



**HAL**  
open science

# Modélisation des flux de Transport de Matières Dangereuses et Estimation des risques

Fabrice Hasiak

► **To cite this version:**

Fabrice Hasiak. Modélisation des flux de Transport de Matières Dangereuses et Estimation des risques. La modélisation des flux au service de l'aménagement urbain, Jun 2012, Lille, France. <hal-01739732>

**HAL Id: hal-01739732**

**<https://hal.science/hal-01739732v1>**

Submitted on 21 Mar 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## **MODÉLISATION DES FLUX DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES ET ESTIMATION DES RISQUES**

Fabrice Hasiak

*Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement Nord Picardie (CETE NP) - Pôle de Compétence et d'Innovation « Connaissance et analyses croisées des mobilités », Lille, France*

**Résumé:** La prévention des risques et les modalités d'intervention en situation de crise dans le domaine du Transport de Matières Dangereuses (TMD) sont des enjeux importants sur lesquels les services de l'Etat et des collectivités locales souhaitent se construire une connaissance, un discours et des critères d'aide à la décision dans les documents de planification. Le CETE Nord-Picardie s'est vu confier récemment plusieurs études dont l'objectif principal était de disposer d'une connaissance fine du TMD et du risque lié à ce type de transport sur la région Nord Pas-de-Calais. Ces études bien que menées à une échelle régionale prennent en compte les zones urbaines pour l'estimation des flux TMD et des risques. Face à l'émergence de ces problématiques et devant le manque criant de données, l'auteur a développé des méthodes innovantes de recueil de données, de modélisation des flux TMD et d'estimation des risques qui y sont liés.

Cet article s'appuie sur plusieurs recherches menées sur la région Nord Pas-de-Calais ([CETE NP 2008b], [CETE NP 2008c]).

**English summary** : Risk prevention in the Dangerous Goods Transport (DGT) and procedures for intervention in a crisis situation are important stakes. The government and local authorities need an extensive knowledge base on this field to prepare planning documents. CETE Nord-Picardie have recently done several studies on this subject. The main objective was to have a detailed knowledge of the DGT on local or regional scale as well as the risks incurred by those transports. The author have developped methods of data collection, of DGT modeling and of risk assessment associated with it as a response to the lack of data information and to the increase of these transport problems. This paper is based on studies led by the author.

**Dangerous goods estimation generated in an area (survey and modelling): Example on the area of Lens, Arras and Bethune in northern France.**

Because of the limited data available on DGT, a survey by mail and telephone interviews was done with the companies which potentially generate dangerous goods: companies subject to authorisation (ICPE: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) and several companies not classified ICPE as cold storage plants, hypermarkets, hospitals, printing companies, ... but which could receive or send dangerous goods.

Altogether 181 companies were surveyed. In this process survey, petrol stations were not surveyed directly, because they were too many of them. The quantities of dangerous goods received by the petrol stations are estimated by data provided by the fuel depots from northern France. Many companies didn't answer to the questionnaires on the DGT, so we had to estimate thier DGT generation to have a more accurate vision on the area. Missing flows were estimated by modeling based on available data. Statistical data analysis allowed to show that a dangerous goods generation, changed significantly between the type of companies. For example, one chemical company (Seveso company in France) receives 476 tons of DG per year and per employee and sends 132 tons (respectively 47 lorries / year / employee and 8 lorries/year/employee). Petrol stations were not investigated because there were too many of them. Although they only account for a mere 8% of the companies, the Seveso sites generate the greatest proportion of dangerous goods (67.5%). Petrol stations also generate a large volume of DG (19.3%). Other ICPE represent 10.7% of the generation of DG. Finally, other companies (that is to say, the companies identified as potentially generating DG: cold storage plants, hypermarkets, hospitals, printing companies...) only generate 2.5% of DG. These results show that focusing on only the Seveso companies and petrol stations, we can estimate 87% of the generation of DG on an area.

