



MESURE DES IMPACTS ÉCONOMIQUES DES TRAVAUX GÉOSCIENTIFIQUES DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Charles Maurice, Daniel Lamothe et Charles Roy

Mesure des impacts économiques des travaux géoscientifiques de Géologie Québec

Charles Maurice, Daniel Lamothe et Charles Roy

PRO 2009-05

Introduction

La Direction générale de Géologie Québec du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) est responsable du développement de la connaissance géoscientifique du territoire et son mandat a été réaffirmé et précisé en juin 2009 dans le cadre de la stratégie minérale du Québec (Gouvernement du Québec, 2009). Géologie Québec a pour mission d'acquérir, de traiter et de diffuser des connaissances géoscientifiques sur les ressources minérales du Québec dans le but d'évaluer et de promouvoir le potentiel minéral des régions dans une perspective de développement durable. L'organisation effectuée l'acquisition de nouvelles données géoscientifiques sur l'ensemble du territoire québécois, intègre les données acquises par l'industrie de l'exploration minière et procède à leur mise en valeur et à leur diffusion. Ces données, accessibles via le Système d'Information Géominière du Québec (SIGÉOM, <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/produits-services/mines.jsp>), sont utilisées par l'industrie de l'exploration minière afin de prendre des décisions stratégiques concernant leurs activités. Ces compagnies privées amassent donc de nouvelles données sur des terrains ciblés, lesquelles sont à leur tour intégrées dans le SIGÉOM grâce au dépôt des travaux statutaires. Ce modèle d'intégration de données géoscientifiques perdure depuis de nombreuses années et a permis de constituer une banque de données publique en constante évolution et fournissant une image globale et actuelle de la connaissance. Elle sert ainsi à l'évaluation du potentiel minéral québécois et au développement de nos ressources minérales.

Le suivi des prises des titres miniers et des investissements en exploration de l'industrie de l'exploration minière permet de mesurer l'impact des travaux d'acquisition de nouvelles données géoscientifiques et d'évaluation de potentiel minéral effectués par Géologie Québec. Nous présentons dans ce document des indicateurs permettant de quantifier les impacts à court et moyen termes de ces travaux. Bien qu'il soit difficile d'établir un lien direct entre les travaux de Géologie Québec et les découvertes minières qui se

concrétisent souvent de nombreuses années plus tard, ces indicateurs illustrent la pertinence des investissements du gouvernement québécois dans ce domaine d'activité.

Impacts des travaux géoscientifiques régionaux

Géologie Québec réalise des travaux d'acquisition de nouvelles données géoscientifiques sur l'ensemble du territoire québécois afin d'améliorer le niveau de connaissance. Ces travaux permettent de stimuler la recherche de nouveaux gisements en fournissant à l'industrie de nouvelles données et de nouveaux modèles d'exploration. L'augmentation de la connaissance est stratégique afin de rendre les investissements d'exploration plus efficaces, surtout dans les territoires éloignés moins connus.

Afin de promouvoir le potentiel minéral du territoire, Géologie Québec oriente ses travaux vers les régions où l'activité d'exploration minière est faible et les connaissances géologiques limitées. Ces régions correspondent souvent à des secteurs offrant peu ou pas d'infrastructures d'accès. Il est donc difficile d'y acquérir de nouvelles données, ce qui nécessite des programmes ambitieux demandant une logistique complexe, un savoir faire particulier et des investissements importants. Pour démontrer l'importance de l'acquisition continue de nouvelles données géoscientifiques, il est indispensable de mesurer les impacts de ces travaux sur l'activité des compagnies d'exploration. Cette tâche est toutefois compliquée par différents facteurs, notamment le degré de connaissance d'un territoire donné, l'accès aux infrastructures routières ou la vigueur des marchés économiques. La figure 1 présente néanmoins l'évolution dans le temps de la répartition des investissements en acquisition de connaissance par Géologie Québec et ceux en exploration par l'industrie sur deux vastes régions, soit le territoire de la Baie-James (figure 1a) et celui visé par le Programme Grand Nord (figure 1b).

