

# CARTOGRAPHIE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES MAJEURS : NOUVELLES PERSPECTIVES AVEC LES SIG

Éliane Propeck-Zimmermann \*, Loïc Ravenel \*, Thierry Saint-Gérard \*

**RÉSUMÉ.** L'élaboration d'une base de données localisées adaptée aux risques technologiques majeurs et son exploitation par un système d'information géographique ont permis d'établir une typologie des zones à risques basée sur le couple accident-vulnérabilité et d'élaborer des cartes de synthèse pouvant apporter une véritable aide à la concertation et à la prise de décision.

• BASE DE DONNÉES LOCALISÉES •  
CARTOGRAPHIE • RISQUE TECHNO-  
LOGIQUE • SIG

**ABSTRACT.** By building a localised database for major technological risks and combining it with a geographical information system, we can establish a typology of zones at risk based on the accident-vulnerability pair and produce summary maps, which can be valuable aids for consultations and decision-making.

• GIS • LOCALISED DATABASE • MAPPING •  
TECHNOLOGICAL RISK

**RESUMEN.** La elaboración de un banco de datos localizados adaptado a los riesgos tecnológicos mayores y su uso con un sistema de información geográfica, han permitido una tipología de las zonas con riesgos, establecida en la pareja accidente-vulnerabilidad. Se elaboran mapas sintéticos, las que pueden ofrecer una verdadera ayuda a la concertación y a la toma de decisiones.

• BANCO DE DATOS LOCALIZADOS • CAR-  
TOGRAFÍA • RIESGO TECNOLÓGICO

Le risque est une éventualité et les conséquences peuvent être variables selon l'environnement associé aux sources de danger. Cela peut se formuler  $r = a \cdot v$  où  $r$  est le risque,  $a$  (comme aléa) la probabilité d'occurrence d'un événement pouvant entraîner certains dommages (ou effets) dans une aire donnée, et  $v$  les conséquences potentielles compte tenu des caractéristiques géographiques de l'espace qui environne les installations dangereuses. Le couple probabilité-conséquence apparaît central dans l'appréhension des risques et leur différenciation spatiale.

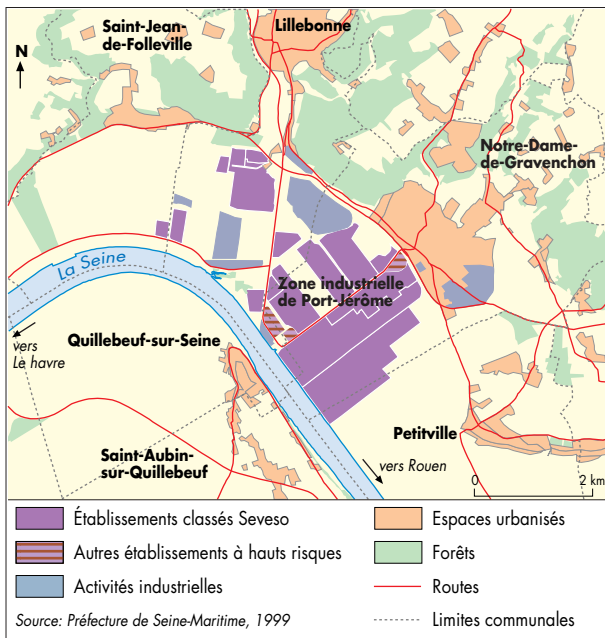
Il est très difficile de prendre la mesure d'un risque lié au dysfonctionnement d'un système technique complexe, dont la probabilité est très faible mais le potentiel catastrophique très élevé, comme l'explosion de l'usine chimique de Toulouse en septembre 2001. Les effets sur l'environnement ne sont pas prévisibles avec certitude ni dans l'espace, ni

dans le temps. Une évaluation complète des risques doit se faire en différentes étapes et à l'aide de différents paramètres : identification des scénarios d'accident, estimation de leur probabilité, calcul de l'extension des conséquences en tant qu'effets des accidents potentiels, évaluation des conséquences en fonction des enjeux. Les documents cartographiques dont on dispose en général sont sommaires ; ils représentent surtout les enveloppes supposées des effets d'un accident potentiel. Peut-on faire mieux ?

