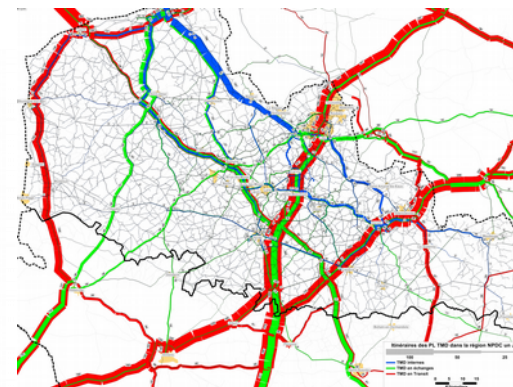
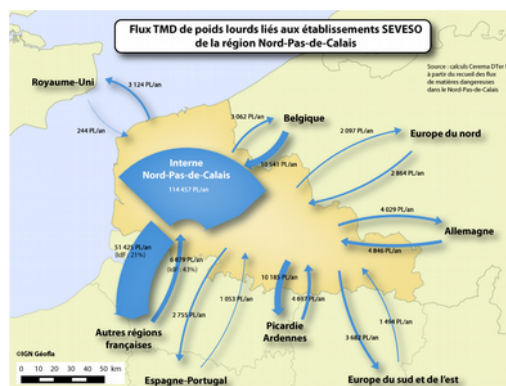




Mieux connaître les flux de Transport de Matières Dangereuses (TMD) pour mieux en maîtriser les risques



Fabrice Hasiak, Zogall Bertrand

CEREMA Direction Territoriale Nord Picardie, fabrice.hasiak@cerema.fr

2 rue de Bruxelles – 59019 Lille Cedex

Plan de la présentation

- Contexte et Objectifs de l'étude
- Que sait-on aujourd'hui des Matières Dangereuses ?
- Enquête et Modélisation des flux TMD
- Estimation du risque TMD
- Les pistes d'actions pour réduire le risque TMD



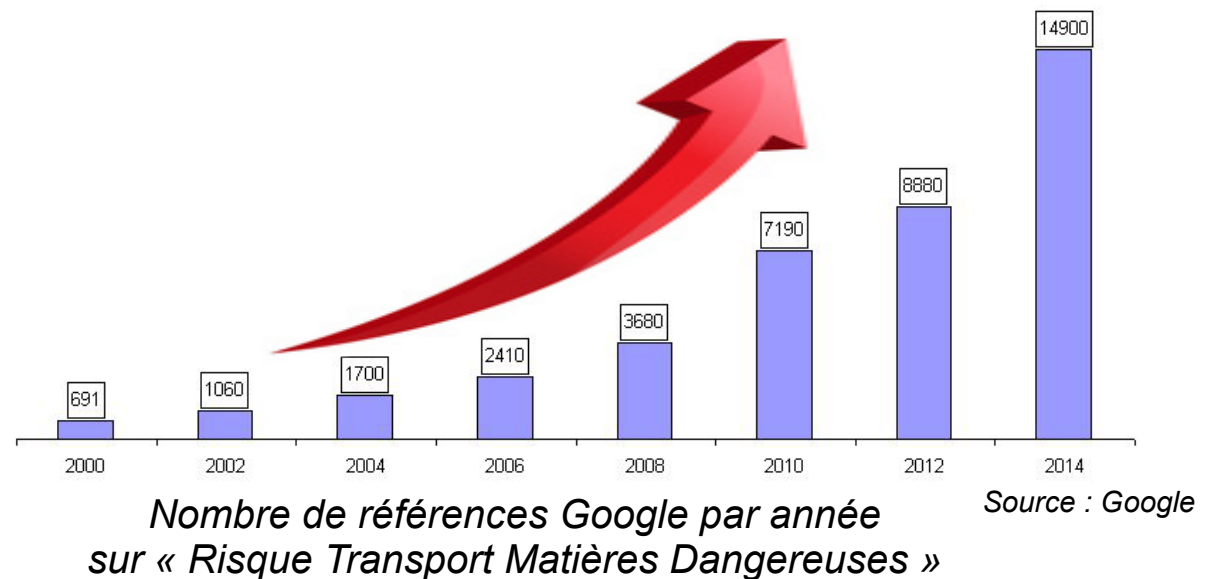
Contexte général du TMD

- Le TMD : un sujet de préoccupation qui prend de l'ampleur
 - probablement de plus en plus de flux MD en circulation (en lien avec la catastrophe AZF à Toulouse ?)
 - des accidents (rares) qui peuvent générer de graves conséquences humaines, environnementales et économiques

AZF Toulouse 2001



Tianjin 2015

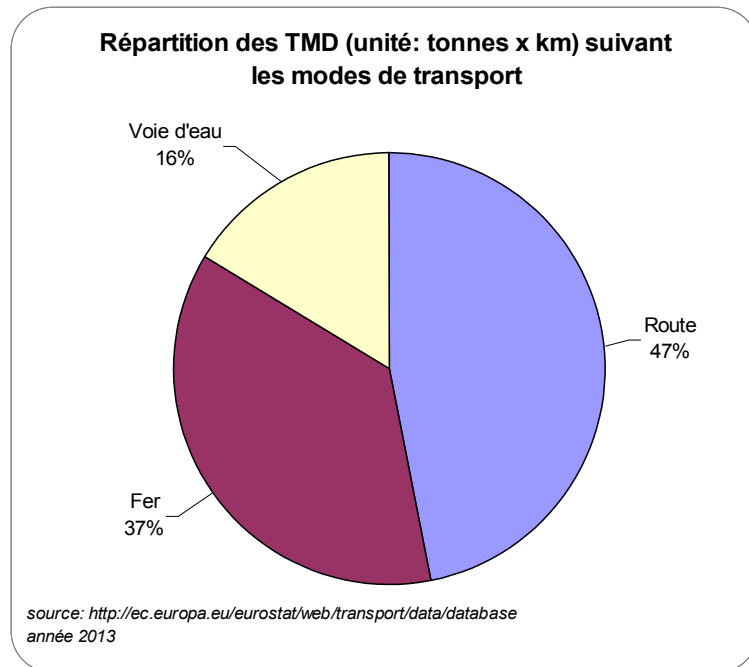




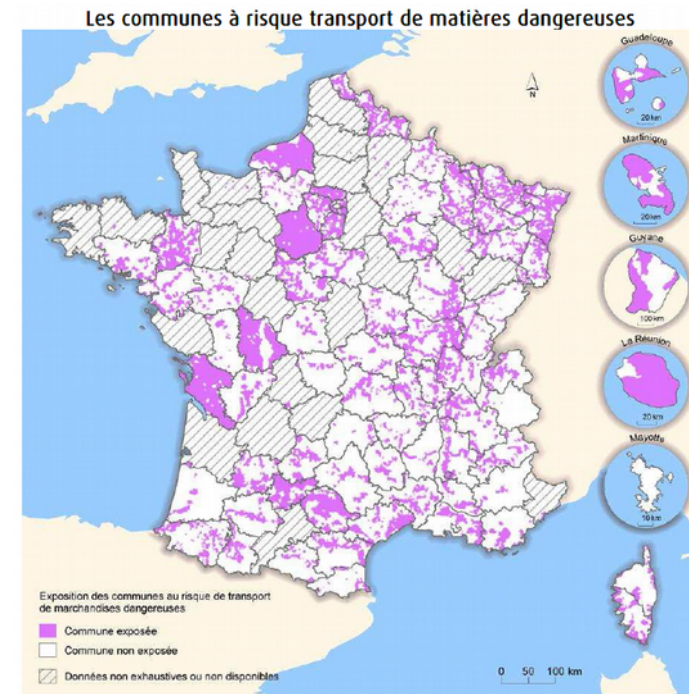
Un faible niveau de connaissance

■ Mais...

- Peu d'études et de données locales (infra communales) sur les TMD
- Des données plutôt nationales ou sur des échelles très macros (ex: SitraM [1], Eurostat [2], prim.net [3], Gaspar [4]...)



Source : Eurostat 2013 [2]



Source : MEDDTL (base de données Gaspar), avril 2011 et ©IGN, GEOFLA®, 2006.

Traitements : 50eS

Source : Gaspar 2011 [4]

- [1] <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sources-methodes>
- [2] <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>
- [3] <http://macommune.prim.net/>
- [4] <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

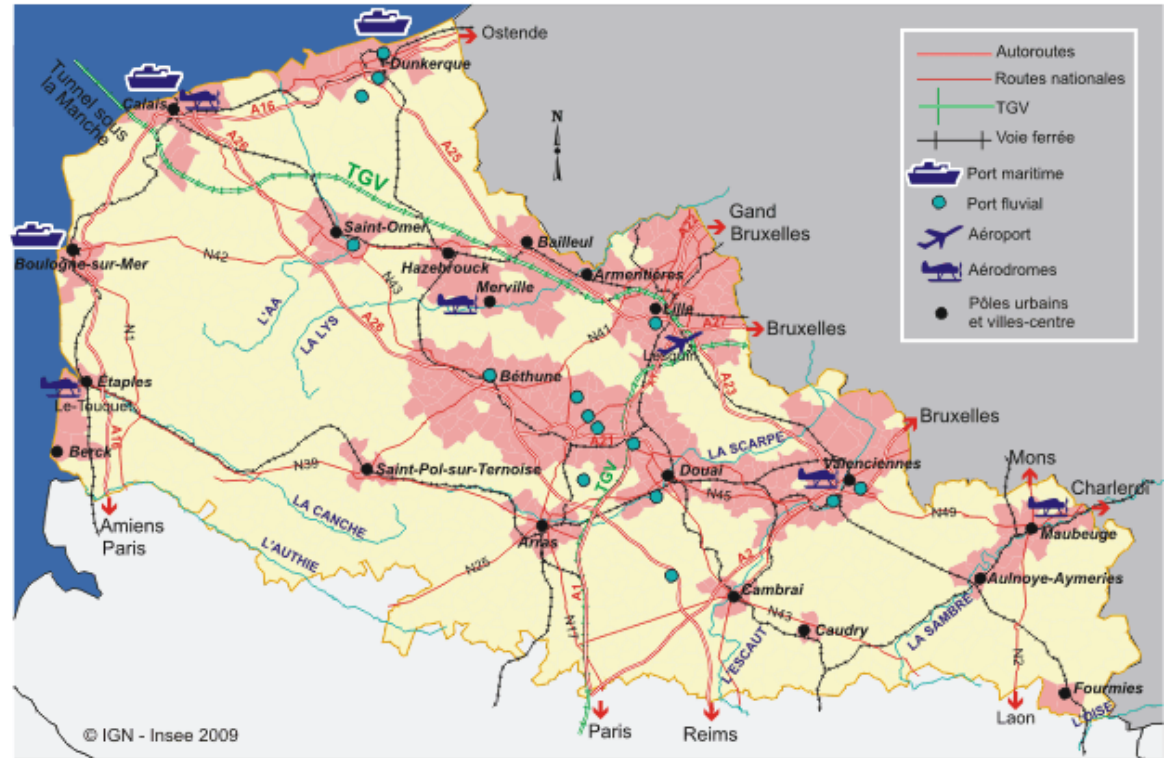


Objectif de l'étude « Cerema »

