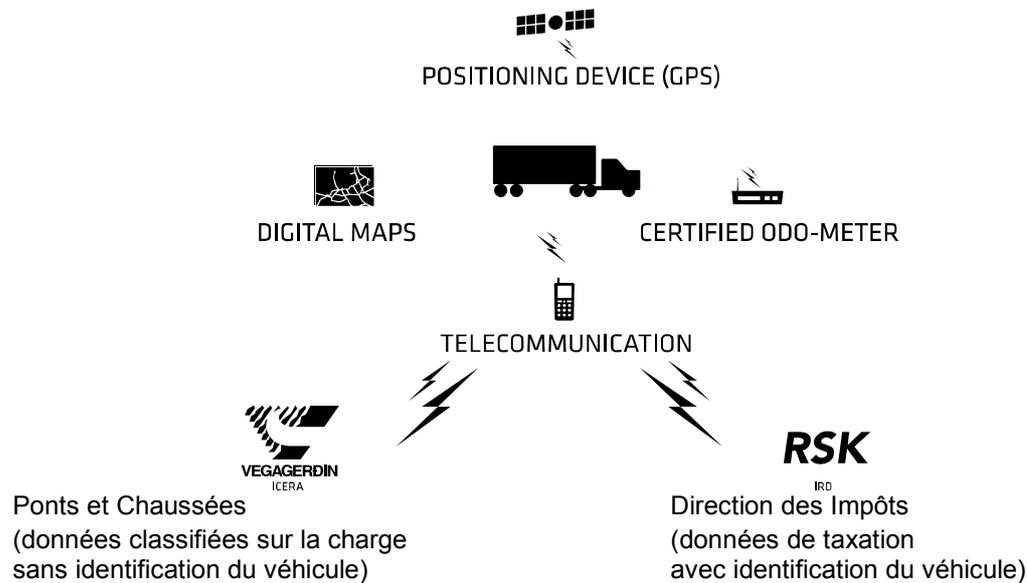
La technologie de repérage avec des applications topologiques donne la possibilité de calculer la redevance de l'usager, le charge exercée sur la route et d'évaluer le taux de détérioration pour chaque route. L'objectif à atteindre est de réunir recueil et traitement des données en une seule unité, en évacuant la collecte centrale du repérage de véhicules – et en se conformant ainsi à la clause de respect de la vie privée.

Récapitulatifs et relevés quotidiens sont extraits, les uns étant acheminés vers la Direction des Impôts (où nous envoyons les données de taxation avec l'identification du véhicule) et les autres vers le Service des Ponts et Chaussées (comprenant les données classifiées sur la charge exercée sur la route, mais excluant l'identité du véhicule) – des données anonymes par conséquent.

L'information concernant la taxation et la détérioration structurale est basée sur des équivalents d'essieux (équivalents d'essieux de 10 tonnes) et une charge totale maximale. Le

Le fondement de cette évaluation est le degré d'innocuité envers la route de chaque véhicule ou catégorie de véhicule.

Le concept du dispositif combiné à bord du véhicule (OBU) est le suivant : collecte de données pour imposer l'usager routier, et enregistrement de l'impact subi et du kilométrage sans empiéter sur la vie privée. C'est un concept topologique, avec traitement des données lié au kilométrage à l'intérieur de l'OBU.



1. Prélèvement des taxes d'usager routier et évaluation de l'impact sur la route.[1]

Récapitulatifs et relevés quotidiens sont extraits, les uns étant acheminés vers la Direction des Impôts (données de taxation avec l'identification du véhicule) et les autres vers le Service des Ponts et Chaussées (données classifiées sur la charge exercée sur la route, sans l'identité du véhicule).

Des prolongements et calculs ultérieurs sont envisageables, incluant des redevances supplémentaires, en fonction de facteurs tels que temps et position, taille du véhicule et pollution causée par lui.

Le diagramme montre l'idée directrice du concept de recueil des données, comment le flux de données et la manipulation de données s'inscrivent dans un procédé de taxation des usagers routiers et un système de mesure de l'impact subi par le réseau routier.