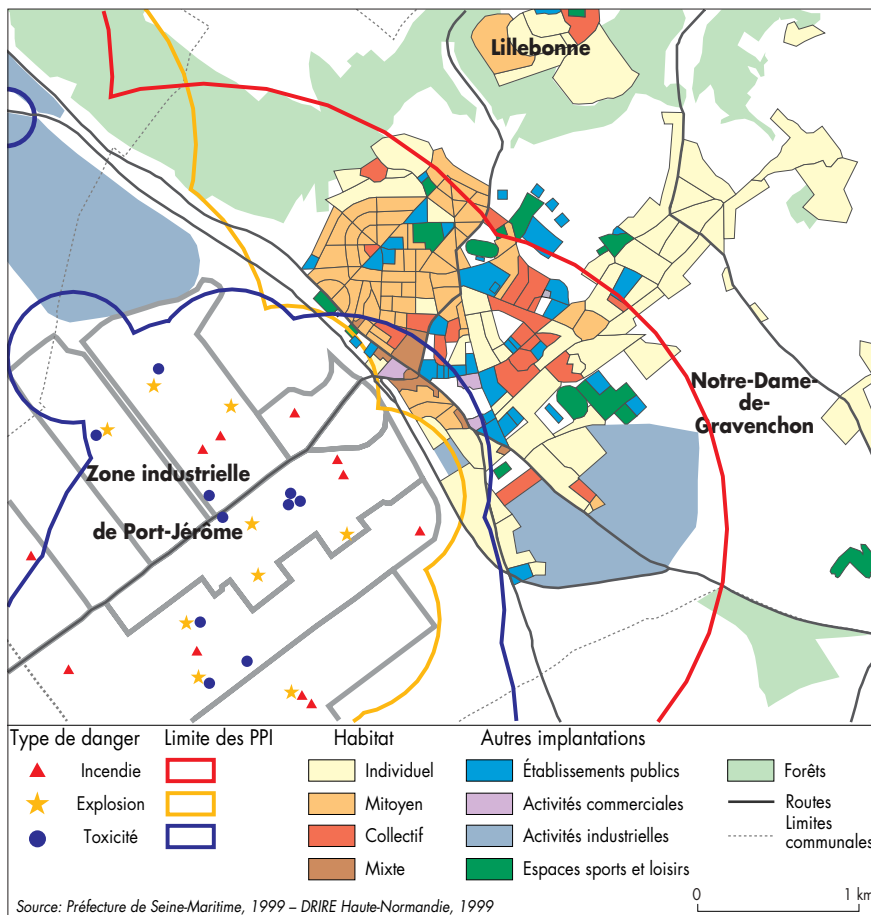
## Une base de données adaptée aux risques

Une étude sur le site industriel de Port-Jérôme à Notre-Dame-de-Gravenchon en Seine-Maritime (fig. 1) nous a permis d'élaborer une base de données localisées de façon à permettre, grâce aux fonctionnalités des SIG, la production et la visualisation d'une information plus complète.

\* Département de Géographie, GEOSYSCOM, UMR 6063-CNRS, Université de Caen. E-mail : propeck@mrsh.unicaen.fr ; ravenel@geo.unicaen.fr  
DAO réalisé par Denise Moreau, MRSH Caen.



1. Site industriel de Port-Jérôme



La zone groupe dix établissements à haut risque dont neuf sont visés par la directive européenne Seveso (1), dont deux raffineries de pétrole et des usines chimiques associées.

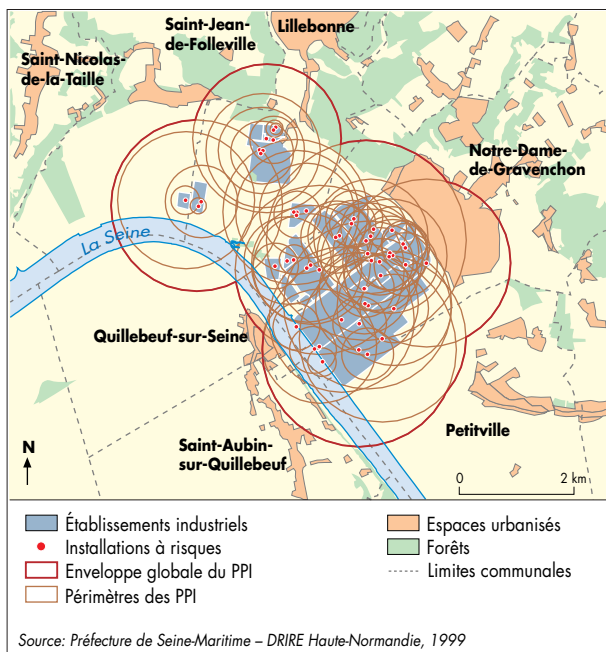
Concernant l'aléa, les informations primordiales pour la connaissance et la gestion des risques technologiques majeurs sont la localisation des installations les plus dangereuses, l'extension géographique des effets des accidents potentiels et les probabilités d'occurrence de ces accidents. Concernant les vulnérabilités, les données ont trait aux différents éléments exposés (population, biens matériels, activités économiques, éléments naturels) et aux facteurs associés (densité de population, type de bâti, perméabilité des sols, etc.). La densité de population est considérée comme l'un des principaux facteurs aggravants.

La Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) ne disposant pas d'un fichier de l'ensemble des installations à risque, des scénarios d'accident et des périmètres sensibles, le document de base est le

Plan particulier d'intervention (PPI) de la zone industrielle de Port-Jérôme réalisé en 1994 et en cours de révision (2). Il fournit des « enveloppes » ou périmètres de risques (fig. 2). Les accidents susceptibles de se produire dans les différentes installations n'y figurent pas de façon exhaustive et seuls les périmètres correspondant aux blessures irréversibles y sont représentés; la base géographique du PPI correspond aux zones d'effets du scénario le plus pénalisant de chaque installation. Les industriels n'ont pas paru en mesure de fournir les données de probabilité des risques: des tables existent pour des installations standardisées comme le stockage de gaz liquide, non pour des usines chimiques complexes et distinctes.

## 2. Enveloppes d'aléas et urbanisation

Les enveloppes PPI des aléas correspondent, pour chaque type d'aléa – incendie, explosion, toxicité – à l'extension globale des périmètres PPI de toutes les installations classées Seveso.



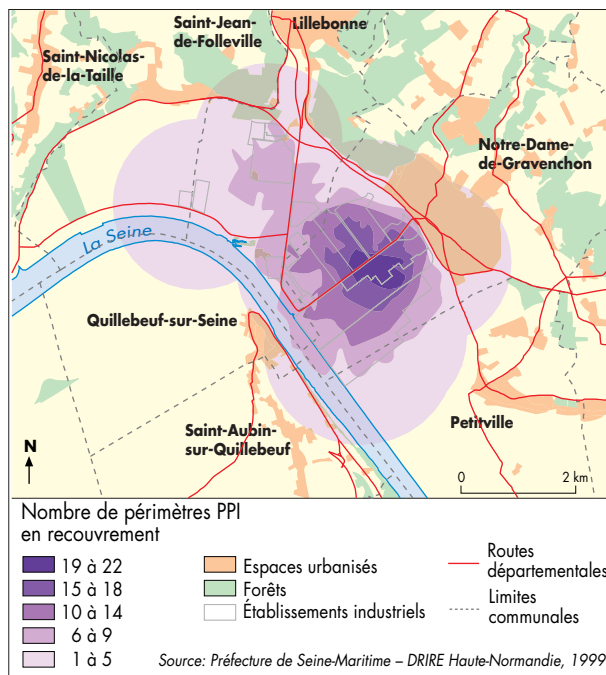
3a. Périèmes PPI des installations classées Seveso

Des données démographiques ont été obtenues à l'INSEE ; comme il ne les fournit pas au niveau de l'îlot du fait des restrictions de la CNIL, il a fallu en estimer les populations en fonction du type d'habitat, défini sur le terrain. On a trouvé en mairie les informations sur les établissements recevant du public (ERP), à la Direction régionale de l'équipement (DRE) celles sur les activités économiques.

### SIG et spatialisation des risques

Les services compétents font appel à deux échelles cartographiques : le 1:10 000 ou le 1:25 000 pour afficher les risques, organiser les secours ou servir de référence lors des négociations ; la grande échelle cadastrale pour la prise en compte des risques dans les documents d'urbanisme. Le 1:25 000 permet d'avoir une vue globale des risques sur un format maniable, tout en restant assez précis. L'exploitation de la base de données par un SIG permet de représenter de façon claire et harmonisée les informations utiles à l'ensemble des partenaires, de mettre en relation ces informations par superposition de couches d'information, de montrer des évolutions et surtout de construire des cartes de synthèse.