- « L'État (*en particulier les services déconcentrés du MEDDE du Nord-Pas-de-Calais [1]*) souhaite **améliorer la connaissance des risques liés au transport de matières dangereuses** afin d'intégrer ses composantes dans ses missions (urbanisme, habitat, eau, agriculture, risque environnement) »

**Un objectif de connaissance fine des flux
TMD et des risques**

Le territoire d'étude : la région Nord Pas-de-Calais (France)



Infrastructures de transport

Source : DREAL Nord Pas-de-Calais

Le Nord Pas-de-Calais
4 millions d'habitants (4ème région française)
1,5 millions d'emplois
Superficie : 12 400 km²

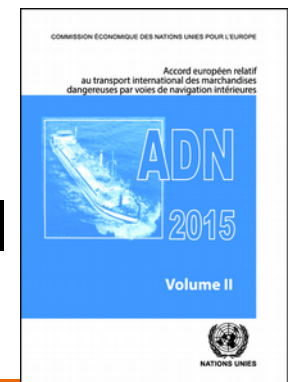
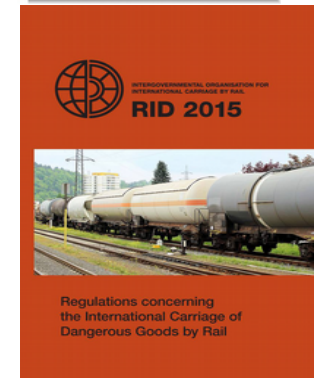
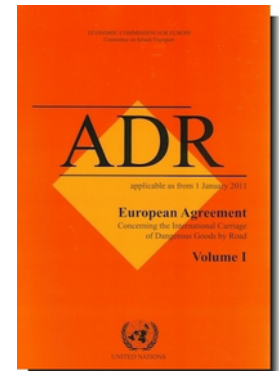
Source : INSEE

Que sait-on du TMD ?



Une réglementation TMD pointue

- Un secteur très réglementé avec une réglementation internationale (ONU) datant de 1950 et régulièrement actualisée
 - Pour la route : Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)
 - Pour le rail : le Règlement modifié concernant le transport international ferroviaire des matières dangereuses (RID)
 - Pour les voies d'eau intérieures : ADN, en fait, le Règlement pour le transport des matières dangereuses sur le Rhin ADNR, plus opérationnel





- Définition des procédures de chargement/déchargement, les règles de stationnement, la signalisation, les mesures à prendre en cas d'accident/incident, la construction des contenants, la formation des conducteurs
- Des véhicules bien identifiables

SIGNIFICATION DES NUMÉROS DE CODE

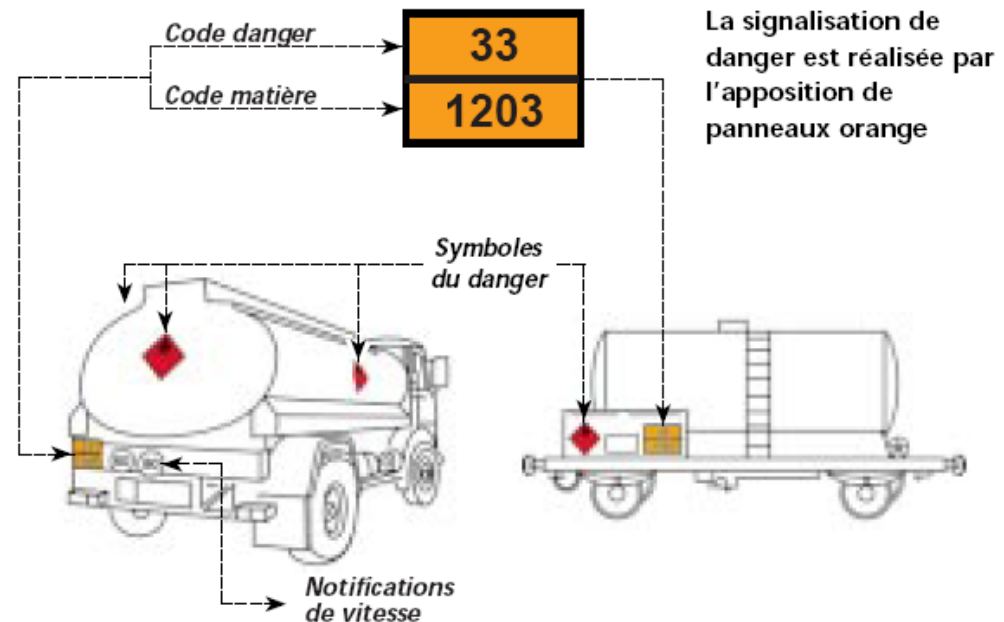
Code danger :

- Il permet de déterminer immédiatement le danger principal (1^{er} chiffre) et le ou les dangers subsidiaires de la matière (2^e ou 3^e chiffre).
 - Le redoublement d'un chiffre indique une intensification du danger correspondant.
 - La lettre "X" devant les chiffres signifie un risque de réaction violente à l'eau.
 - En général, la signification des chiffres est la suivante :
- 1 : Matières et objets explosibles.
 - 2 : Emanation de gaz.
 - 3 : Inflammabilité de gaz ou liquides.

- 4 : Inflammabilité de solides.
- 5 : Comburant (favorise l'incendie).
- 6 : Toxicité.
- 7 : Radioactivité.
- 8 : Corrosivité.
- 9 : Danger de réaction violente spontanée.

Code matière :

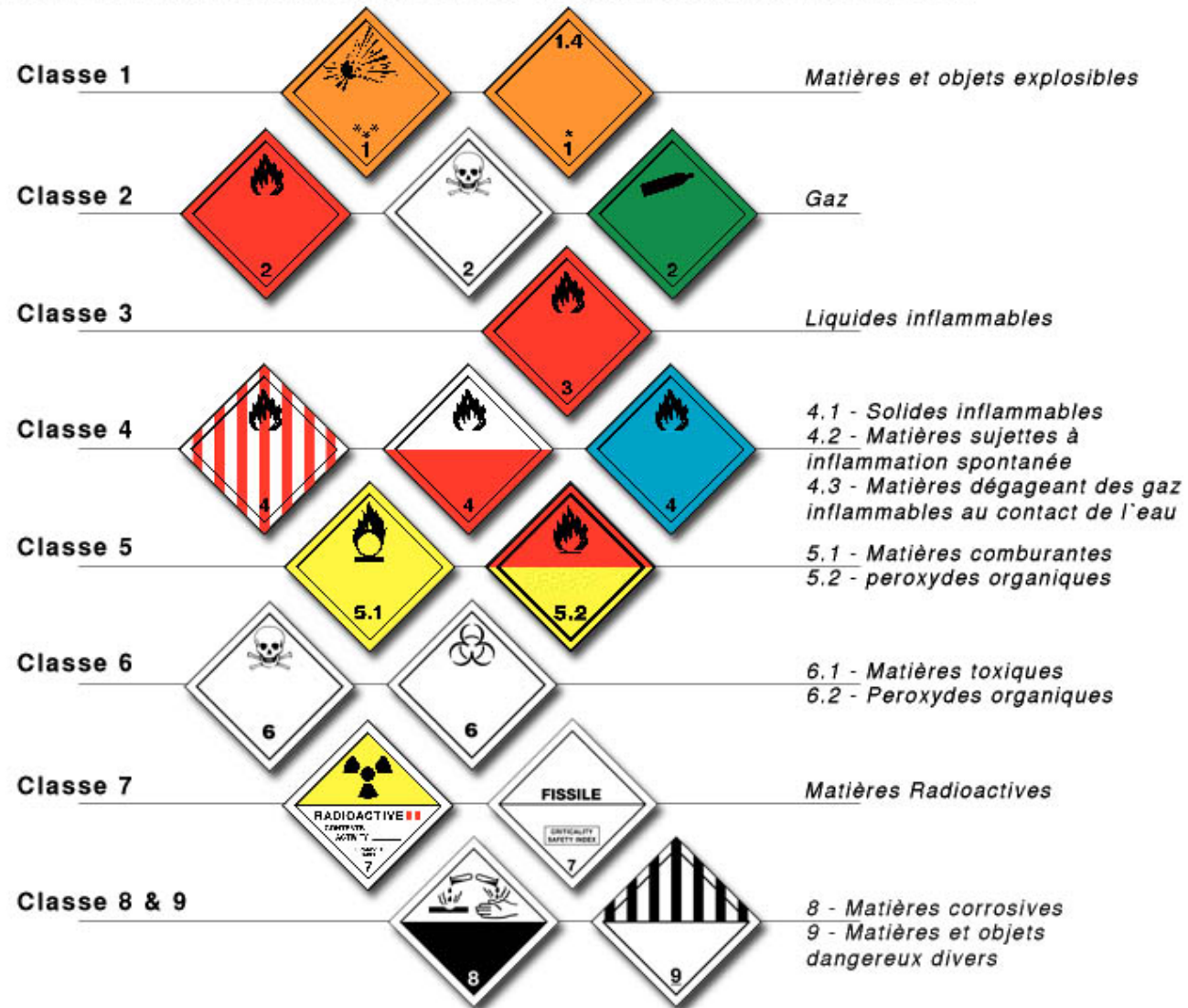
- Ces chiffres proviennent du répertoire international des produits dangereux. Ils renseignent les intervenants sur la nature du danger de la marchandise transportée.





- Classement des substances dangereuses élaboré par l'ONU (souci d'harmonisation)
- Pour plus de 3.400 substances sur le marché
- Les produits sont répartis en 9 classes et 4 sous classes

SIGNALETIQUE APPLIQUEE AU TRANSPORT DE MARCHANDISES DANGEREUSES



MARQUES



Matières transportées à chaud



Dangereux pour l'environnement



Quantités limitées

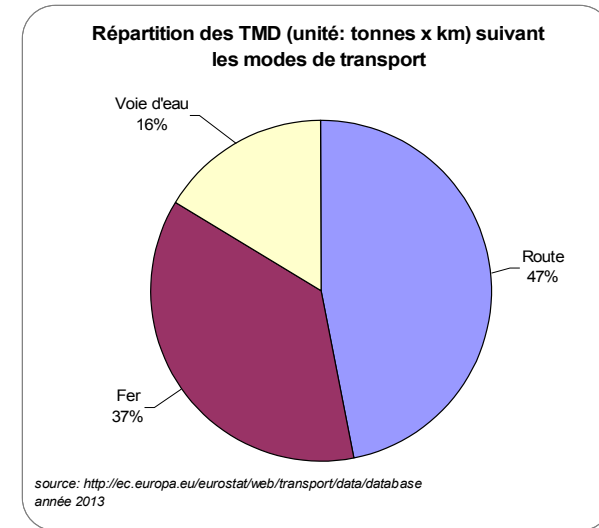


Quantités exceptées



Une connaissance du TMD souvent macro...