Malgré les efforts soutenus de plusieurs compagnies d'exploration minières sur des zones ciblées de la Baie-James au début des années 1990, les connaissances géoscientifiques de ce territoire demeuraient limitées. La volonté du gouvernement de mieux évaluer le potentiel minéral de cette vaste région a jeté les bases du Programme « Moyen Nord » (Beaumier *et al.*, 1994; Chartrand et Gauthier, 1995). Initié en 1995, ce programme a entraîné la publication de quinze rapports géologiques couvrant 34 cartes à l'échelle de 1/50 000 et quatre à l'échelle de 1/250 000 (voir les références incluses dans : Lamothe *et al.*, 2000; Simard et Gosselin, 1999; Goutier *et al.*, 2002; Moukhsil *et al.*, 2003). Le niveau des investissements annuels par l'industrie de l'exploration minière sur ce territoire est demeuré relativement stable pendant les années de cartographie de Géologie Québec, entre 1997 et 2001 (tableau 1; figure 1a). Alors que Géologie Québec se retirait de la région, les investissements en exploration minérale progressaient jusqu'en 2003. À partir de 2004, le contexte économique favorable et la découverte du gisement Éléonore ont eu un effet majeur sur les investissements annuels de l'industrie de l'exploration minière qui ont rapidement franchi la barre des 100 M\$. Cette augmentation spectaculaire des investissements est probablement liée en bonne partie à la découverte du gisement Éléonore. Toutefois, les efforts soutenus de Géologie Québec pour développer la connaissance géoscientifique et l'expertise géologique sur le territoire de la Baie-James ont été essentiels à la promotion du potentiel minéral de cette région. Ces investissements publics ont stimulé et appuyé les stratégies d'exploration agressives de l'industrie privée. Tandis qu'à peine 7,7 % des investissements en exploration de l'ensemble du Québec étaient enregistrées sur le territoire de la Baie-James en 1997, c'était 22,1 % en 2008. Depuis 1997, l'industrie de l'exploration minière a investi 421,9 M\$ sur ce territoire, tandis que Géologie Québec a fait des investissements de 22,0 M\$, soit une proportion d'environ 19:1.

Simultanément au Programme Moyen-Nord, Géologie Québec entreprenait un programme de cartographie du nord québécois (figure 1b). Ce programme, réalisé dans une région dépourvue d'infrastructure routière, allait devenir un des plus ambitieux réalisés au Canada. Le Programme « Grand Nord » aura permis entre 1997 et 2003 d'effectuer le premier levé de sédiments de fond de lac en partenariat avec l'industrie (MRN, 1998), de publier 21 rapports géologiques et cartes à l'échelle de 1/250 000 et de diffuser une synthèse géologique pour l'ensemble de cette région (Simard *et al.*, 2008 et références incluses). De 1987 à 2008, les investissements publics d'acquisition de connaissance géoscientifique y ont totalisé 40,7 M\$

(35,7 M\$ pour Géologie Québec et 5,0 M\$ pour la CGC), tandis que les investissements réalisés par l'industrie de l'exploration minière ont atteint plus du double, soit 92,9 M\$ (tableau 1; figure 1b). Entre 1987 et 1996, le total des investissements annuels publics et privés est demeuré sous les 1,5 M\$, alors que pendant le Programme Grand Nord, entre 1997 et 2003, ce niveau se situait entre 5,9 et 13,3 M\$. Finalement, l'augmentation des investissements de l'industrie de l'exploration minière après la présence de Géologie Québec sur ce territoire (figure 1b; jusqu'à 24,9 M\$ en 2007) souligne la contribution significative des travaux géoscientifiques sur le niveau d'exploration dans le nord du Québec.