Une fonctionnalité particulièrement intéressante des SIG est la combinaison de plans (ou cartes) grâce à l'algèbre booléenne (et, ou, non, ou exclusif, etc.) dès lors que les



**3b. Exposition aux aléas.** La méthode de délimitation des zones d'exposition aux aléas consiste, partant de l'ensemble des périèmes de danger répertoriés et représentés sur la figure 3a, à créer des polygones par intersection topologique des différents cercles afin de calculer pour chaque polygone le nombre de périèmes de dangers en recouvrement. La carte a été réalisée à partir des installations classées Seveso retenues dans le cadre de l'élaboration du PPI et des scénarios d'accident majorants de ces installations, or comme nous l'avons indiqué précédemment, il ne s'agit là que d'un échantillon des scénarios d'accident possibles. Ainsi la carte basée sur le nombre de périèmes de dangers en recouvrement serait probablement différente avec des données exhaustives.

légendes des plans ont été conçues dans cet esprit. Les premiers traitements ont eu pour but d'établir de nouvelles cartes des aléas, notamment une carte hiérarchisant dans l'espace l'exposition aux aléas ; un deuxième ensemble de traitements a consisté à mettre en place des requêtes élaborées à partir notamment du croisement aléa-vulnérabilité ; un troisième a permis d'établir une typologie des zones à risques et une carte de synthèse.

### L'exposition aux aléas

L'idée de départ était de définir en chaque point de l'espace un « niveau d'aléa », compte tenu de l'extension géographique des différents scénarios d'accident et de leur probabilité d'occurrence. Il s'agissait donc d'élaborer une carte d'isoprobabilités (3). Les données de probabilité étant

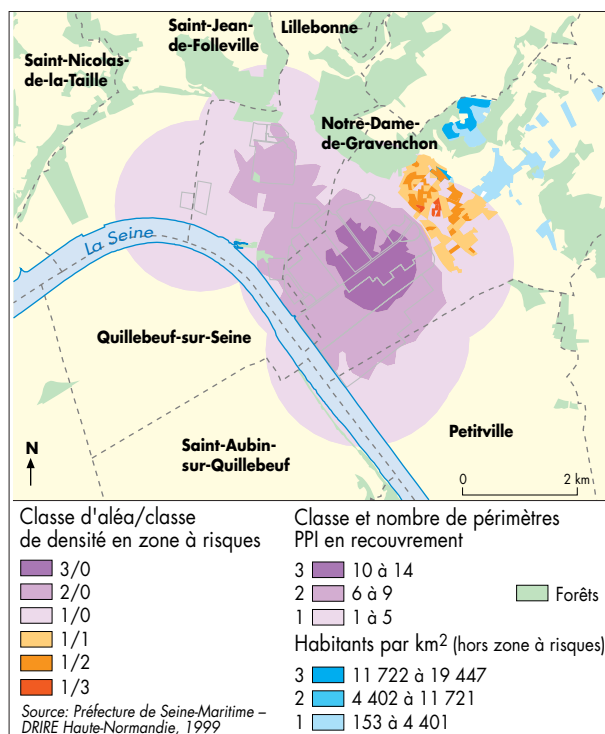
absentes ou confidentielles, nous avons affecté une valeur 1 à chaque scénario d'accident assorti d'un périmètre de danger; il ne s'agit donc pas d'isoprobabilités mais de zones hiérarchisées en fonction du nombre de périmètres PPI affectant chaque zone. À l'intérieur de l'enveloppe globale des périmètres PPI, chaque lieu est inclus dans le périmètre d'au moins une installation; par le jeu de leurs recouvrements mutuels, les périmètres de dangers des différentes installations définissent des secteurs où coïncident un plus ou moins grand nombre de périmètres, et peuvent être ainsi hiérarchisés (fig. 3).

La zone la plus exposée ne correspond pas forcément à celle où se trouvent le plus d'installations, l'accident étant ponctuel mais l'effet zonal; les zones d'effet d'un accident ont ainsi une emprise sur l'espace qui a sa propre dynamique, avec des effets de recouvrement. Ceci plaide pour une gestion globale des risques à l'échelle d'une zone industrielle, et non seulement d'une gestion par établissement.

### Des requêtes élaborées

Trois types de demandes intéressant les professionnels de l'intervention et l'aménageur ont été mis au point.