- En France, les MD représentent **9,3%** des marchandises transportées (tous modes- tonnes.km)
- Le transport par route est majoritaire (**47%** du TMD)...
- Très majoritairement des produits pétroliers (**classe de Danger 3**: produits inflammables avec risque d'explosion), mais aussi des engrais et produits chimiques (**classe danger 5.1 et 8**)
- Chaque année, en France, on dénombre environ **160 accidents** TMD [1] (des accidents surtout « mineurs » (fuites) sans conséquence grave))



[1] <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/La-base-de-donnees-ARIA--5186.html>



Peu de données fines sur les flux TMD

- Des enquêtes OD (sur la route)... mais les échantillons de TMD sont très faibles (environ 1 % des échantillons)
- Quelques comptages routiers manuels [1]
- Quelques enquêtes ponctuelles auprès des établissements générateurs de MD (sites Seveso) [2]
- Très peu de données sur les flux TMD sur le réseau ferré (la question de la confidentialité des données souvent évoquées par l'opérateur SNCF)
- **Seuls les flux (quai à quai) sur le réseau navigable sont plutôt bien connus (base VNF) [3]**



[1] SETRA, Sondage de circulation 2005

[2] CETE NP, Flux de marchandises sur la zone industrialo-portuaire de Dunkerque, 2003

[3] CETE NP, Étude des risques liés au transport, stockage et à la manutention de matières dangereuses sur le réseau navigable du Nord Pas-de-Calais, 2008

Enquête et modélisation des flux TMD à l'échelle de la région Nord-Pas-de- Calais





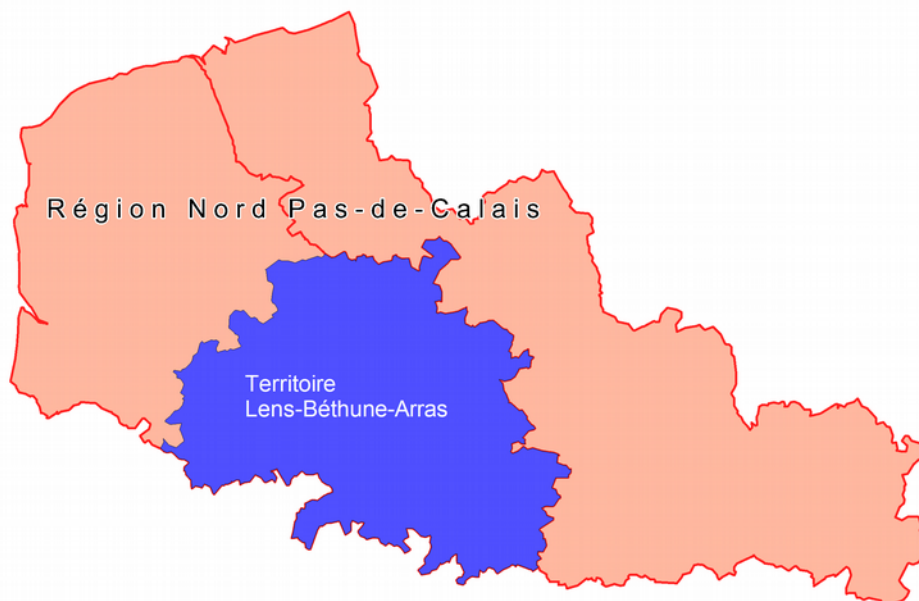
Le protocole d'enquête

- Une enquête en deux temps :

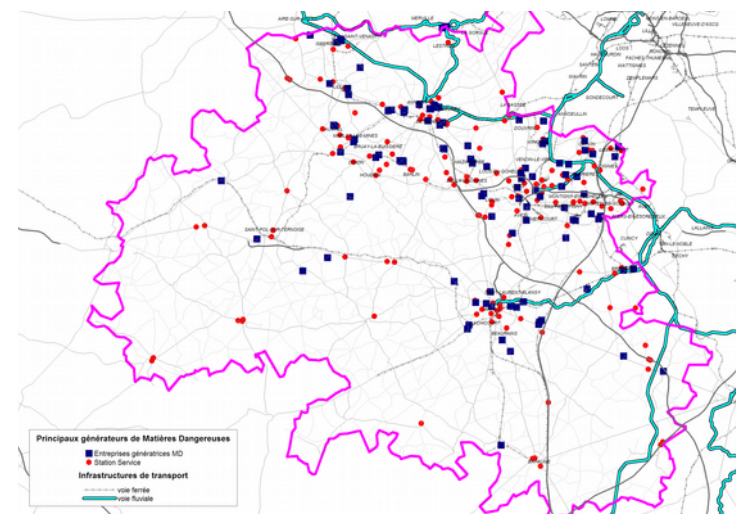
1 sur un territoire restreint (Lens-Béthune-Arras) pour tester la méthode



2 sur l'ensemble de la région Nord Pas-de-Calais

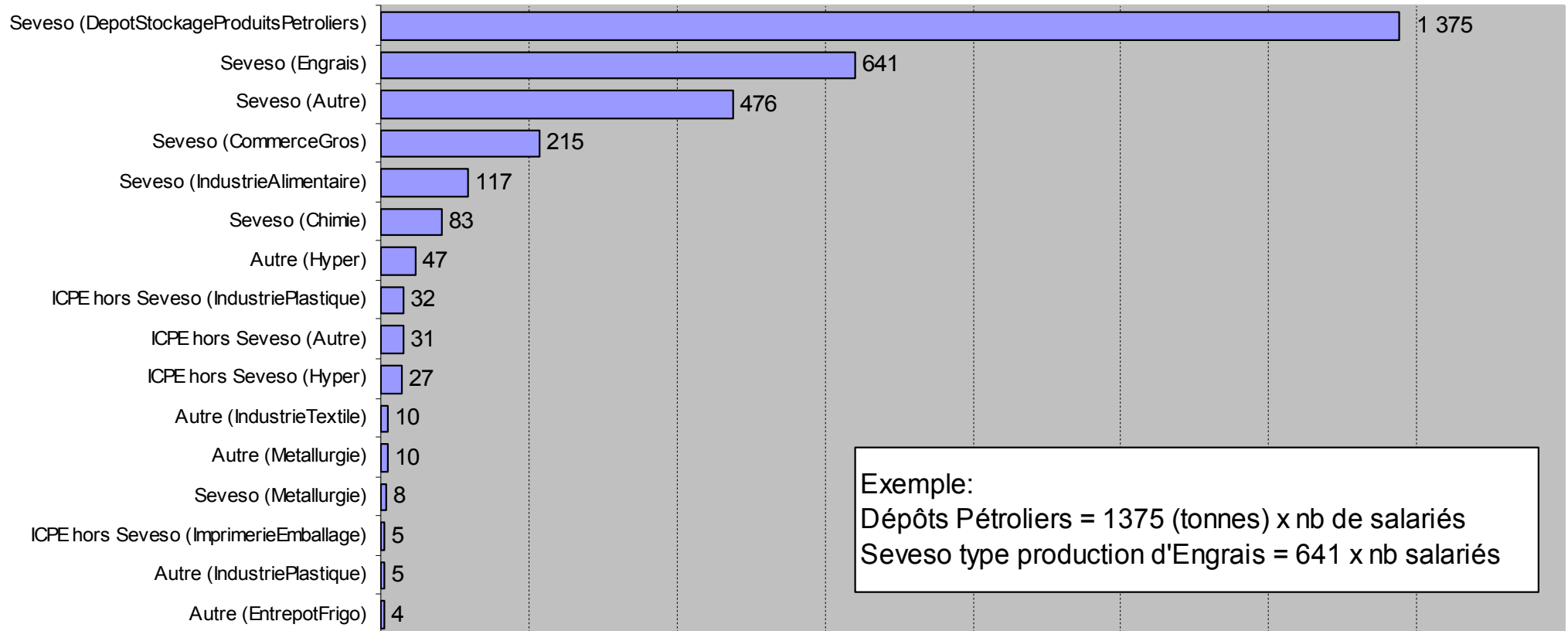


- Une enquête-test auprès des établissements implantés sur le périmètre et **potentiellement générateurs de MD**
 - **25 sites Seveso**
 - **52 autres Installations Classées (ICPE)** hors Seveso et hors stations services
 - **104 établissements non ICPE** (industries plastique, textile, automobile, entrepôts frigorifiques, hypermarchés, hôpitaux..)
 - **7 dépôts pétroliers extérieurs** au périmètre
- Enquête par questionnaires auto-administrés (Courrier et relances téléphoniques)
- Des questions relatives à l'établissement (nature de l'activité, effectifs salariés...) et sur les approvisionnements et expéditions de marchandises dangereuses (quantité, fréquence, mode) sur une semaine



- Enquêtes: taux de retour entre 53% et 100% suivant les types d'établissement enquêté (Seveso, ICPE, non ICPE)
- Reconstitution des flux de MD des Non-Répondants (Modélisation à partir des ratios observés) $f(\text{MD}_{\text{établissement } i,a}) = \text{MD}_a \times \text{nb de salariés}_i$

Approvisionnement en Matières Dangereuses (tonnes.annuelles) par salarié et suivant la nature de l'établissement



- Etablissements **Seveso** et stations services génèrent l'essentiel des MD sur le territoire : **87 % des MD**
- Les autres établissements (ICPE, ou entreprises potentiellement génératrices de MD) bien qu'en nombre important (environ 40 % des établissements enquêtés) ne génèrent que 13 % des MD.

... et Protocole d'enquête sur l'ensemble de la région

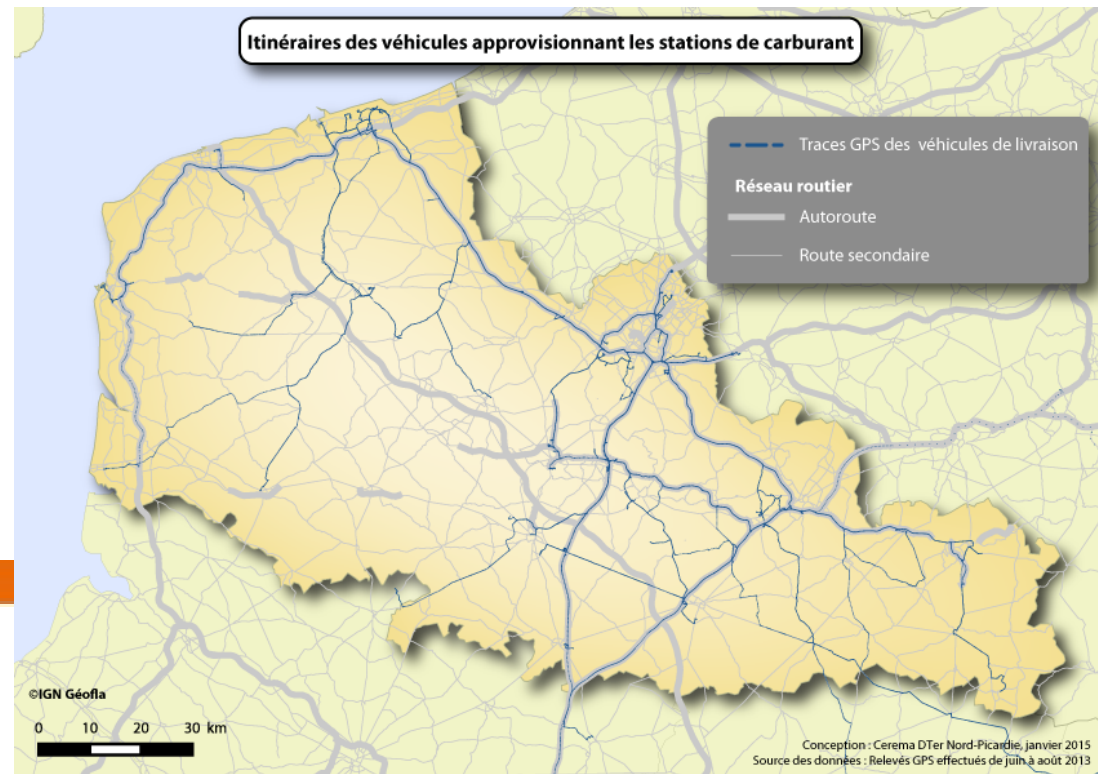




- **Enquête sur les seuls sites Seveso (69) de l'ensemble de la Région Nord Pas-de-Calais complétée par :**
 - *des **enquêtes sur quelques stations services** pour définir des ratios de génération de MD par type de station*
 - *des **enquêtes auprès des transporteurs spécialisés** dans le transport de carburant (nombre de circuits quotidiens ou hebdomadaires, les stations service livrées, les itinéraires empruntés... (relevés GPS))*
 - *des **enquêtes OD** pour estimer les flux de transit*