**Estimation of dangerous goods movement : Example of dangerous goods flow on the inland waterways**

The inland waterway operators (unlike other goods transport modes) have data on movement of goods: the data is very accurate and thorough. It comes from boatmen's freight declarations. We know precisely the docks where goods are loaded and unloaded, volumes, types and flow by origin and destination. The reconstitution of

itineraries was made using modelling software traditionally used for the reconstitution of road traffic (EMME2 software). The assignment process of OD matrix flow of goods on the inland waterways is based on the "shortest path" between two points. However, to take into account sections of the network that are more navigable than others, and to avoid the assignment of goods traffic on inappropriate routes, the network has been hierarchised to give encourage the use of wide-gauge waterways.

### **Risk assessment of the dangerous goods transport with a qualitative approach**

First risk assessment results in hazard assessment and vulnerability assessment of the territories crossed by DGT. Then, these two vectors are cross-referenced to determine the risk of the DGT. In studies conducted by CETE NP, hazard and vulnerability were determined on a grid of territories studied (150 meters squares on a grid). Each square was classified qualitatively (6 classes), firstly according to the degree of importance of the hazard, and secondly according to the degree of importance of the vulnerability. So the degree of risk is determined by the combination of these two elements.

### **Better control of the risk of dangerous goods transport**

<b>A few examples of actions to reduce or control the DGT risk</b>
establish a route map for the DGT to guide the flows towards low-risk areas.
increase road marking in high-risk areas to reinforce safety of sites crossed by the DGT
encourage companies generating DGT to establish around modal junctions (road, rail, waterway)
create DGT parking in with low risk areas
rank level crossings according to their DGT risk level (as a supplement to the current classification of the dangerous level crossings)
ensure the local (municipal) regulations are consistent, and appear coherent to carriers
integrate DGT routes into the logic of company establishment and urbanisation of territories
have a follow-up of flows and the accidents / incidents involving DGT
identify high risk sectors which can be used for crisis exercises and organise emergency services specialised in accidents involving DGT (setting-up of equipments to optimise intervention time).

## **1 Une faible connaissance générale des flux TMD : une vision souvent partielle et des données en nombre très limité... un domaine encore peu défriché**

Une des raisons majeurs de l'absence de prise en compte de la thématique des flux et des risques TMD dans les documents de planification est liée au défaut de connaissance du sujet [CETE NP 2008], au peu de données disponibles sur les flux (les flux routiers et ferrés en particulier) [BLANCHER 2003] ou aux manques d'exploitations réalisées des bases existantes (les flux fluviaux).

### **1.1 Les flux sur le réseau fluvial : des données assez bien connues et fines sur les Origines/Destinations mais assez peu exploitées**

Le fichier des Voies Navigables de France (VNF 2000) fournit des statistiques sur les trafics des voies navigables intérieures, pour les transports nationaux et internationaux de marchandises, pour compte d'autrui ou pour compte propre, sous pavillon français ou étranger. Cette base de données comprend l'ensemble des trafics sur chaque section du réseau fluvial et au niveau de chaque port ou quai de chargement/déchargement (par Origine / Destination). Les données peuvent être détaillées selon la nature et la quantité de la marchandise transportée (suivant la nomenclature NST). Elle est annuelle et exhaustive. Concernant la connaissance spécifique des matières dangereuses, le principal inconvénient est que l'information disponible sur la nature de la marchandise ne permet pas de faire de lien direct avec son caractère de dangerosité ni avec la classe de danger correspondante, le cas échéant. Un travail préalable et fastidieux, est nécessaire pour identifier dans la base les marchandises qui relèvent de produits dangereux.