- Calcul du nombre de personnes potentiellement affectées par un accident : le périmètre de danger étant connu, on fait la somme du nombre de personnes enregistrées en son sein; l'utilisateur peut définir de façon interactive une distance de danger donnée, ce qui permet de redéfinir les périmètres de danger et de faire les requêtes à différents intervalles de temps suivant l'évolution de la situation accidentelle. Au bas de l'écran sont mentionnés le nom de l'établissement, le type d'installation, la population résidente et la population des ERP. Pour obtenir la population réellement présente dans la zone, il faudrait intégrer les populations au lieu de travail et une méthode d'estimation de la « population présente » en ces différents lieux selon les différents moments de la journée, de la semaine et de l'année. Nous envisageons aussi d'intégrer dans le SIG un modèle de dispersion atmosphérique permettant d'affiner l'étendue des effets d'un nuage toxique.
- Identification des sirènes à actionner en cas d'accident : le traitement permet, après avoir sélectionné une installation quelconque, de tracer le périmètre PPI de l'installation et de mettre en évidence les sirènes dont la portée moyenne interfère avec le périmètre PPI.



### 4. Spatialisation du risque : conjonction aléas/vulnérabilités.

L'opération a consisté à combiner les cartes d'« exposition aux aléas » et de « densité de population ». À partir des données se rapportant à ces deux types de cartes ont été définies, grâce à des opérateurs spatiaux, de nouvelles entités auxquelles ont été affectées les données de la variable de synthèse.

- Recherche d'un emplacement pour un nouvel établissement industriel en fonction de critères donnés : par exemple, un lieu dont le niveau d'exposition est inférieur à un seuil donné, ou un lieu non inclus dans un périmètre de danger correspondant à un type d'aléa donné : incendie, explosion, toxicité.

### Une carte de synthèse des risques

L'objectif de la dernière phase était d'établir et d'exprimer graphiquement une typologie des zones à risques en tenant compte à la fois des dangers liés aux installations à risques et des vulnérabilités de la zone, et ainsi d'élaborer une carte de synthèse délimitant et hiérarchisant des zones à risques homogènes. La méthode a consisté à définir une « classe de risque » comme conjonction d'une classe d'aléa (rouge) et d'une classe de vulnérabilité (bleu). Le couple aléa-vulnérabilité est converti en une variable unique d'ampleur et d'étendue du risque.



Les trois premières classes de la figure 4 correspondent à une exposition aux aléas plus ou moins élevée et à une densité de population nulle; elles sont exprimées par un dégradé de rouge; les trois suivantes correspondent à une densité de population plus ou moins élevée dans un périmètre de risque, et sont exprimées en violet (combinaison de l'aléa et de la densité); il reste à l'extérieur trois zones de densités hors périmètre de risques, qui sont colorées en bleu.

Ces cartes apportent une information nouvelle. Leur lecture nécessite un apprentissage. Le problème le plus délicat est celui de la conception d'une légende adaptée. Les SIG permettent d'élaborer des espaces de synthèse, dont il faut pouvoir exprimer clairement la complexité sans la dénaturer. Il est donc nécessaire de se doter d'une sémiologie graphique adaptée.

(1) Directive du 24 juin 1982 concernant les risques d'accidents majeurs de certaines activités industrielles, modifiée le 9 décembre 1996 (Seveso II).

(2) Le Plan particulier d'intervention (PPI), préparé et arrêté par le préfet, définit l'organisation des secours en cas d'accident très grave, dont les conséquences débordent l'enceinte de l'usine et menacent la sécurité des populations et la qualité de l'environnement.

(3) L'approche probabiliste néerlandaise d'évaluation des risques détermine des contours d'isorisque individuel correspondant aux zones d'effets de létalité pondérées par les niveaux de probabilité. Les courbes traduisent la probabilité qu'a un individu de mourir d'un accident industriel selon sa localisation par rapport à la source de danger.

## Références bibliographiques

ALE B.J.M. (dir.), 1998, RISK 97 «International Conference Mapping Environmental Risks and Risk Comparison», *Journal of Hazardous materials*, Volume 61, n° 1-3, août.

ZIMMERMANN E., 1994, *Risque technologique majeur : conditions de production et rôle des outils cartographiques dans le processus d'identification et de gestion*, thèse de l'Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 301p.