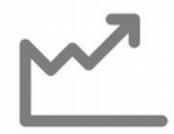
Catégorie (et nombre)	Coef _{poids}	Coef _{réseau}	Coef _{catégorie}
Hypermarché (62)	10	0,62	6,2
Supermarché (175)	2,5		1,55
Supérette (8)	1		0,62
Station type Total, Elf...hors GMS (166)	2,5	0,38	0,95
Petite station (20)	1		0,38
Autoroute (22)	8		3,04

Poids des stations service par type



Principaux Résultats

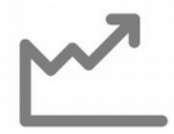




Le TMD en Nord Pas-de-Calais

Hors transit

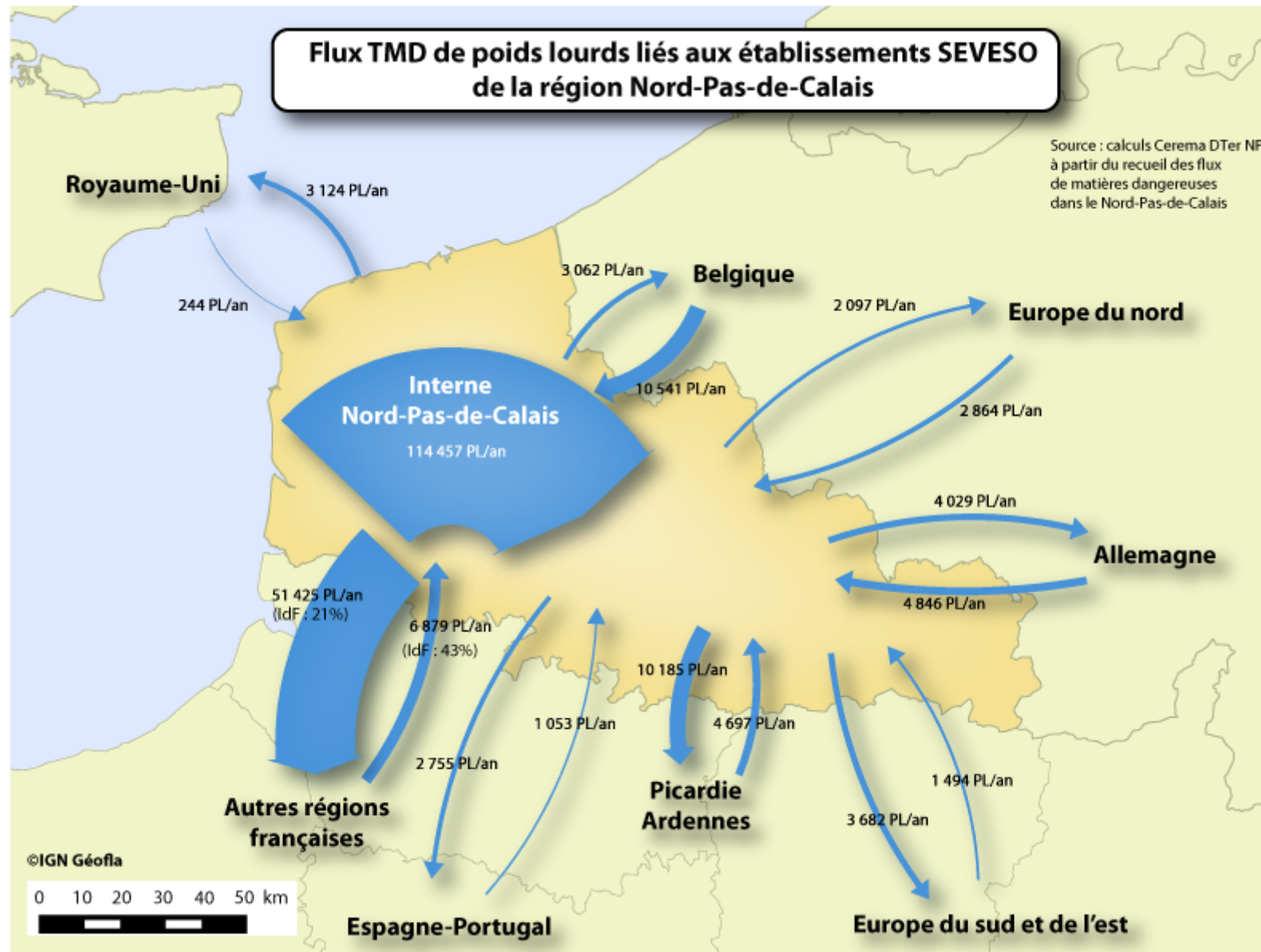
- Plus de **4.470.000 de tonnes de MD** sont générées sur la région Nord-Pas-de-Calais (route-fer-voie d'eau).
- Les **dépôts pétroliers**, principaux générateurs de MD : 10 % des établissements mais plus de **25 % des MD** générées.
- Les liquides inflammables (**classe de danger 3**) et gaz (**classe danger 2**) sont les plus transportés : respectivement 49 % et 17 %.
- **La route, mode privilégié** pour le TMD (70 % de l'ensemble des flux), en particulier pour les expéditions (94 % des tonnes expédiées).
- Au total, chaque année : 245 000 PL générés sur le NpdC (hors transit) soit quasiment **1 000 PL TMD quotidien**.



Les flux TMD routier

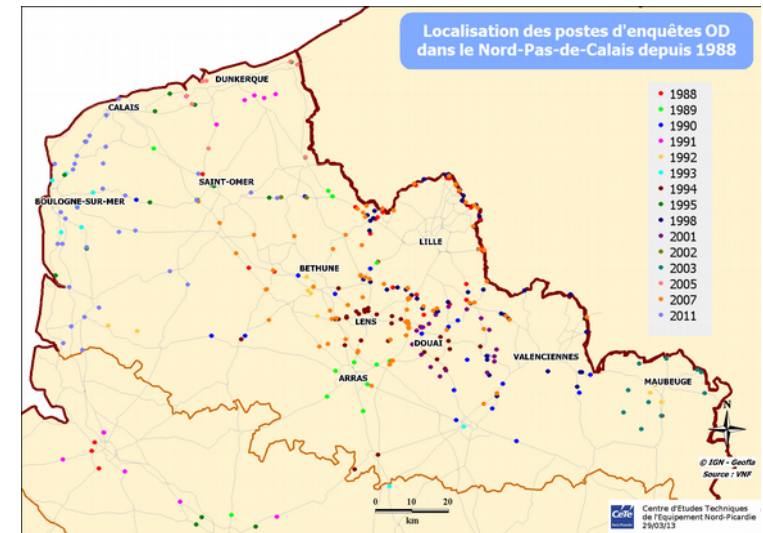
Hors transit

- La moitié des flux PL est interne à la région
- Les flux d'échange se font pour l'essentiel avec les pays et les départements limitrophes

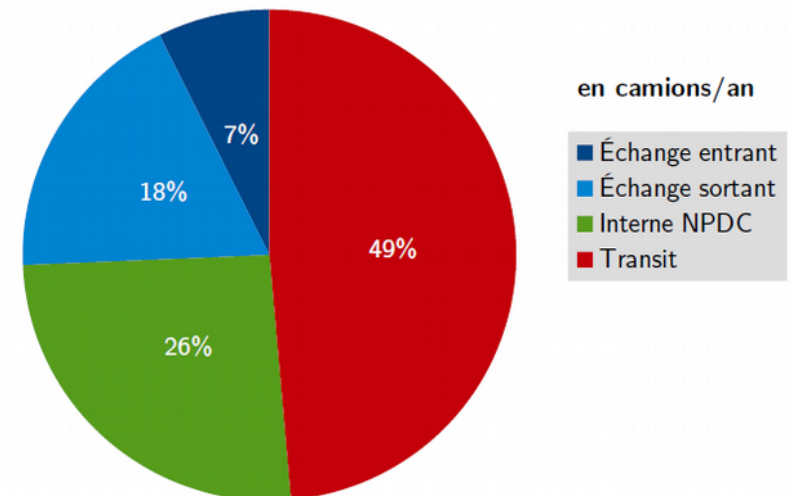


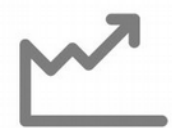
Des flux TMD en transit non négligeables

- Transit PL TMD estimé à partir des enquêtes OD disponibles sur la Région
- Le transit PL est estimé à 216.700 PL par an (environ 886 PL/jour). Les principaux flux de transit concernent la Belgique, la Grande-Bretagne, l'Allemagne et l'Ile-de-France qui génèrent près de 60 % des flux TMD en transit.
- Le transit représente donc près de la moitié des flux TMD à l'échelle de la région NPDC.