### **1.2 Les flux sur le réseau ferré : peu de données mises à disposition**

Pour des raisons souvent d'ordre commercial, la SNCF se refuse à fournir des données précises (gare à gare) sur les types de marchandises transportées et sur les flux circulant sur le réseau ferré. Les seules données disponibles proviennent de la base Sitram qui ne fournit que des flux de région à région sans pouvoir descendre à un niveau plus fin et par grandes classes de produits sans pouvoir distinguer de façon précise les produits dangereux de ceux qui ne le sont pas.

### **1.3 Les flux sur la route : des données existent mais elles ne permettent pas complètement de se faire une idée précise des flux**

C'est sur la route que les flux TMD sont les plus difficiles à appréhender. En effet, compte tenu de la multiplicité des points de départ (ou d'arrivée) des flux (au contraire des modes fluvial ou ferré pour lesquels les générateurs de flux sont les quais ou les gares en nombre finalement plutôt limité), et des itinéraires possibles au vu du maillage du réseau routier, il est difficile, par les seules données existantes (données Sitram, enquêtes OD et comptages en particulier), d'estimer les flux TMD empruntant la route.

Pour pallier ce manque de données, une enquête menée auprès des générateurs de MD permet d'avoir une vision plus objective des flux générés. Précisons toutefois que ce type d'enquête ne peut être réalisé que sur des territoires restreints et ne permet pas d'appréhender les flux en transit.

## **2 Estimation de la génération de Matières Dangereuses sur un territoire par enquête et modélisation : l'exemple de Lens, Béthune et Arras**

Dans le cadre d'une étude réalisée sur les arrondissements de Lens, Béthune et Arras pour le compte de la DDE62, une enquête a été menée auprès des établissements potentiellement générateurs de MD. Cette enquête a été réalisée en 2007, par questionnaires administrés par voie postale et par entretiens téléphoniques.

### **2.1 Quels établissements enquêter ?**

« *Quels sont ou quels peuvent être les entreprises/établissements qui génèrent des flux de MD ?* ». De manière intuitive, le premier réflexe de réponse à cette question est d'estimer que les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) génèrent la majorité des flux de matière dangereuse. Toutefois, aucune étude actuelle n'apporte des éléments pour objectiver ce point de vue. Dans le cadre de l'étude, il a été décidé d'intégrer un certain nombre d'entreprises non soumis à déclaration ou autorisation, pour vérifier qu'elles génèrent ou non du TMD : des entrepôts frigorifiques, des hypermarchés, des cliniques/hôpitaux, des imprimeries, des entreprises sidérurgiques... Au total ce sont 181 entreprises localisées dans le périmètre d'étude qui ont été choisies (77 ICPE dont 25 sites Seveso et 104 non ICPE). A cette liste, ont été ajoutés également les principaux dépôts pétroliers situés dans la région et alimentant les stations services du périmètre. Ainsi 7 dépôts pétroliers extérieurs ont été intégrés.

Dans cette démarche d'enquête, les stations services n'ont pas été directement enquêtées car trop nombreuses (plus de 150). La connaissance de la génération des flux de MD des stations service est déterminée à partir des informations fournies par les fournisseurs, à savoir les dépôts pétroliers de la région.

### **2.2 Modélisation de la génération de MD des Non-Répondants**

Un certain nombre d'entreprises n'ayant pas répondu aux questionnaires sur les TMD, il a été nécessaire d'estimer les flux générés par ces entreprises de manière à disposer d'une vision, non pas partielle, mais globale sur le périmètre d'étude. Pour ce faire, les flux manquants ont été reconstitués à partir des données connues par un processus de modélisation. L'analyse statistique des données disponibles pour chaque établissement enquêté a permis de mettre en évidence une génération de MD par an, différenciée significativement suivant le type d'établissement et dépendante du nombre de salariés y travaillant (cette méthode fait référence à la méthodologie développée par le Laboratoire d'Economie des Transports de Lyon dans le domaine du Transport de Marchandises en Ville [TMV 2007] qui s'appuie sur la nature des établissements et sur les effectifs salariés). A titre d'exemple, un établissement du type Seveso et dont l'activité principale est la chimie génère en approvisionnement 476 tonnes de MD par an et par salarié et 132 tonnes en expédition (respectivement 47 PL/an/salarié et 8 PL).