Dans les cas des programmes Moyen Nord et Grand Nord, les investissements publics en acquisition de connaissance ont été accomplis avant l'engouement généralisé de l'industrie de l'exploration minière pour ces régions (figure 1). Les interventions de Géologie Québec se situant en amont de celles de l'industrie, elles constituent un levier tangible pour susciter et appuyer l'exploration minérale dans le Québec nordique. Même après les programmes Moyen Nord et Grand Nord, la connaissance géologique de ces régions demeure relativement faible (figure 2). Tel que mentionné dans la stratégie minérale du Québec (Gouvernement du Québec, 2009), de nouveaux investissements en acquisition de données géologiques seront nécessaires afin de préserver et stimuler l'activité économique dans le Québec nordique.

La base de données géominières du SIGÉOM

Le niveau de connaissance géoscientifique du territoire québécois est tributaire des documents publics et des données conservés via le Système d'Information Géominière du Québec (SIGÉOM, figure 2). Ce système contient des données de nature géoscientifique résultant des travaux réalisés par Géologie Québec, les compagnies d'exploration et d'exploitation minières et les partenaires universitaires. D'une part, le système renferme aussi bien des données brutes de nature géologique (descriptions d'affleurement, gîtes ou sondages), géophysique (électromagnétique, magnétique ou gravimétrique) ou géochimique (roche ou sédiment), que des éléments interprétés par des géologues (contacts, plis, failles...). D'autre part, le fonds documentaire (SIGÉOM-Examine) donne accès à l'ensemble de la documentation géoscientifique du Québec provenant autant des travaux de Géologie Québec (rapports géologiques et études, cartes géologiques et d'évaluation de potentiel minéral) que des travaux de l'industrie de l'exploration minière (rapports statutaires incluant les résultats de cartographie, de forage, de levés géochimiques et géophysiques).

De août 2001 à août 2009, le SIGÉOM-Examine a permis la diffusion de 88 667 rapports complets ou partiels et le SIGÉOM a quant à lui permis la diffusion de 21 552 produits géomatiques. Lors des dernières années, la région de l'Abitibi, qui possède un niveau de connaissance élevé (figure 2), a connu un fort taux de diffusion de rapports (figure 3) et de produits (figure 4). De façon contrastante, la région du Grand Nord possède un niveau de connaissance beaucoup plus faible (figure 2). Cette région profite néanmoins d'une diffusion relativement importante de rapports (figure 3) correspondante aux récents efforts de cartographie et de promotion de Géologie Québec lors du Programme Grand Nord. Malgré un niveau de connaissance relativement faible (figure 2), la région du Moyen-Nord a également connu une grande diffusion de données et de rapports (figures 3 et 4), stimulée par les découvertes récentes de l'industrie minière et les efforts d'acquisition de connaissance de Géologie Québec. Finalement, les Basses-terres du Saint-Laurent ont connu une demande importante de documents et de données qui est liée à la prospection gazière. Le suivi des commandes effectuées via le SIGÉOM permet de suivre l'évolution des travaux d'exploration au Québec et ainsi mesurer l'impact des interventions de Géologie Québec.

Une fois intégrées dans le SIGÉOM, les données brutes, les rapports et les cartes sont accessibles à tous et constituent un patrimoine géoscientifique dont la valeur de remplacement est estimée à plus de 2,5 milliards de dollars¹. L'intégration de ce patrimoine en une base de données unique permet de rechercher de l'information, de l'analyser et de la traiter de façon efficace. Il est ainsi possible de produire, entre autres, des cartes de potentiel minéral pouvant servir à l'identification de nouvelles cibles d'exploration dans des régions non jalonnées.