Matières dangereuses - Répartition par type de flux





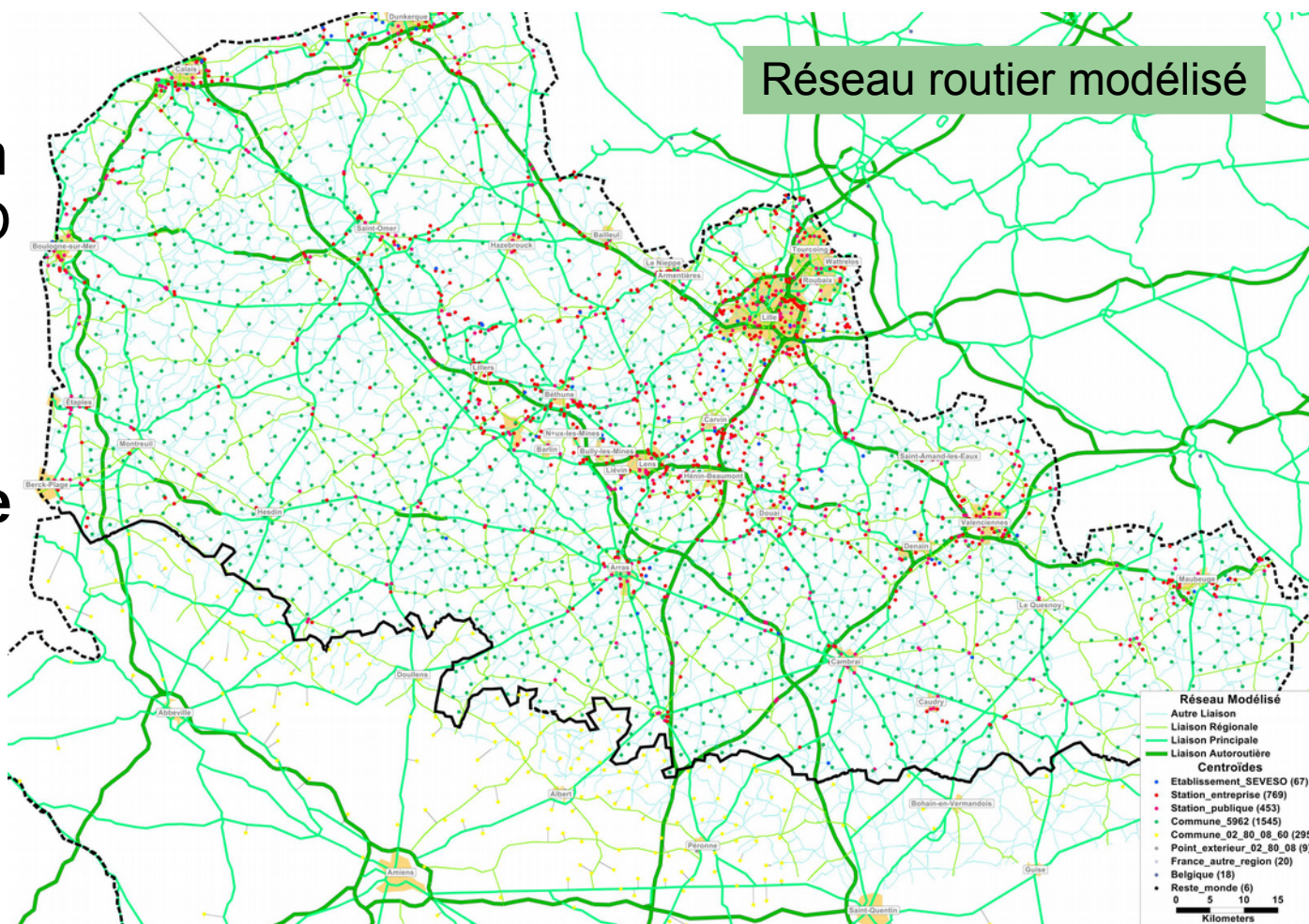
Les itinéraires empruntés

- Reconstitution des itinéraires par modélisation

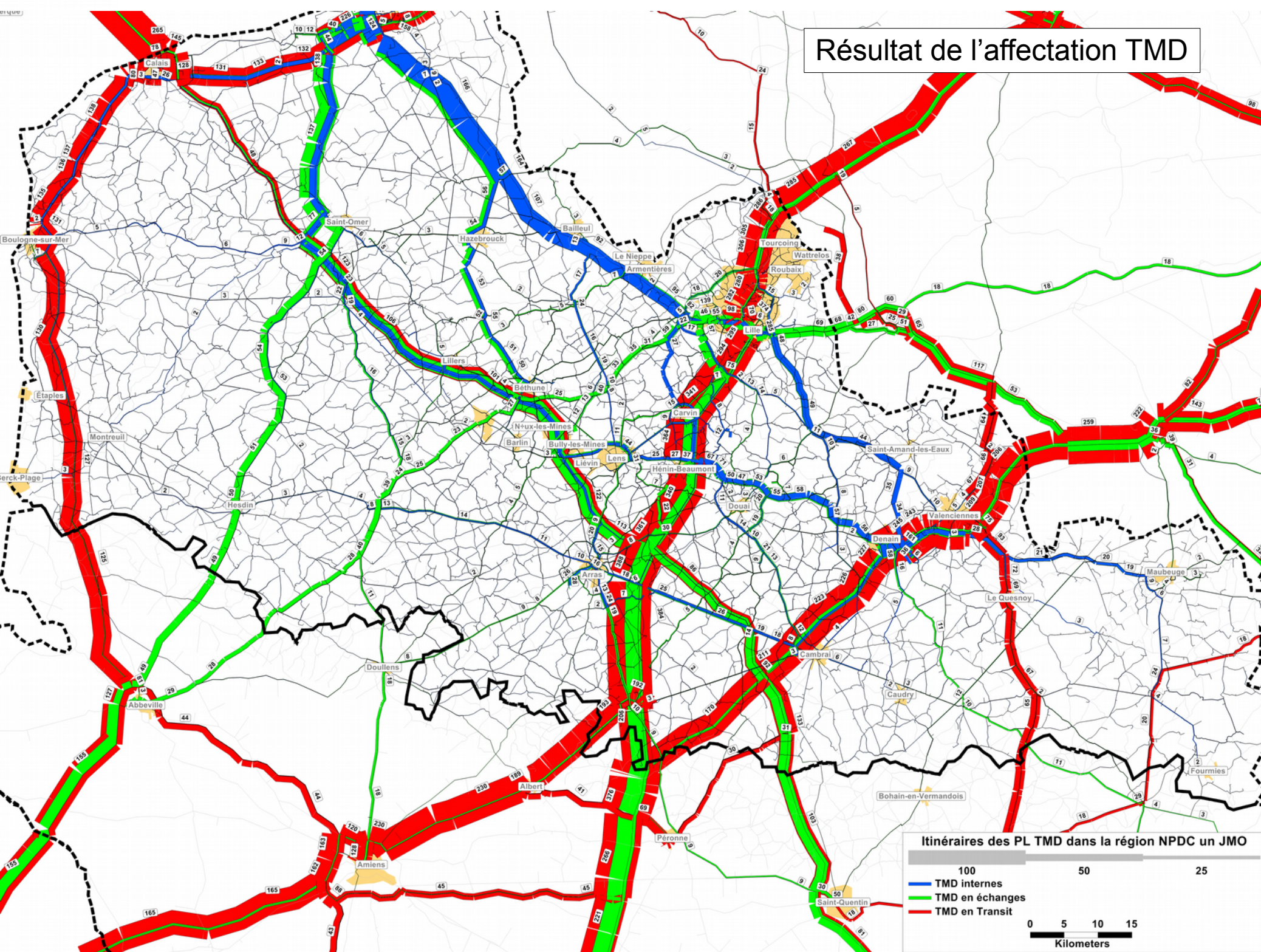
1) **reconstitution de la demande** : construction des matrices de flux OD (enquêtes « Seveso » + enquêtes OD pour le transit)

2) description et **modélisation de l'offre** routière

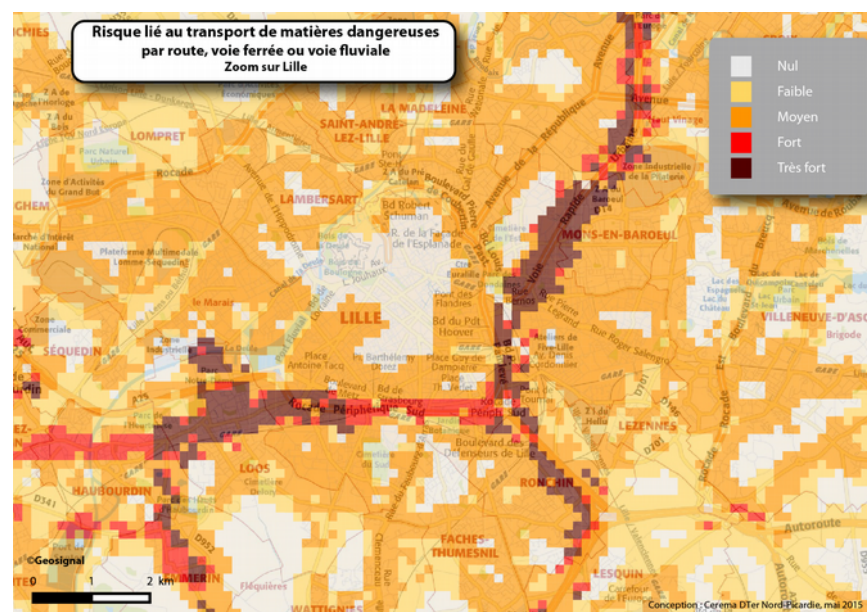
3) **affectation** des matrices OD sur le réseau (logiciel Emme)



Résultat de l'affectation TMD



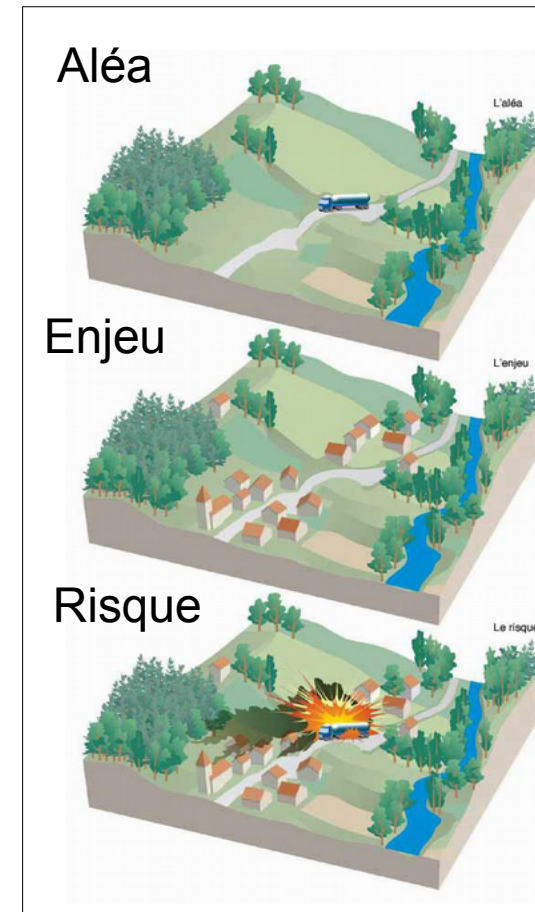
Estimation du risque TMD en Nord-Pas-de-Calais



Rappel : Définition du risque

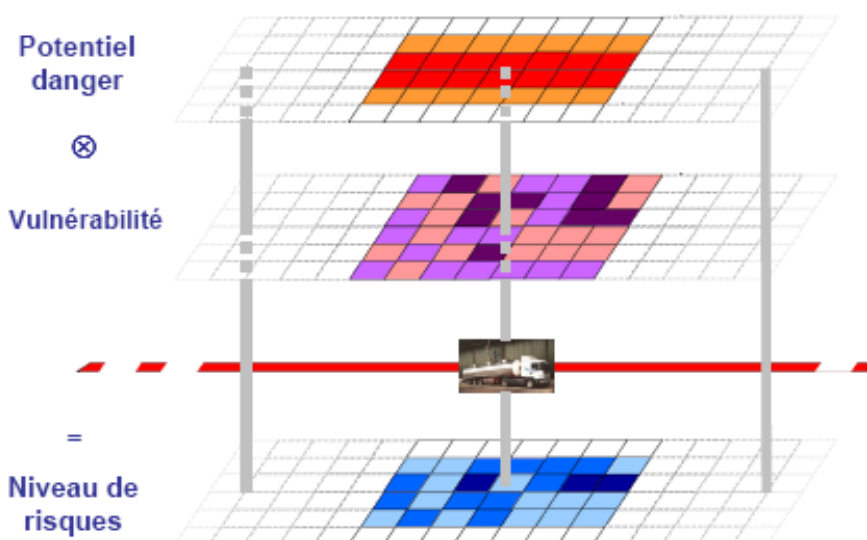
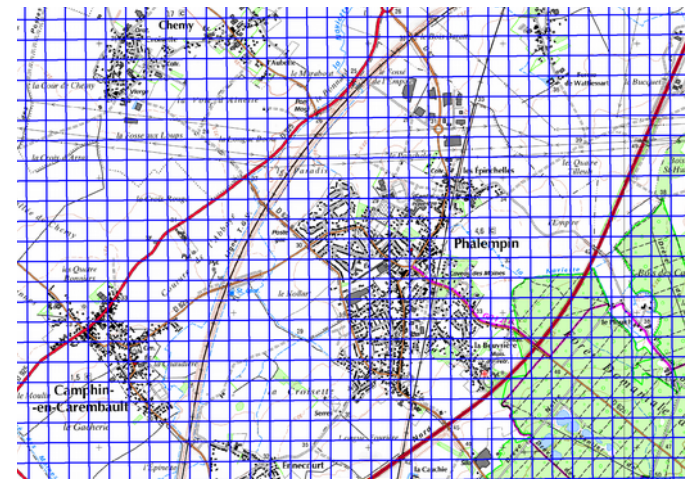
Risque = aléa x vulnérabilité (enjeu)