### Quelques résultats chiffrés sur les MD générées sur Lens-Béthune-Arras

Au total (hors flux de transit par rapport au périmètre), les entreprises et stations services du périmètre Lens-Béthune-Arras ont généré en 2007 plus de 2.600.000 tonnes de MD. Bien que ne représentant que 8% des établissements, les sites Seveso génèrent la plus grande majorité des flux de MD : 67.5%. Les stations services génèrent également un volume de MD important avec 19.3% des tonnages. Les autres ICPE (hors Seveso et hors stations services) représentent 10.7% des tonnages MD générés. Enfin, les autres établissements (c'est-à-dire les établissements identifiés comme potentiellement générateurs de MD) ne génèrent que 2.5% des tonnes MD. Ces résultats montrent qu'en ne ciblant que les sites Seveso et les stations services, on est capable d'estimer 87% de la génération de MD, et que les autres établissements ICPE ou non, même en nombre important ne génèrent finalement qu'une part minime des MD.

Plus de 60% des produits transportés relèvent de la classe de danger 3 (liquides inflammables). En second lieu, viennent les produits de classe 2 (le transport de gaz) avec 10% des produits transportés.

### 3 Modélisation des flux de MD en circulation sur la route et sur le réseau fluvial

#### 3.1 Les flux routiers de TMD ([CETE NP 2008c])

La reconstitution des trafics journalier TMD sur la route suit les étapes suivantes :

- a) **Étape de reconstitution de la demande TMD par enquêtes et modélisation** (*d'où viennent les flux MD en approvisionnement, où sont expédiées les MD générées ?*). Cette reconstitution de la demande TMD s'appuie sur :
  - Une enquête auprès des entreprises génératrices de MD comme décrit précédemment.
  - Une modélisation de la génération MD et des OD des « Non-répondants » à partir des données des « Répondants » comme décrit précédemment.
  - Les enquêtes OD routières disponibles pour estimer les OD en transit par rapport au périmètre d'étude (flux non connus par les enquêtes ci-dessus).
  - Les comptages TMD disponibles pour caler notamment les flux de transit sur les grandes infrastructures routières comme les autoroutes.
- b) **Étape de description de l'offre routière** : chaque tronçon de voirie doit faire l'objet d'une description fine (type de voie, capacité, longueur des tronçons, vitesse à vide...) de manière à pouvoir reconstituer les itinéraires.
- c) **Étape d'affectation des matrices de demande sur le réseau routier** : Les OD sont ensuite affectées sur le réseau routier modélisé. Le logiciel Emme2 [INRO 1998] a été utilisé à cette étape. Ce logiciel permet de reconstituer les trafics sur les axes routiers, à partir de matrices OD et d'un réseau modélisé.

### Quelques résultats sur la modélisation des flux MD sur la Route sur le périmètre de Lens-Béthune-Arras

La comparaison des flux de MD journaliers modélisés sur le réseau autoroutier du Pas-de-Calais, sur les secteurs de Lens-Béthune-Arras en particulier, avec les données observées à partir des comptages automatiques et manuels donne des écarts de l'ordre de +/-10%. Ces écarts sont très acceptables compte tenu des fluctuations de trafic pouvant exister au cours d'une semaine.

Environ 163.000 PL circulent chaque année sur le territoire de Lens-Béthune-Arras et dont l'origine ou la destination se situe sur ce périmètre. Le transit est estimé à 134.800 PL par an (environ 518 PL/jour). Le trafic TMD se trouve pour l'essentiel sur les grandes infrastructures routières, en particulier sur l'autoroute A1.

Certaines portions de route, en particulier les sections desservant de gros générateur de MD, peuvent connaître ponctuellement un fort trafic PL TMD.