Impacts des travaux d'évaluation du potentiel minéral

Afin de mettre en valeur les données disponibles dans le SIGÉOM, générer des cibles et stimuler l'exploration minière, Géologie Québec a entrepris depuis plusieurs années la production de cartes d'évaluation de potentiel minéral. La construction de telles

cartes nécessite premièrement l'évaluation d'un modèle d'exploration concernant une ou plusieurs substances sur un territoire donné. Les facteurs qui sont jugés favorables au modèle sont ensuite pondérés en fonction de leur association spatiale à des gîtes connus. Les valeurs obtenues pour chacun de ces facteurs sont combinées sur une carte finale pour définir des zones de haute favorabilité susceptibles de contenir d'autres gisements du même type. Les portions non jalonnées de ces zones représentent de « nouvelles cibles » favorables pour l'exploration minière. La mesure la plus simple de l'impact à court terme de ces travaux consiste à quantifier le nombre de nouveaux titres miniers enregistrés sur ces cibles suite à leur publication. La figure 5a montre ainsi le nombre de nouveaux titres miniers jalonnés sur les territoires visés par quatre projets d'évaluation de potentiel minéral réalisés de 2005 à 2008. Ces chiffres montrent que ces travaux ont un impact réel auprès de l'industrie de l'exploration minière.

Tandis que la variation du nombre de titres miniers offre un portrait instantané de l'impact des travaux d'évaluation de potentiel, la compilation des investissements en exploration sur les cibles jalonnées offre quant à elle une appréciation de l'impact financier de ces travaux à moyen terme. Puisque les travaux statutaires de l'industrie ne sont déposés que deux ans après l'émission des titres miniers, la compilation de ces données est plus complète pour les cartes de potentiel publiées en 2005 et 2006 (figure 5b). Ainsi, ces deux projets ont généré à ce jour des investissements en exploration de 0,85 et 1,67 M\$ respectivement, soit environ 12 fois les ressources monétaires qui ont été allouées à leur production. En plus de stimuler l'exploration minière dans des secteurs négligés, la production de cartes de potentiel minéral met en valeur l'ensemble des données incorporées au SIGÉOM et contribue à diffuser une information accessible à tous.

Conclusion

Dans sa mission de stimuler l'exploration minière, Géologie Québec acquiert, traite et diffuse des données géoscientifiques qui sont ensuite archivées dans le Système d'Information Géominière (SIGÉOM). Une comparaison entre les investissements en travaux d'acquisition de connaissance reliés à deux programmes de cartographie d'envergure (Moyen Nord et Grand Nord) et ceux reliés aux travaux de l'industrie de l'exploration minière montre que les interventions de Géologie Québec amènent à court et moyen termes une augmentation significative des investissements privés en exploration. Ces résultats suggèrent que les activités d'acquisition de connaissance géoscientifique

1- La base de données SIGEOM contient 135 000 forages dont la profondeur moyenne est 155 m. En prenant un coût de remplacement à 75 \$ du mètre on obtient le chiffre de 1,6 milliard de \$ pour les seuls forages, sans compter les frais administratifs entourant les campagnes de terrain. Les levés géophysiques au sol sont au nombre de 23 000 et ceux aéroportés de 1650; ces deux éléments combinés sont estimés à 165 millions de \$. Les 11 000 levés de géologie sont estimés à 320 millions de \$. Tous ces chiffres sont conservateurs et montrent que la base de données SIGEOM constitue un patrimoine informationnel de premier plan pour l'industrie minière et la société en générale.

de Géologie Québec permettent de mieux identifier les secteurs d'intérêt économique et rendent plus efficaces les investissements de l'industrie de l'exploration minière. En intervenant ainsi, Géologie Québec stimule de façon mesurable la vigueur de l'exploration minière. Le traitement subséquent des données géoscientifiques acquises par Géologie Québec et l'industrie permet, entre autres, la production de cartes d'évaluation de potentiel minéral et l'identification de nouvelles cibles d'exploration. Les investissements ultérieurs en exploration sur ces cibles permettent également de mesurer l'impact des travaux de Géologie Québec. La valeur sans cesse croissante du SIGÉOM, ainsi qu'un engagement concerté à long terme impliquant Géologie Québec, les groupes de recherche géologique et l'industrie de l'exploration minière, sont essentiels pour favoriser la découverte future de nouvelles ressources minérales dans les terrains éloignés du nord québécois.