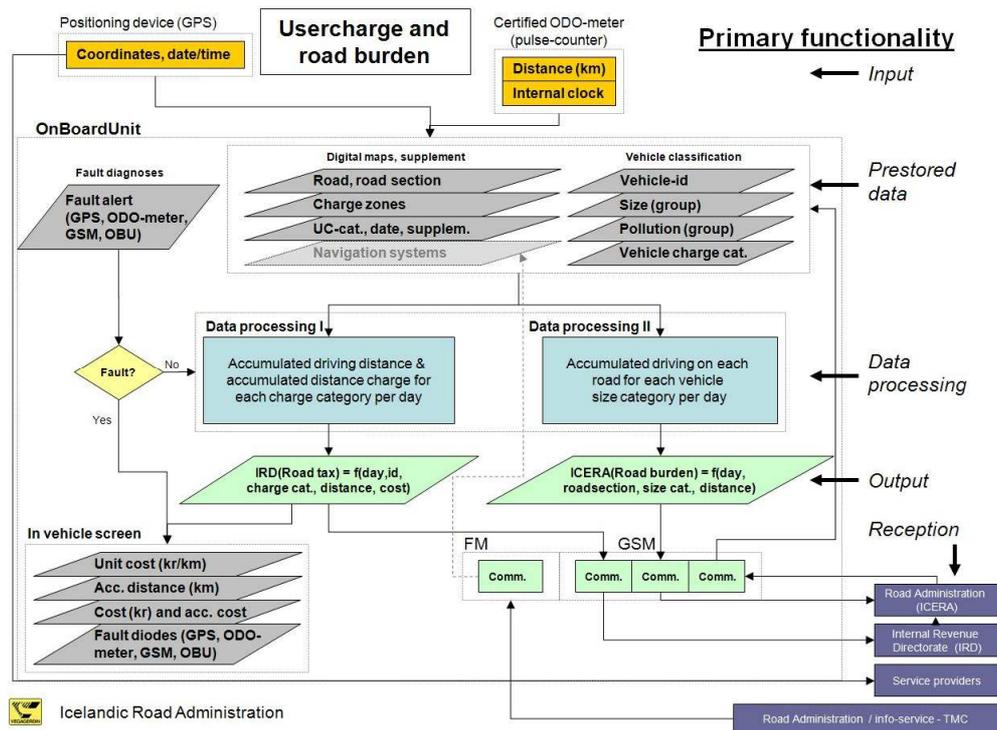


Figure 2 – Concept de recueil de données. [1]

3.2. Impact sur la route :

La loi de la puissance quatrième nous donne le facteur d'équivalence de charge (LEF).

$$LEF = (k_{at} \times k_{as} \times k_{wt} \times k_{tp} \times k_{st} \times P/10)^4$$

k_{at} :Effet du type d'essieu (essieux simples=1,00, essieux tandem=0,60, essieux triples=0,45)

k_{as} :Effet de l'espacement des essieux(espace entre les essieux > 1,3 >> essieu simple, $k_{as}=1,0$)

k_{wt} :Effet du type de roue (pneu double =1,00, pneu simple normal =1,30)

k_{tp} :Effet de la pression des pneus (8 bars, pression de 116 PSI,répartition rectiligne de la charge, $k_{tp}= 1$)

k_{st} : Effet du type de suspension (Traditionnelle = 1,0. Complément/air = 0,95)

L'équivalent d'essieu de 10 tonnes (Classification Euro-class, EUR 13) est calculé pour différentes catégories de véhicules avec des charges, configurations et espacement d'essieux différents.

From the Fourth Power Law we have the Load Equivalency Factor [3, 2]:

Road burden

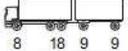
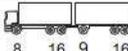
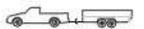
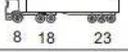
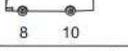
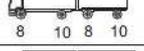
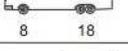
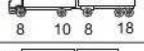
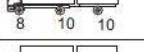
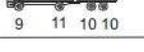
| Vehicle Classification Table GR03-EUR13 | | 10 t ekv.*1 axleload trad/air suspension. | Max total weight t. | Vehicle Classification Table GR03-EUR13 | | 10 t ekv.*1 axleload trad/air suspension. | Max total weight t. | | | |
|--|---|---|--|--|---|--|--|--|--|---------|
| 1 | Car, Light Van |  | 0,0002 | 6 | Rigid 3-Axle HGV & 2-Axle Drawbar Trailer |  8 18 9 9 | 3,8/3,1 | 44 t. | | |
| | Light Goods Vehicle (LGV) |  | 0,0052 | | Rigid 3-Axle HGV & 3-Axle Drawbar Trailer |  8 16 9 16 | 3,5/2,9 | 49 t. | | |
| | Car/LGV & 1-Axle Caravan/Trailer |  | 0,0032 | | 7 | Artic. 2-Axle Tractor & 1-Axle Semi-Trailer |  8 10 10 | 3,2/2,6 | 28 t. | |
| | Car/LGV & 2-Axle Caravan/Trailer |  | 0,016 | | | 8 | Artic. 2-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer |  8 10 20 | 4,2/3,5 | 38 t. |
| 2 | Rigid 2-Axle Truck (HGV) |  8 10 | 2,1/1,8 | 18 t. | 9 | Artic. 2-Axle Tractor & 3-Axle Semi-Trailer |  7 10 23 | 2,8/2,3 | 40 t. | |
| | 3 | Rigid 3-Axle Truck (HGV) |  7 7 7 | 1,6/1,3 | | 21 t. | 10 | Artic. 3-Axle Tractor & 1-Axle Semi-Trailer |  8 18 10 | 3,5/2,9 |
| Rigid 3-Axle Truck (HGV) | |  8 18 | 2,5/2,1 | 26 t. | Artic. 3-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer |  8 18 18 | | 3,9/3,2 | 44 t. | |
| 4 | Rigid 4-Axle Truck (HGV) |  7 7 18 | 2,7/2,2 | 32 t. | 11 | Artic. 3-Axle Tractor & 3-Axle Semi-Trailer |  8 18 23 | 3,7/3,0 | 49 t. | |
| | Rigid 4-Axle Truck (HGV) |  8 24 | 2,5/2,1 | 32 t. | | 12 | Bus or Coach 2-Axes |  8 10 | 2,2/1,8 | 18 t. |
| 5 | Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Drawbar Trailer |  8 10 8 10 | 3,6/2,9 | 36 t. | Bus or Coach 3-Axes | |  8 18 | 2,5/2,1 | 26 t. | |
| | Rigid 2-Axle Truck & 3-Axle Drawbar Trailer |  8 10 8 18 | 3,9/3,2 | 44 t. | 13 | | Vehicle With 7 or more Axles |  | | |
| | Rigid 2-Axle Truck & 1-Axle Caravan/Trailer |  8 10 10 | 3,2/2,6 | 28 t. | | | Vehicle not Classified above | | | |
| | Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Caravan/Trailer |  9 11 10 10 | 5,3/4,4 | 40 t. | | | | | | |

Figure 3 – Classification des véhicules et de l'impact sur la route.

*1 Facteur d'équivalence de charge (LEF) prov. de publ. N° 66, Distress and damage factors for flexible pavements, Norwegian Road Research Laboratory 1992. [3]

Essieux simples, doubles pneus, suspension traditionnelle/air, pression de 8 bars, répartition égale de charge (OECD Road Research Group 1983).

Chaque véhicule d'un type donné, avec une configuration et un espacement d'essieux donnés, avec un équivalent d'essieu de 10 tonnes (Classification Euro-class) calculé, et qui emprunte un tronçon routier déterminé, fournit automatiquement sur son trajet des données grâce à un système de télécommunication : les informations sont de cette manière recueillies/accumulées sur la totalité des équivalents d'essieu de 10 tonnes qui utilisent cette route pendant une période déterminée.