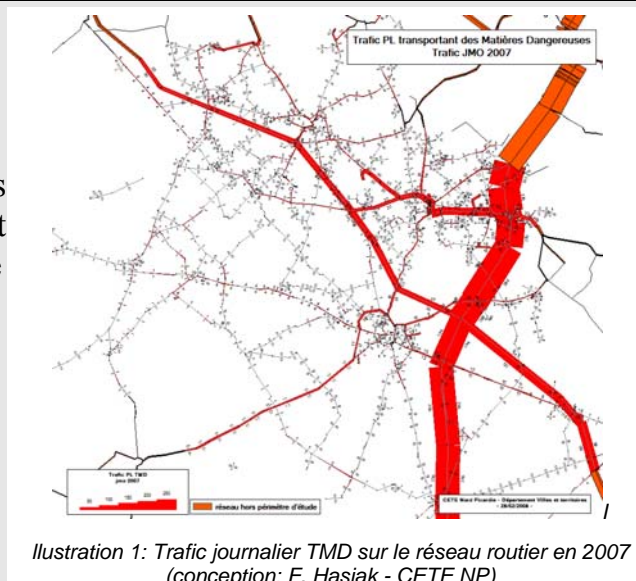


Illustration 1: Trafic journalier TMD sur le réseau routier en 2007 (conception: F. Hasiak - CETE NP)

### 3.2 Les flux TMD sur le réseau fluvial ([CETE NP 2008b])

Le transport de marchandises par voie fluviale (contrairement aux autres modes de transport de marchandises) bénéficie de données sur les flux très précises et surtout exhaustives. Les données sont issues des déclarations de chargement des bateliers. On peut connaître de manière précise les quais générant des marchandises, les volumes et nature de marchandises générées par quai, et les flux par OD.

La reconstitution des itinéraires (étape d'affectation) a été réalisée à l'aide d'outils de modélisation classiquement utilisés pour la reconstitution des trafics routiers (le logiciel Emme2 a été ici utilisé). Le principe d'affectation sur le réseau fluvial des matrices OD de flux de marchandises choisi est le principe du « plus court chemin » entre deux points. Toutefois, pour tenir compte des parties du réseau plus ou moins navigables et pour éviter d'affecter des trafics de marchandises sur des itinéraires peu probables, le réseau a été hiérarchisé de façon à donner plus de poids au grand gabarit. Compte tenu du faible maillage du réseau fluvial, ce principe est assez bien adapté.

## Quelques résultats sur les flux MD sur le réseau fluvial NPDC

Les matières dangereuses générées au niveau de la région Nord Pas-de-Calais représentent un peu plus de 11% de l'ensemble des marchandises transportées. En 2005, les MD représentent 1.286.700 tonnes (11 474 100 tonnes pour l'ensemble des marchandises).

Parmi les produits dangereux transportés par voie fluviale, les matières combustibles (classe danger 5.1) et les liquides inflammables (classe de danger 3) sont les plus nombreux, ces deux types de produits représentant respectivement 53% et 37%. Seule une dizaine de quais génère 80% des flux TMD. L'essentiel du trafic MD (2005) se trouve sur le canal à grand gabarit.



Illustration 2: Trafic MD sur le réseau fluvial du NPDC - tonnes 2005 (conception: F. Hasiak - CETE NP)

### 4 Estimation du risque TMD par une approche qualitative

Le Petit Robert définit le risque comme un « danger éventuel plus ou moins prévisible ». Cette formulation met explicitement en avant le double aspect du risque, à savoir : le caractère aléatoire d'un événement assorti de la menace (danger) qu'il représente. Ceci conduit à considérer le risque sous un double aspect :

**Risque = Aléa x Vulnérabilité**

- l'aléa correspond à la fréquence ou à la probabilité d'occurrence d'un événement d'intensité donnée (accident générant une explosion, un incendie, une pollution...);
- la vulnérabilité représente la gravité des conséquences de l'événement sur l'ensemble des entités exposées (vies humaines, richesses, environnement).