- L'aléa correspond à la fréquence ou à la probabilité d'occurrence d'un événement d'intensité donnée (*=accident entraînant une explosion, incendie, pollution...*)
- la vulnérabilité représente les caractéristiques (humaines, environnementales, économiques) des lieux exposés



Méthodologie de calcul du risque TMD

- Maillage du périmètre d'étude (région) : mailles de 150m de côté (plus de 550 000 carreaux)
- Détermination sur ce maillage de l'aléa et des vulnérabilités
- Estimation du niveau de risque par croisement de l'aléa et de la vulnérabilité (par une approche très qualitative)

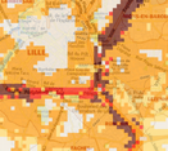


		Vulnérabilité				
		TRES FORT	Fort	Moyen	faible	nulle ou quasi nulle
Aléa	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	Fort	Moyen	0
	Fort	TRES FORT	Fort	Fort	Moyen	0
	Moyen	Fort	Fort	Moyen	faible	0
	faible	Moyen	Moyen	faible	faible	0
	nul ou quasi nul	0	0	0	0	0

Détermination de l'aléa

- Aléa routier : à partir des données d'accidents corporels PL géolocalisés [1]
 - détermination d'un taux d'accidents par type de route en fonction du niveau de trafic
 - Application de ce taux d'accidents au trafic TMD par tronçon de route et affectation de la classe d'aléa à chaque carreau du quadrillage
- *Aléa fluvial et ferré: Compte tenu du faible niveau d'accident observé comparativement aux accidents routiers (à trafic équivalent), on qualifiera le niveau d'aléa du TMD fluvial et ferré comme « faible »*
- Aléa « tous modes » = Max [des trois aléas (routier // ferré // fluvial)]

	A = Trafic PL annuel (véh.km) ³³	B = Nb d'accidents PL moyen annuel ³⁴	B/A = Ratio Nb accidents PL / Trafic PL en véh.km (x 100.000.000)
Type autoroutier	3 465 550 000	14,4	0.4155
Autres routes	465 282 000	10,5	2.2567
Ensemble	3 930 832 000	24,9	0.6335



Détermination de la vulnérabilité

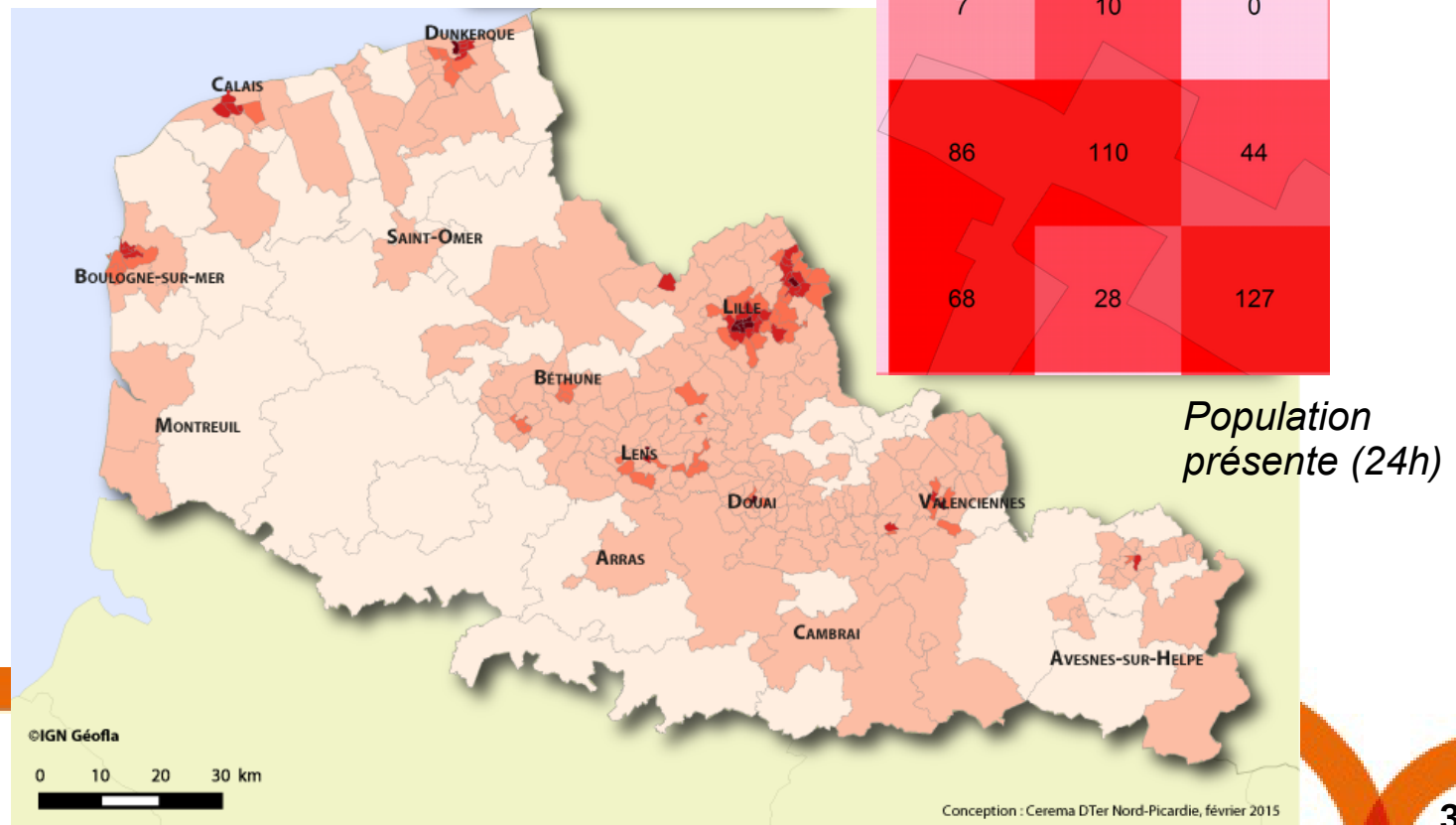
- Application de la méthode Aramis [1] développée pour les installations fixes
 - Prise en compte des trois niveaux d'enjeux (enjeux humains, enjeux économiques et enjeux environnementaux) avec pondération à dire d'experts
 - $V_{\text{globale}} = 0,75 \cdot V_{\text{humaine}} + 0,2 \cdot V_{\text{environnementale}} (+ 0,05 \cdot V_{\text{matérielle}})$
- Hypothèse : on négligera les enjeux matériels (enjeux économiques) faiblement pondérés
- Finalement :

$$V_{\text{global}} = 0,79 \cdot V_h + 0,21 \cdot V_e$$

Les enjeux humains

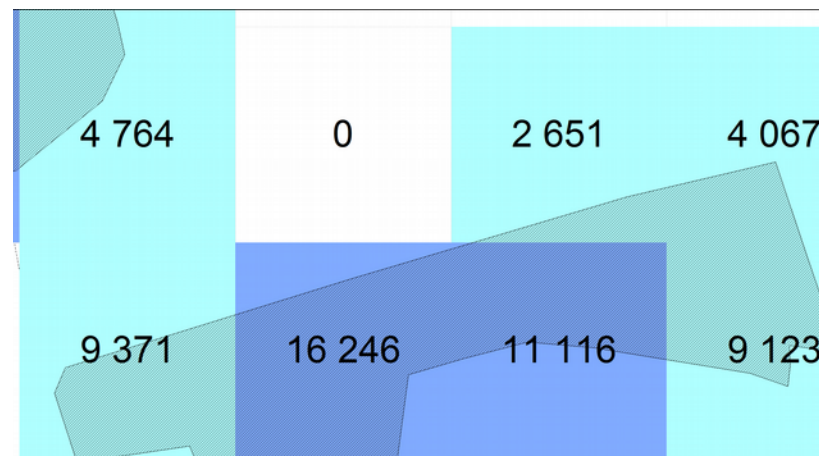
- Estimation de la **population présente** (sur 24h) en chaque point du territoire régional et sur chaque carreau
 - À partir des données d'enquêtes ménages déplacements (qui permettent de savoir à chaque instant où se trouvent les individus)

*Approche qui prend en compte la **population résidente** mais aussi les **populations non résidentes** (actifs, déplacements de loisirs, achats...)*



Les enjeux environnementaux

- 4 cibles environnementales prises en compte
 - E1 - Territoires agricoles et milieux semi-naturels communs
 - E2 - Cultures spécialisées et / ou milieux naturels sensibles ou d'intérêt régional (ZNIEFF type II, Parc Naturel Régional, Espaces naturels sensibles, Sites gérés par le Conservatoire Régional)
 - E3 – Zones humides, zones de champs captants, espaces naturels inventoriés ou protégés, d'intérêt national ou international (ZNIEFF (Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique) de type I, ZICO (Zones d'intérêt communautaire pour les oiseaux))
 - E4 - Zones de ressources en eau ou zones naturelles remarquables
- L'application de la méthode Aramis conduit à la formule suivante :
$$V_e = 0.2344 \times E1 + 0.1530 \times E2 + 0.2846 \times E3 + 0.3270 \times E4 \quad [1]$$