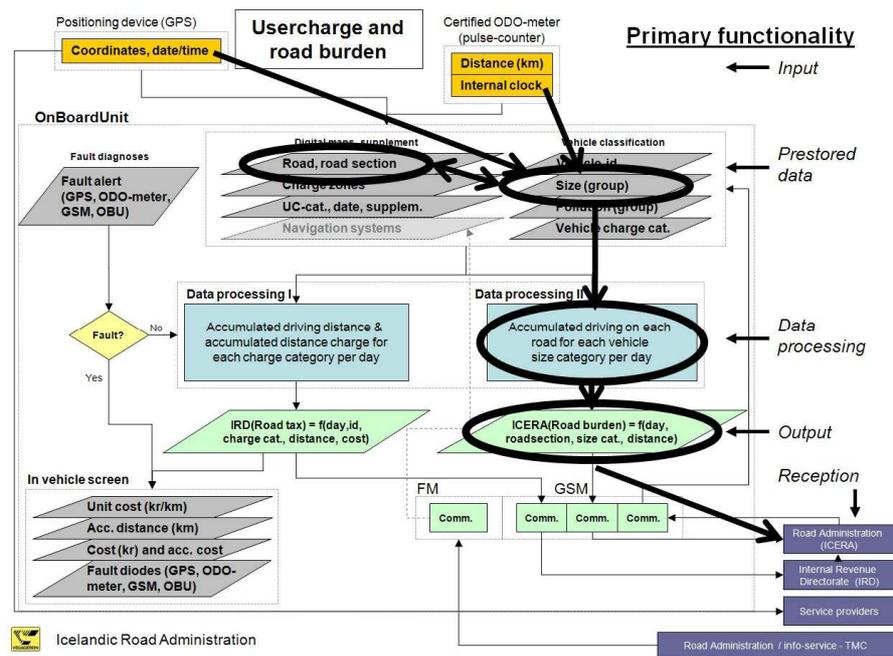


Figure 4 – Impact sur la route, recueil des données et flux de données [1]

3.3. Mesures de capacité portante à l'aide de FWD

Les mesures de capacité portante à l'aide d'un déflectomètre à masse tombante (FWD, Falling Weight Deflectometer) fournissent des informations sur la capacité portante de tronçons routiers individuels à tout moment donné, c.-à-d. que nous calculons pour le tronçon en question la quantité de charge de trafic et de charge d'essieu qu'il peut supporter, par exemple pendant les 20 années à venir.

Des outils spéciaux pour mesurer la profondeur du gel fournissent également des informations supplémentaires sur la capacité portante variable de chaque tronçon d'une période à une autre.

Les critères de calcul sont les suivants :

$$E_{dim}(\text{Mpa}) = 110p / (f_0 \times (f_0 - f_{20}))^{0,5}$$

p = pression de charge du FWD

f_0 = au milieu de la surface d'application de la charge

f_{20} = déflexion à 20 cm du centre de la surface d'application de la charge

$$\text{Capacité de charge (tonnes)} = 11 \times (E_{dim} / 200)^{0,6} \times (50 / \text{AADT-hv})^{0,072}$$

(AADT–hv = Annual Average Daily Traffic (Trafic quotidien moyen annuel) de poids lourds dans les deux directions pendant la première année

Pour AADT–hv = 200:

$$\text{Capacité portante (tonnes)} = 11 \times (E_{dim} / 200)^{0,6} \times 0,25^{0,072}$$

$$= 11 \times (110p / (f_0 \times (f_0 - f_{20}))^{0,5} / 200)^{0,6} \times 0,25^{0,072} = 7 \times p^{0,6} / (f_0 - (f_0 - f_{20}))^{0,03}$$

Par une évaluation commune de la capacité portante de tronçons routiers individuels et de l'impact du trafic sur ces mêmes tronçons, nous pouvons, en faisant des calculs, obtenir une évaluation approximative de la durée de vie restante des tronçons concernés.

4. Calcul :

Il existe de nombreuses méthodes pour la conception structurelle des routes. Ce projet est basé sur la méthodologie norvégienne selon laquelle le nombre de poids lourds est indiqué par des valeurs de N, c.-à-d. le nombre d'équivalents d'essieu de 10 t pour une période déterminée de conception.

Le diagramme ci-dessous indique la durée de vie approximative de la route en question, qui a été calculée sur la base des résultats du déflectomètre à masse tombante et de la méthodologie norvégienne.

Le cadre de référence du déflecteur à masse tombante est de 200 poids lourds par jour, deux voies et un accroissement de trafic de 4 % pendant la période de conception.