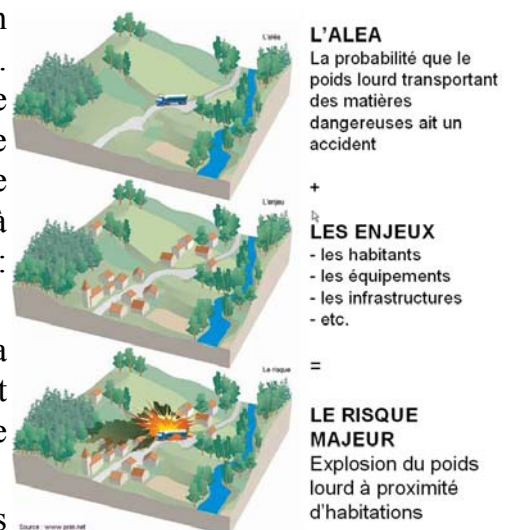


Illustration 3: Aléa x Enjeux = Risque

L'estimation du risque se traduit donc, dans un premier temps, par une estimation de l'aléa TMD et de la vulnérabilité des territoires traversés (et ce de manière indépendante), puis dans un second temps, par un croisement des deux vecteurs.

Dans le cadre des recherches menées par l'auteur, l'aléa et la vulnérabilité ont été déterminés sur la base d'un découpage du périmètre d'étude sous forme d'une grille de carreaux de 150m de côté. Chaque carreau a été classé qualitativement (6 classes) selon son degré d'importance (de nul à très fort) d'une part vis à vis de son niveau d'aléa et d'autre part vis à vis de la vulnérabilité. Le degré de risque est déterminé ensuite par croisement de ces deux données.

#### **4.1 Détermination de l'aléa**

Aléa Routier : Pour déterminer l'aléa du TMD routier, l'auteur a exploité les données disponibles sur l'accidentologie des PL sur la région Nord Pas-de-Calais. L'accidentologie ne concerne que les accidents corporels, ne disposant pas d'autres données. Il faut préciser également, que compte tenu du faible nombre d'accidents TMD (corporels), l'analyse de l'accidentologie pour estimer l'aléa du TMD routier s'appuie sur la totalité des accidents de PL. En confrontant les flux de trafic PL et TMD avec les lieux d'accidents des PL, on peut mettre en évidence que globalement, à trafic équivalent, les accidents sont moins fréquents sur les axes de type autoroutiers que sur les autres types de route. Il y a quasiment un rapport de 1 à 6 entre les accidents sur autoroutes et les accidents sur les autres routes. Pour déterminer l'aléa, les taux d'accidents obtenus suivant le type de route sont appliqués au volume de trafic TMD reconstitué sur chaque section du réseau routier.

Aléa fluvial : L'analyse de l'accidentologie sur le réseau fluvial a montré que les accidents de transport de marchandises étaient peu nombreux. Toutefois, même si le risque d'accident est faible, au travers des entretiens auprès des professionnels du transport par voie fluviale et des éclusiers, on peut déterminer une hiérarchisation des zones à risque. L'approche de l'aléa se veut, par conséquent, très qualitative. Elle se base sur les lieux dits « dangereux » en terme de navigation (au dire des praticiens de la navigation), et sur les flux (=volumes) de matières dangereuses par tronçon de navigation, l'hypothèse étant que plus les flux sont importants plus la probabilité d'avoir un accident est « élevée ». Pour ce qui est des lieux qualifiés de « dangereux » en terme de navigation, le passage des écluses est un point particulièrement sensible. Un autre point sensible est le passage de tunnel. Les autres points « dangereux » (mais d'un niveau inférieur aux premiers) sont : les passes réduites sous les ponts et les alternats. Pour apprécier le danger lié à l'infrastructure, chacun de ces points singuliers a été affecté d'un poids plus ou moins fort (allant de 1 à 5, 5 se rapportant aux points les plus sensibles). Outre l'aspect purement dangereux de ces lieux en terme de navigation et de risque d'accident, a été pris en compte, pour qualifier l'aléa, le niveau de trafic ; le principe étant que plus le trafic tous types et MD sont importants plus le risque est lui aussi important. Ainsi, par exemple, le passage d'une écluse sur une section à fort trafic impliquera un niveau d'aléa qualifié de très fort (toute proportion gardée vis à vis des accidents effectivement observés sur le réseau fluvial).