## Pour en savoir plus sur les risques industriels et l'explosion de l'usine AZF grâce à Internet

- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement : nouveau site proposant un débat national sur les risques industriels (et un dossier consacré à l'explosion de l'usine AZF). <http://debat-risques.environnement.gouv.fr/mate/>
- Direction régionale de l'industrie, de l'environnement et de la recherche (DRIRE) : rubrique « Industrie et Environnement » : dossier sur la question en Midi-Pyrénées, ainsi que sur la catastrophe de Grande-Paroisse. <http://www.midi-pyrenees.drire.gouv.fr/env/index.asp>
- Préfecture de la Région Midi-Pyrénées et de la Haute-Garonne : site cartographique et d'information sur les risques majeurs dans la région. [http://www.caplaser.fr/sitesclients/risquesmajeurs31/Prefecture/cadre\\_prefecture.htm](http://www.caplaser.fr/sitesclients/risquesmajeurs31/Prefecture/cadre_prefecture.htm)
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement : prévention des pollutions et des risques majeurs, rubriques « Risques industriels » et « dernières publications », (en haut de page). <http://www.environnement.gouv.fr/actua/cominfos/dosdir/DIRPPR/dosdppr.htm#risqind>
- *La Dépêche* : dossier sur « l'explosion à l'usine AZF ». [http://www.ladepeche.com/dos\\_statique.htm](http://www.ladepeche.com/dos_statique.htm)
- *Tout Toulouse* : dossier AZF de l'hebdomadaire toulousain. <http://www.tout-toulouse.com/archives/AZF.html>

- *Le Monde* : dossier « Toulouse et l'explosion de l'usine AZF ». <http://www.le-monde.fr/dossier/0,5987,3263-3971--,00.html>
- InterCarto.com : petit dossier cartographique sur l'accident de l'usine AZF et les industries classées Seveso. [http://www.intercarto.com/html/actualite/article\\_toulouse.htm](http://www.intercarto.com/html/actualite/article_toulouse.htm)
- Observatoire régional de l'air en Midi-Pyrénées (ORAMIP) : données actuelles et consécutives à l'accident de l'usine AZF. <http://www.oramip.org/Master.htm>
- Société française de chimie : voir notamment « les dossiers de la SFC », pour connaître l'avis des experts sur la catastrophe. <http://www.sfc.fr>
- IUT de Lorient : cours en ligne de Jacqueline Martinet sur les risques industriels majeurs. <http://www.ac-grenoble.fr/webcurie/risqmaj/seveso/jmartinet/jmartinet.html#ancre563068>
- Jurisques.com : des avocats spécialisés dans les risques industriels majeurs proposent un dossier sur les aspects juridiques de la question. <http://www.jurisques.com/jfcri.htm>
- Planetecologie (encyclopédie thématique en ligne) : page recensant quelques dates de sinistre mémoire. <http://www.planetecologie.org/ENCYCLOPEDIE/Pionniers/17DATES/1dates1.htm>. – Mathieu Vidal

# Le miracle athénien au XX<sup>e</sup> siècle

**Guy Burgel**

*Nouvelle collection CNRS PLUS format Poche*



Emblématique et singulière, et si l'Athènes contemporaine était simplement exemplaire. Certes, avec l'Acropole et le Parthénon, le soleil et la mer, la capitale de la Grèce symbolise la ville de toujours et l'attrance irrésistible pour la Méditerranée. Mais cette région urbaine de 4 millions d'habitants est aussi une ville nouvelle : refondée au XIX<sup>e</sup> siècle en même temps que l'État national, c'est à la mesure du vieux continent une Brasilia européenne. En cela, elle représente tout ce que l'urbanisation actuelle apporte : le mythe et le gigantisme, le patrimoine et la modernité, le local et le mondial. C'est le sens de ce nouveau miracle athénien.

**Collection CNRS PLUS format Poche**

**12 x 19 cm - 364 pages - 9 dessins**

Pour trouver et commander nos ouvrages :

**LA LIBRAIRIE de CNRS ÉDITIONS, 151 bis, rue Saint-Jacques - 75005 PARIS**

Tél. : 01 53 10 05 05 - Télécopie : 01 53 10 05 07 - Mél : [librairie@cnrseditions.fr](mailto:librairie@cnrseditions.fr)

**Site Internet : [www.cnrseditions.fr](http://www.cnrseditions.fr)**

Frais de port par ouvrage : France : 4,57 Euros - Etranger : 5,34 Euros

Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à contacter

**le Service clientèle de CNRS ÉDITIONS, 15, rue Malebranche - 75005 Paris**

Tél : 01 53 10 27 07/09 - Télécopie : 01 53 10 27 27

Mél : [cnrseditions@cnrseditions.fr](mailto:cnrseditions@cnrseditions.fr)