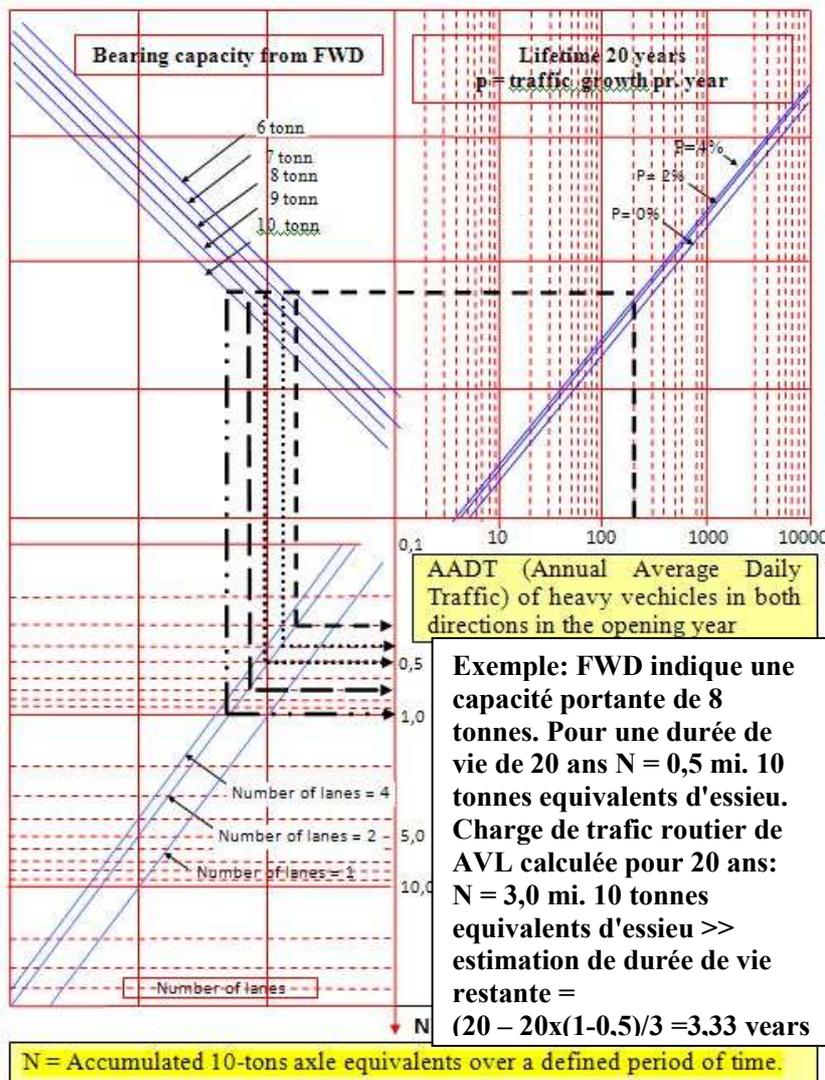


Figure 5 - Quantité d'équivalents d'essieu de 10 tonnes pendant une période déterminée de conception.[4]

Si nous récapitulons ceci pour différents résultats de FWD et un impact de trafic différent, nous obtenons un tableau intégral pour une durée de vie ou de service différente jusqu'à la reconstruction de la route.