Remerciements

Nous tenons à remercier Sylvain Lacroix, Robert Marquis, Patrice Roy et Pierre Verpaelst pour leurs commentaires et l'aide apportée lors de la rédaction d'une version antérieure de ce document.

Références

- BEAUMIER, M. – CHARTRAND, F. – SIMARD, A., 1994 – Vers une meilleure connaissance du potentiel minéral du territoire de la Baie de James. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 94-05, 7 pages.
- CHARTRAND, F. – GAUTHIER, M., 1995 – Cadre géologique et potentiel minéral des roches archéennes du bassin de La Grande Rivière, Baie James. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 95-06, 10 pages.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C. – DAVIS, D.W. – DAVID, J. – PARENT, M., 2002 – Géologie de la région du Lac Guyer (33G/05, 33G/06 et 33G/11). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2001-15, 53 pages.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2009 – Préparer l'avenir du secteur minéral québécois. Stratégie minière du Québec. Gouvernement du Québec, Bibliothèque nationale du Québec; ISBN 978-2-550-52907-1, 48 pages.
- LAMOTHE, D., 2009 – Évaluation du potentiel minéral pour les gîtes porphyriques de Cu-Au ± Mo de la Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; EP 2009-01, 54 pages.
- LAMOTHE, D., 2008 – Évaluation du potentiel en minéralisations de type or orogénique de la Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; EP 2008-01, 54 pages.
- LAMOTHE, D. – HARRIS, J.R., 2006 – Évaluation du potentiel en minéralisations de type or orogénique des roches archéennes de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec ; EP 2006-01, 64 pages.
- LAMOTHE, D. – HARRIS, J.R. – LABBÉ, J.Y. – DOUCET, P. – HOULE, P. – MOORHEAD, J. – DION, C. – SAVARD, R. – MELANCON, M., 2005 – Évaluation du potentiel en minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes (SMV) pour l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec; EP 2005-01, 99 pages.
- LAMOTHE, D. – THÉRIAULT, R. – LECLAIR, A., 2000 – Géologie de la région du lac Nitchequon (23E). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 99-14, 40 pages.
- LECLAIR, A. – LABBÉ, J.-Y. – BERCLAZ, A. – DAVID, J. – GOSSELIN, C. – LACOSTE, P. – MADORE, L. – MAURICE, C. – ROY, P. – SHARMA, K.N.M. – SIMARD, M., 2006 – Government geoscience stimulates mineral exploration in the Superior Province, northern Quebec. Geoscience Canada; volume 33, no. 2, pages 60-75.
- MOUKHSIL, A. – LEGAULT, M. – BOILY, M. – DOYON, J. – SAWYER, E. – DAVIS, D.W., 2003 – Synthèse géologique et métallogénique de la ceinture de roches vertes de la moyenne et de la Basse Eastmain (Baie-James). Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec; ET 2002-06, 57 pages.
- MRN, 1998 – Résultats d'analyses de sédiments de fond de lacs, Grand-Nord du Québec. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 98-01 (données numériques).
- SIMARD, M. – GOSSELIN, C., 1999 – Géologie de la région du lac Lichteneger. Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-15, 26 pages.
- SIMARD, M. – LABBÉ, J.-Y. – MAURICE, C. – LACOSTE, P. – LECLERC, A – BOILY, M., 2008 – Synthèse du Nord-Est de la Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; MM 2008-02, 196 pages.