#### **4.2 Détermination des enjeux et de la vulnérabilité des secteurs traversés**

Pour déterminer la vulnérabilité des territoires traversés par la voie fluviale et la route, l'auteur s'est appuyé très largement sur la méthode ARAMIS développée par l'INERIS [INERIS 2004] dans le cadre d'un projet européen en 2004. Même si ce projet ne

concernait que les installations fixes, les principes méthodologiques pour le calcul de la vulnérabilité peuvent être appliqués aux risques du TMD. La méthode Aramis pour le calcul de la vulnérabilité prévoit de prendre en compte pour chaque type d'effet physique (surpression, flux thermique, toxicité, pollution liquide) les trois niveaux d'enjeux (les enjeux humains, les enjeux économiques et les enjeux environnementaux).

La vulnérabilité globale se décompose alors de la façon suivante :

- $V_{\text{globale}} = \alpha.VH + \beta.VE + \gamma.VM$  (où :  $VH = \text{vulnérabilité humaine}$ ,  $VE = \text{vulnérabilité environnementale}$ ,  $VM = \text{vulnérabilité matérielle}$ )

Les différentes pondérations s'obtiennent par un jugement d'experts. La formulation ainsi définie montre que la vulnérabilité globale est en grande majorité composée par la vulnérabilité humaine (environ 75%). Le facteur de vulnérabilité des cibles environnementales représente 20%, alors que la vulnérabilité matérielle représente 5% de la vulnérabilité globale. Compte tenu du poids donné à la vulnérabilité matérielle et afin de simplifier la démarche de calcul de la vulnérabilité, il a été décidé de ne pas prendre en compte les effets sur le « matériel » et de ne considérer que les effets sur l'humain et l'environnement.

Les facteurs quantitatifs relatifs aux cibles humaines et environnementales sont respectivement : la population présente (les personnes résidentes, mais aussi les personnes venant y travailler ou encore y faire leurs achats...) estimée à partir des données Insee et des données d'enquêtes ménages déplacements, et le trafic routier sur la zone considérée (chaque carreau de 150x150m) et les surfaces environnementales à enjeux (milieux naturels sensibles, champs captants, espaces naturels inventoriés ou protégés, zones de ressources en eau ou zones naturelles remarquables...).

### 4.3 Détermination du niveau de risque

Le risque est le croisement de l'aléa avec la vulnérabilité, qui au préalable ont été classés en 6 catégories chacun : de nul ou quasi nul (valeur 0) à TRES FORT (valeur 5). Le croisement par multiplication de ces deux paramètres conduit à donner une valeur au risque.

Cette valeur « quantitative » est ensuite affectée d'un niveau de risque d'ordre

qualitatif (6 niveaux). A titre d'exemple, un aléa TRES FORT croisé avec une vulnérabilité TRES FORT conduit à un risque TRES FORT.



Illustration 4: Exemple risque TMD routier (conception: F. Hasiak - CETE NP)

## 5 Pistes d'actions pour une meilleure maîtrise ou une diminution des risques TMD

L'analyse des risques liés au TMD montre que globalement les risques d'accidents pouvant conduire à des conséquences graves sur l'homme ou l'environnement sont plutôt faibles. Les accidents sur la voie d'eau sont quasi inexistantes et sur la route les accidents du TMD sont 3 fois moins nombreux que les accidents de PL et lorsqu'il y a un accident la matière dangereuse est rarement impactée. La réglementation très stricte sur le TMD explique très probablement ce faible niveau d'accident. Toutefois le risque zéro n'existe pas. Mais il est possible encore de réduire le risque TMD ou de le maîtriser.