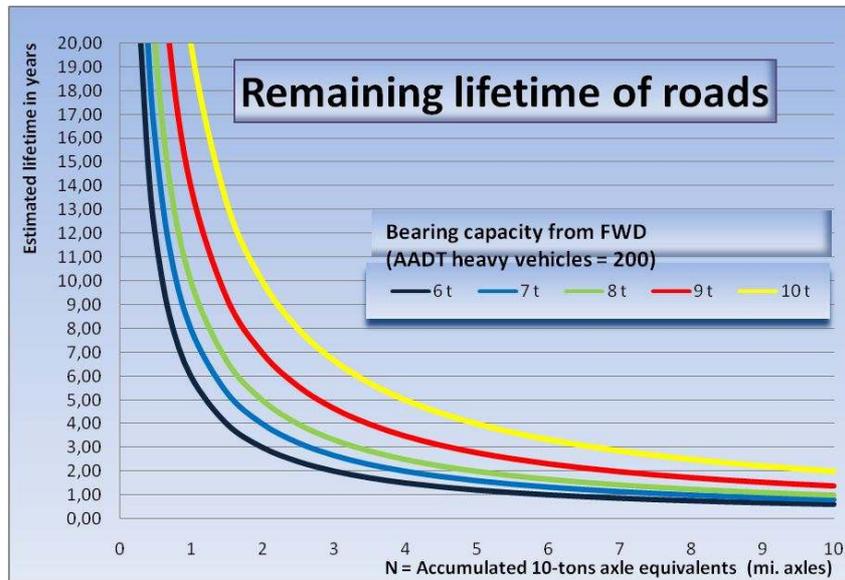


Figure 6 – Durée de vie restante des routes.

L'information concernant cette durée de vie ainsi évaluée et la projection de l'impact du trafic sur les tronçons individuels fournit une meilleure base quand il faut prendre des décisions quant à la hiérarchisation des tâches et la programmation de la gestion, de l'entretien et/ou les besoins de rénovation du réseau routier.

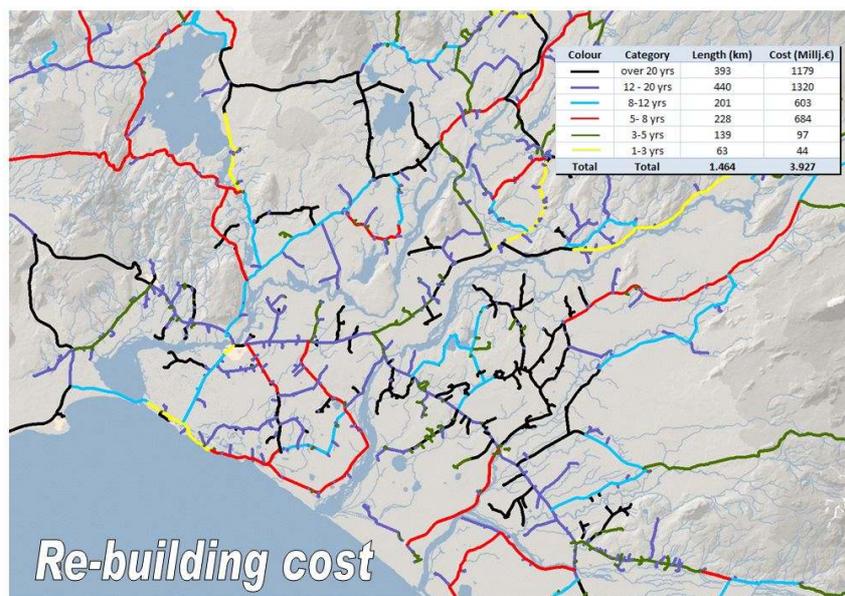


Figure 7 – Coût de reconstruction.

5. Récapitulation :

Il est prévu de prélever des Taxes d'Usager Routier, du moins en ce qui concerne les poids lourds, pour la distance parcourue, basée sur le relevé odométrique et la technologie de localisation par GPS qui détermine le lieu et le temps de position/taxation. Une partie de l'information obtenue de ces poids lourds peut être utilisée par les Ponts et Chaussées tout en se conformant à la clause de respect de la vie privée, c.-à-d. qu'ils peuvent accumuler des données anonymes sur les modes d'utilisation par les poids lourds de tout tronçon routier à tout moment donné.

En traitant les données anonymes ainsi obtenues automatiquement des poids lourds en circulation, et en les combinant avec la capacité portante de la route évaluée, nous sommes à même de déduire grosso modo la durée de vie de service restante de la route ou du tronçon routier en question. Le traitement de ces données nous permet simultanément de mieux hiérarchiser les tâches envisagées et de mieux programmer la construction, l'entretien et les services pour l'ensemble du réseau routier.

Références :

1. Pungaálag reiknað út frá ferilgreiningu. Björn Ólafsson, Vegagerdin (ICERA) 2007.
2. Publikasjon nr. 75: Bedre utnyttelse av vegens bæreevne, Veglaboratoriet, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Norge 1994.
3. Publication nr. 66: Distress and damage factors for flexible pavements, Norwegian Road Research Laboratory, Directorate of Public Roads 1992.
4. Handbok 018, Vegdirektoratet, Norge 2005.