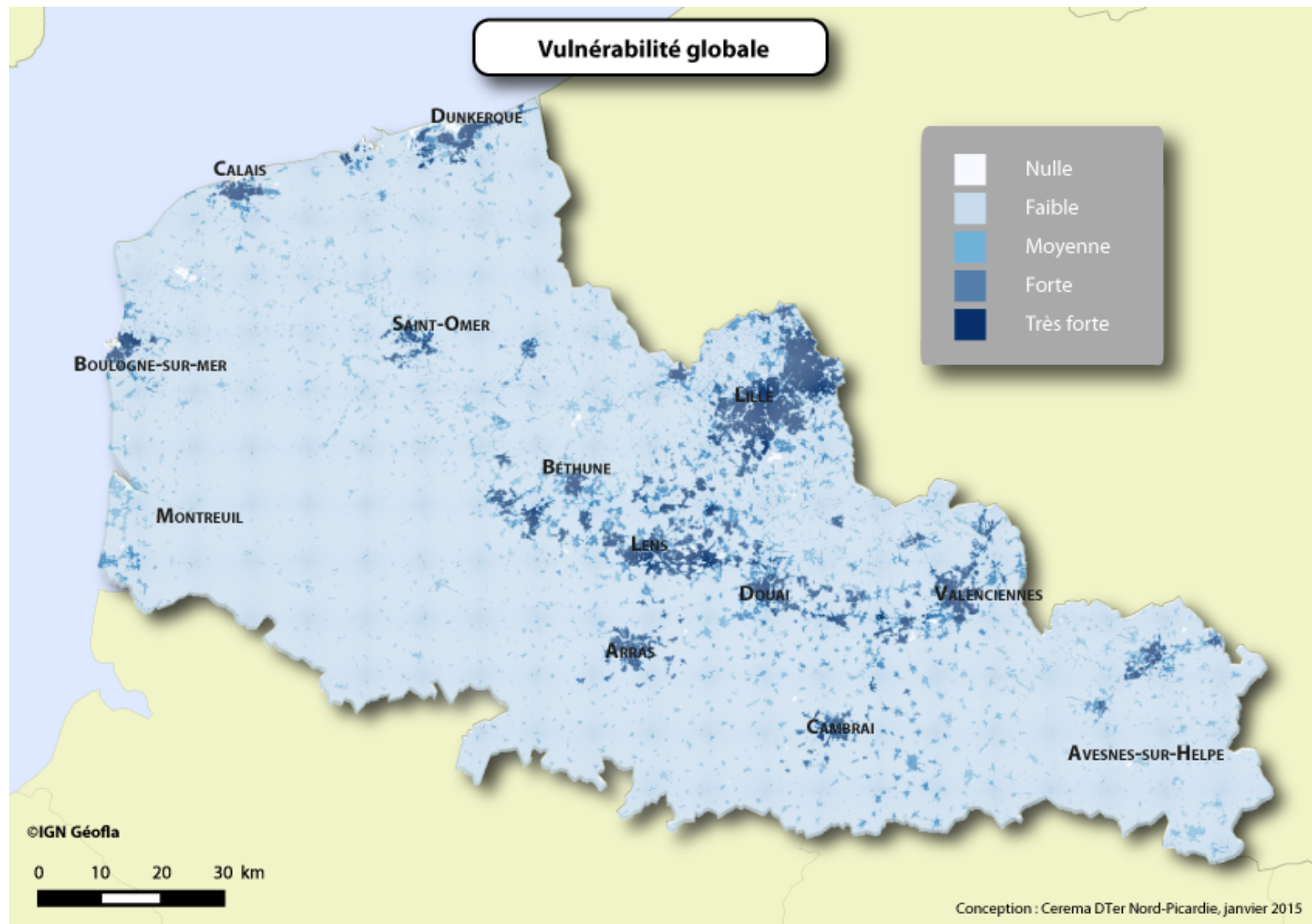


Surface (m²) couverte par les cibles environnementales sur chaque carreau

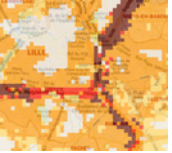
[1] E1, E2, E3 et E4 sont définis par $E_i = A_i / A$ et A_i correspond à la surface couverte par la cible E_i et A surface d'étude unitaire (carreau 150x150m)

Vulnérabilité totale

$$V_{\text{global}} = 0,79 \cdot V_h + 0,21 \cdot V_e$$



5 catégories pour qualifier la vulnérabilité:
[TRES FORTE] > [Forte] > [Moyenne] > [faible] > [nulle]

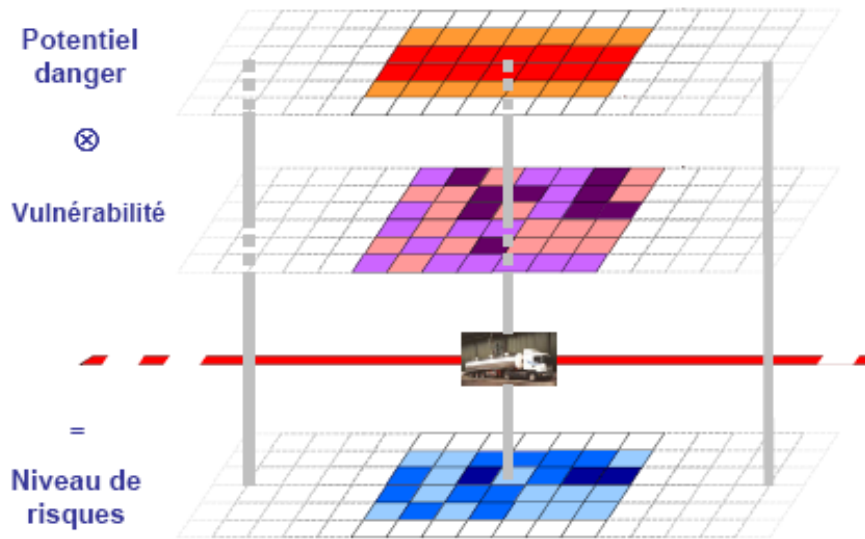


Estimation du niveau de risque TMD

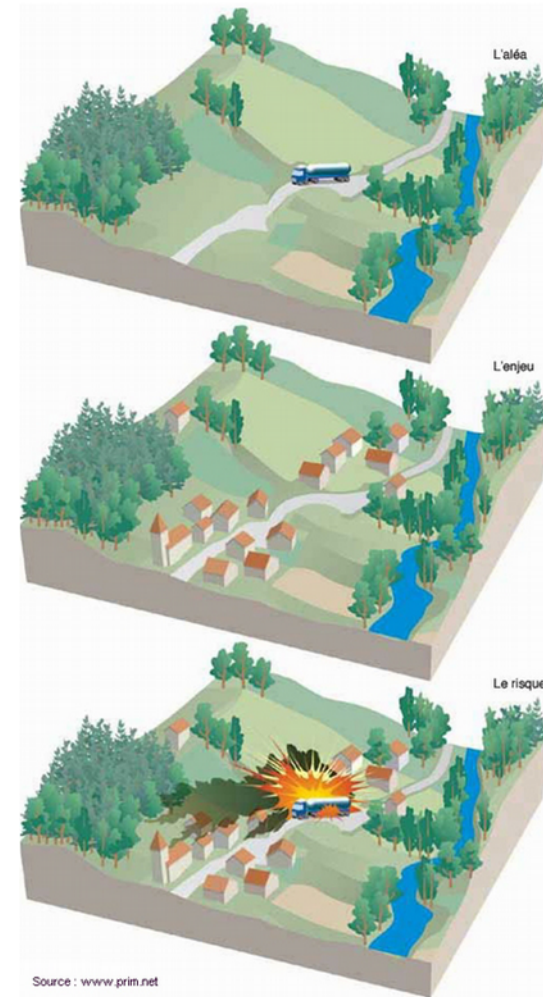
- L'aléa et la vulnérabilité ont été classées en 5 catégories :

[TRES FORT] > [Fort] > [Moyen] > [faible] > [nul]

- Tableau croisé Aléa x Vulnérabilité



		Vulnérabilité				
		TRES FORT	Fort	Moyen	faible	nulle ou quasi nulle
Aléa	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	Fort	Moyen	0
	Fort	TRES FORT	Fort	Fort	Moyen	0
	Moyen	Fort	Fort	Moyen	faible	0
	faible	Moyen	Moyen	faible	faible	0
	nul ou quasi nul	0	0	0	0	0



L'ALEA

La probabilité que le poids lourd transportant des matières dangereuses ait un accident

+

LES ENJEUX

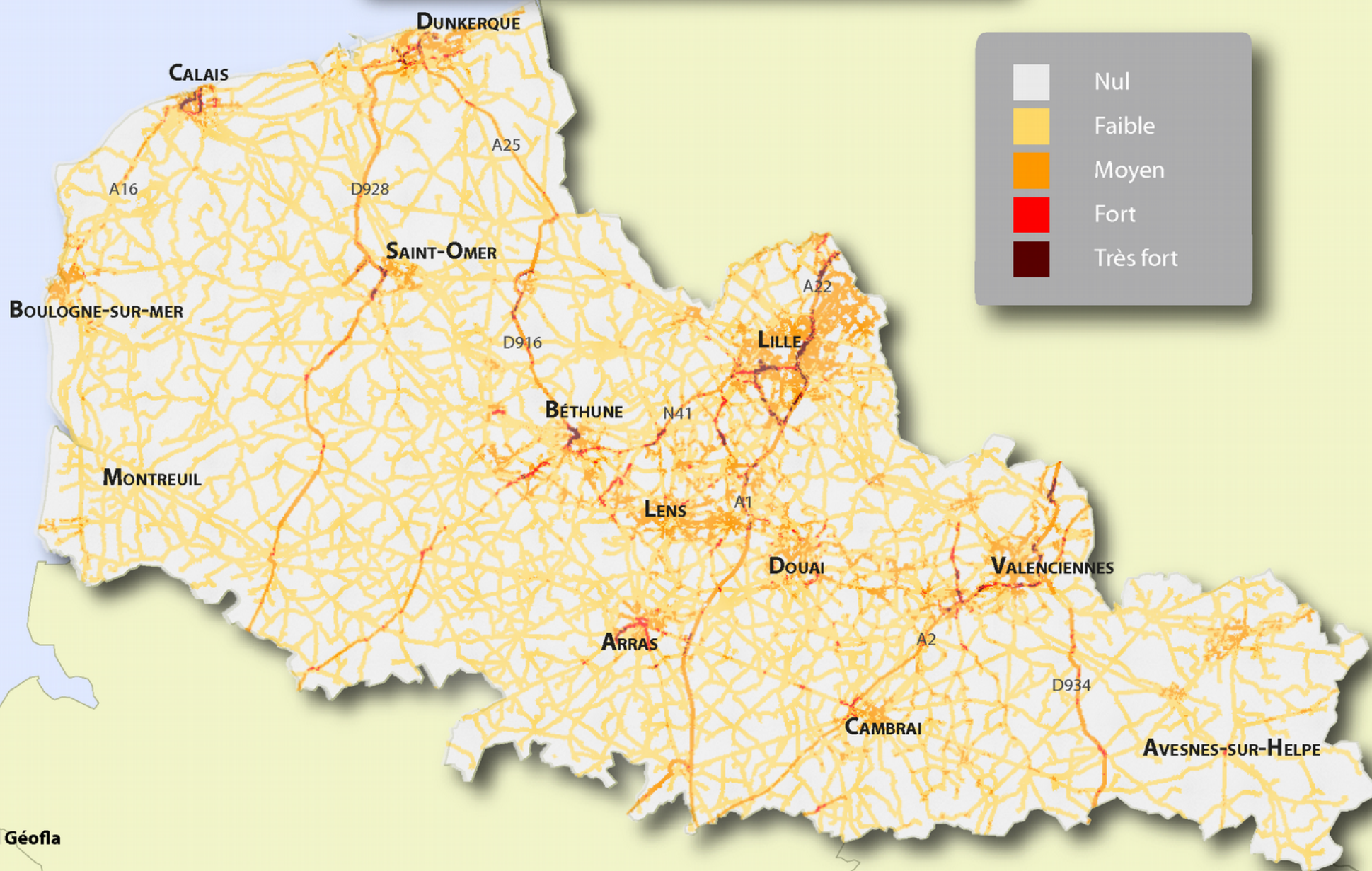
- les habitants
- les équipements
- les infrastructures
- etc.