<b>Exemples d'actions pour réduire ou maîtriser le risque TMD</b>
Élaborer de façon concertée un schéma d'itinéraires pour le TMD visant à orienter les flux sur les secteurs à faible risque.
Élaborer un plan de signalisation des zones à risque visant à renforcer la sécurité des sites traversés par le TMD
Créer des aires de stationnement TMD sur les secteurs à faible risque
Privilégier les implantations d'entreprises génératrices de TMD autour de nœuds modaux (route, fer, voie d'eau)
Hierarchiser les passages à niveau selon leur niveau de risque TMD (en complément de la classification actuelle des PN dangereux)
Assurer l'homogénéité des réglementations entre les communes pour rendre cohérente et lisible la réglementation vis à vis des transporteurs
Intégrer les itinéraires TMD dans la logique d'implantation des activités et de l'urbanisation du territoire
Disposer d'un suivi des flux et des accidents/incidents TMD
Identifier les secteurs à risque pouvant faire l'objet d'exercices de crise et organiser les services de secours spécialisés dans les accidents TMD (implantation du matériel de façon à optimiser les temps d'intervention sur site).

## Bibliographie

- [BLANCHER 2003] Philippe Blancher. *L'inscription de la gestion des risques liés aux transports de matières dangereuses dans les pratiques des acteurs de l'aménagement et de la gestion des territoires : ressources et réseaux de compétence et d'expérimentation*. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 2003
- [CETE NP 2008] CETE Nord Picardie. *Transport de matières dangereuses et risques. Etat de l'art et focus sur le Nord Pas-de-Calais*. Direction Départementale du Pas-de-Calais, Voies Navigables de France. 2008, 67 p.
- [CETE NP 2008b] CETE Nord Picardie. *Étude des risques liés au transport, stockage et à la manutention de matières dangereuses sur le réseau navigable du Nord Pas-de-Calais*. Voies Navigables de France. 2008, 135 p.
- [CETE NP 2008c] CETE Nord Picardie. *Transport de matières dangereuses et risque sur les arrondissements de Lens, Béthune et Arras. Etat des lieux, diagnostic et pistes d'actions*. Direction Départementale du Pas-de-Calais. 2008, 138 p.
- [DDE42 2005] Tiphaine DESPOUY. *Analyse géographique des risques liés aux TMD dans la Loire, Rapport de stage*. DDE42 / STI / TDP, 2005, 86 p.
- [DREIF 2006] : DREIF. *Étude sur la distribution des hydrocarbures en Ile-de-France*. 2006, 205 p.
- [INRO 1998] INRO Consultants Inc. *Emme/2 User's Manual Software Release 9*. 1998, 572 p.
- [GLATRON 1997] Sandrine Glatron. *L'évaluation des risques technologiques majeurs en milieu urbain : approche géographique ; le cas de la distribution des carburants dans la région Île-de-France*, thèse de doctorat en Géographie, université de Paris-I Panthéon-Sorbonne, UFR de Géographie, 393 pages, annexes, décembre 1997.
- [INERIS 2004] Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques - Direction des Risques Accidentels. *Développement d'une méthode intégrée d'analyse des risques pour la prévention des accidents majeurs – rapport final*. 2004, 108 p.
- [MTMD 1997] Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, Mission des Transports de Matières Dangereuses. *Statistiques accidents TMD en 1997*. 1997, 48 p.
- [TMV 2007] Transports de Marchandises en Ville - Enquêtes et résultats [en ligne]. Disponible sur: <http://www.transports-marchandises-en-ville.org/enquetes-et-resultats-r4.html> (consulté le 2007.06.01)