=

LE RISQUE MAJEUR

Explosion du poids lourd à proximité d'habitations

Risque lié au transport de matières dangereuses par route, voie ferrée ou voie fluviale

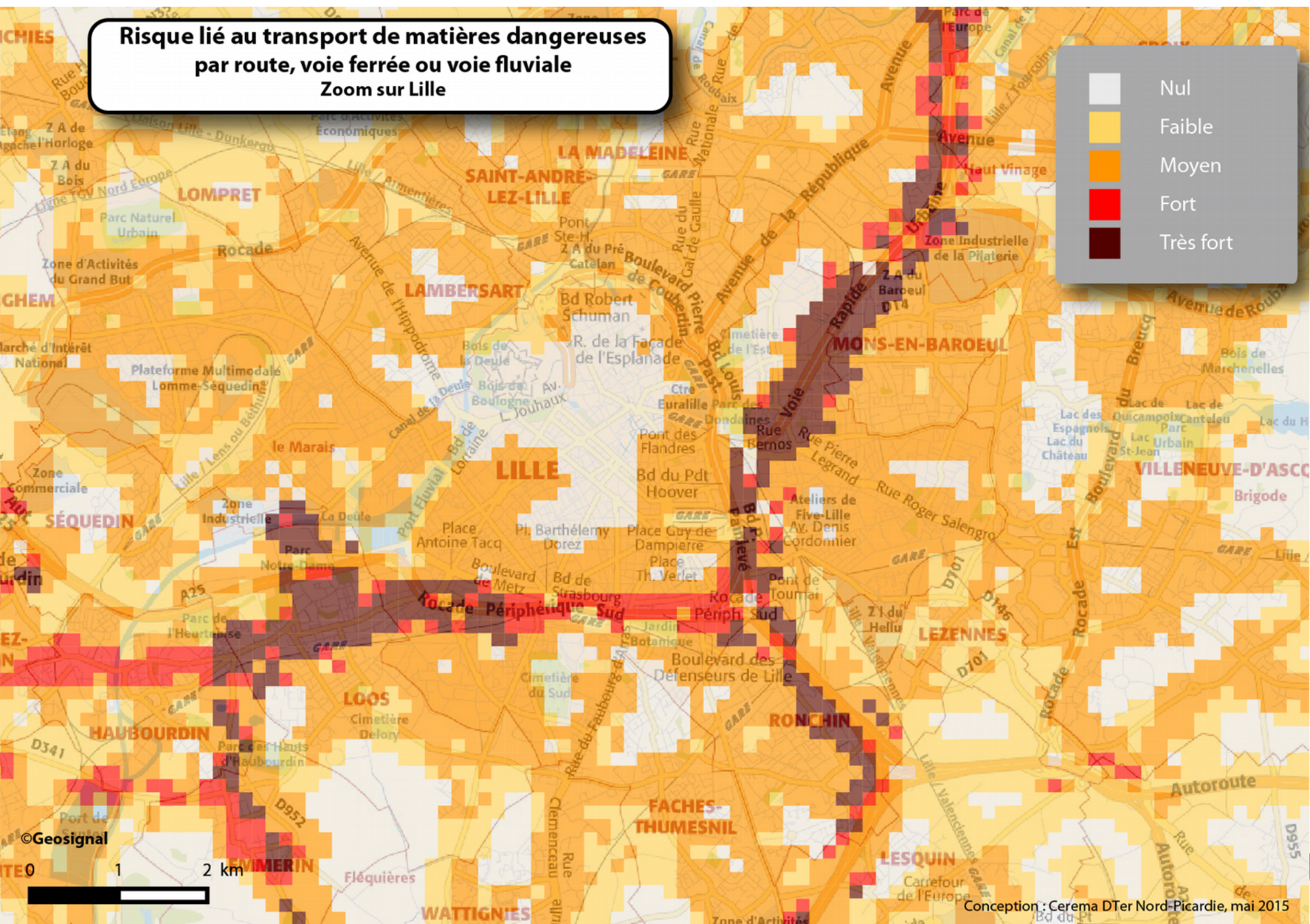


©IGN Géofla

0 10 20 30 km

Conception : Cerema DTer Nord-Picardie, février 2015

**Risque lié au transport de matières dangereuses
par route, voie ferrée ou voie fluviale
Zoom sur Lille**



Quelles pistes d'action pour réduire le risque TMD ?





Pistes d'action pour les services de l'Etat

- Action 0 : Avoir une gestion du risque TMD concertée et partenariale au niveau de l'ensemble de la région
- Action 1 : Organiser une meilleure connaissance du TMD en Nord-Pas-de-Calais
- Action 2 : Réaliser un schéma des itinéraires TMD en NpdC et des aires de stationnement TMD
- Action 3 : Diffuser localement la connaissance du risque TMD pour une (meilleure) prise en compte dans les document de planification
- Action 4 : Prendre en compte le risque TMD dans la hiérarchisation des PN dits dangereux
- Action 5 : Préparer les plans de secours spécialisés et les exercices de gestion de crise autour des zones à risque TMD

Etablissement public au service de l'État et des collectivités
pour accompagner les politiques publiques
**en matière d'aménagement,
d'égalité du territoire et de développement durable**

Merci de votre attention

Des questions ?



Domaines d'intervention

- connaissance et prévention des risques
- développement des infrastructures
- énergie et climat
- gestion du patrimoine d'infrastructures
- impacts sur la santé
- mobilité et transports
- territoires durables et ressources naturelles
- ville et bâtiments durables

Types de prestations

- expertise et ingénierie
- évaluation
- méthodologie
- innovation
- essais et contrôles
- recherche
- certification
- normalisation



- 3100 personnes
- 220 experts nationaux et internationaux
- 250 M€ de budget
- 29 implantations en France
- 180 publications annuelles
- 66 pôles de compétences et d'innovation
- 33 équipes de recherche associées

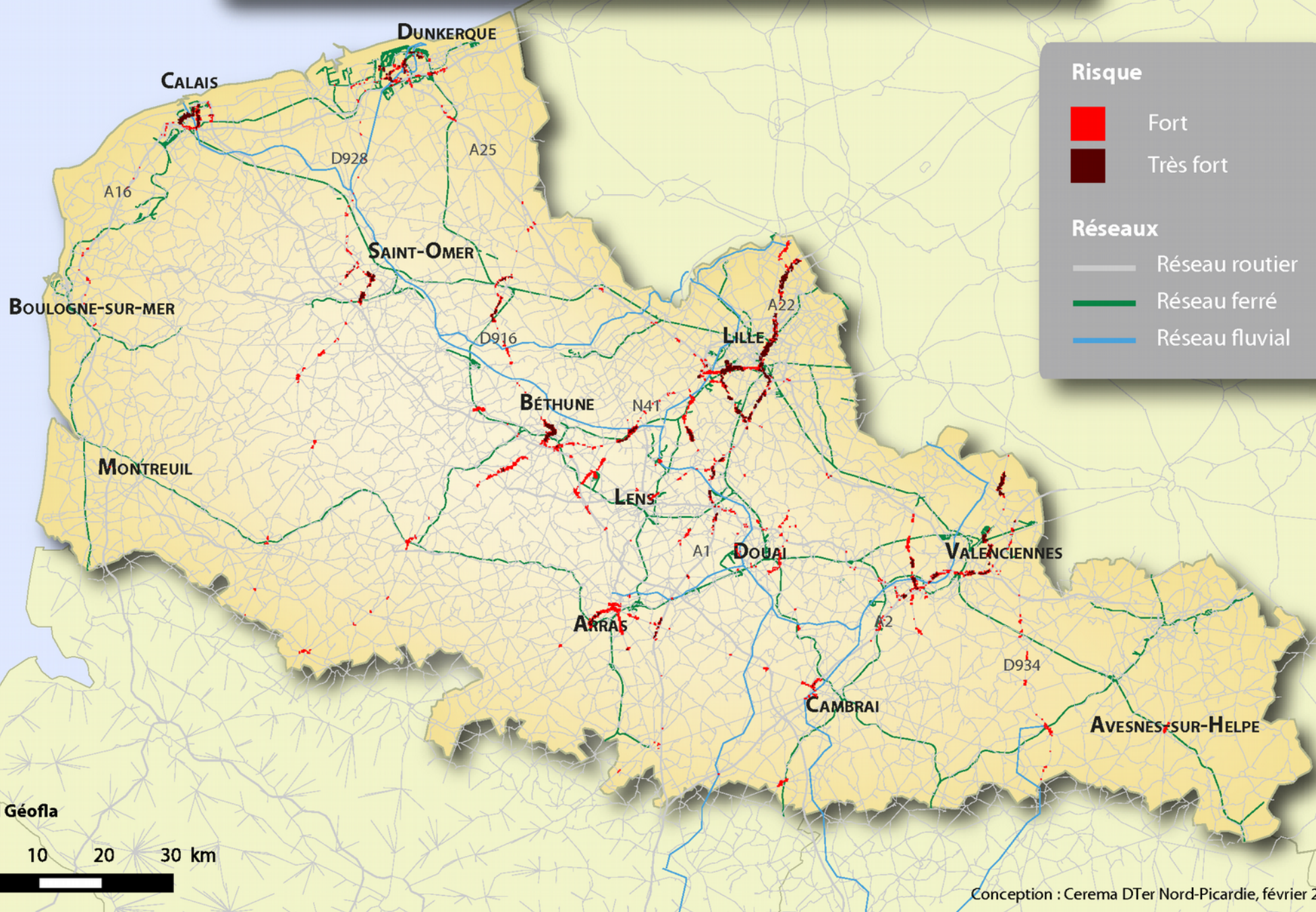
Fabrice Hasiak, Zogall Bertrand

CEREMA Direction Territoriale Nord Picardie, fabrice.hasiak@cerema.fr

2 rue de Bruxelles – 59019 Lille Cedex



Risque fort ou très fort lié au transport de matières dangereuses par route, voie ferrée ou voie fluviale



Accident TMD à Saint-Laurent-Blangy (2005)



N° 30004 09/06/2005 FRANCE - 62 - SAINT-LAURENT-BLANGY

H49.41 - Transports routiers de fret

Fichiers attachés :



Un train express régional (TER) percute vers 17h30 un camion chargé de 863 bouteilles pleines de butane ou de propane (6-13-35 kg), entraînant une série d'explosions. Le semi-remorque est en panne sur un passage à niveau en zone industrielle ; son conducteur utilise le téléphone relié à l'aiguillage d'Arras. Le conducteur du TER est à 200 m du passage à niveau, quand il aperçoit le camion, actionne le freinage d'urgence, puis va alerter les passagers. Le TER roule entre 30 et 50 km/h lors de la collision et transporte 150 à 200 personnes qui seront évacuées ; plusieurs souffrent de coupures ou de contusions, mais aucun blessé grave n'est à déplorer. Le 1^{er} wagon est entièrement calciné et les explosions se prolongent bien après la collision. L'incendie qui se propage à un bâtiment proche et à plusieurs voitures, sera circonscrit à 18h30. La préfecture demande en fin d'après-midi aux habitants qui résident dans cette zone de rester chez eux et de fermer leurs fenêtres par précaution. Les liaisons ferroviaires sont perturbées. Le 1^{er} BLEVE se serait produit 1 min après l'accident ; 500 bouteilles ont explosé ou ont été endommagées.