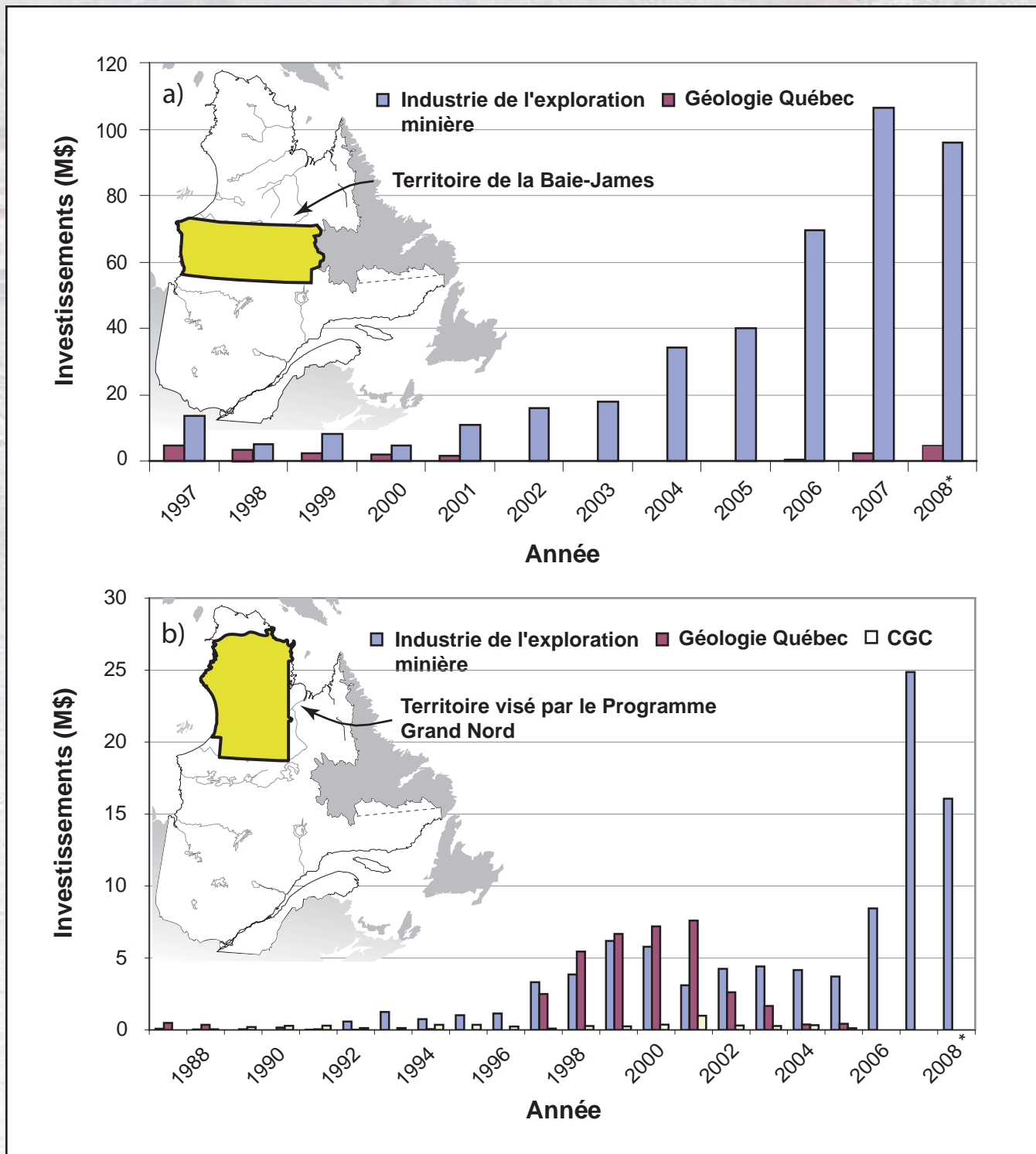


Figure 1 - Évolution comparative des investissements réalisés par l'industrie de l'exploration minière, Géologie Québec et la Commission géologique du Canada (CGC) : **a**) sur le territoire de la Baie-James entre 1997 et 2008; **b**) sur le territoire visé par le Programme Grand Nord du entre 1987 et 2008 (source des données au tableau 1; figure 1b modifiée de Leclair *et al.*, 2006).

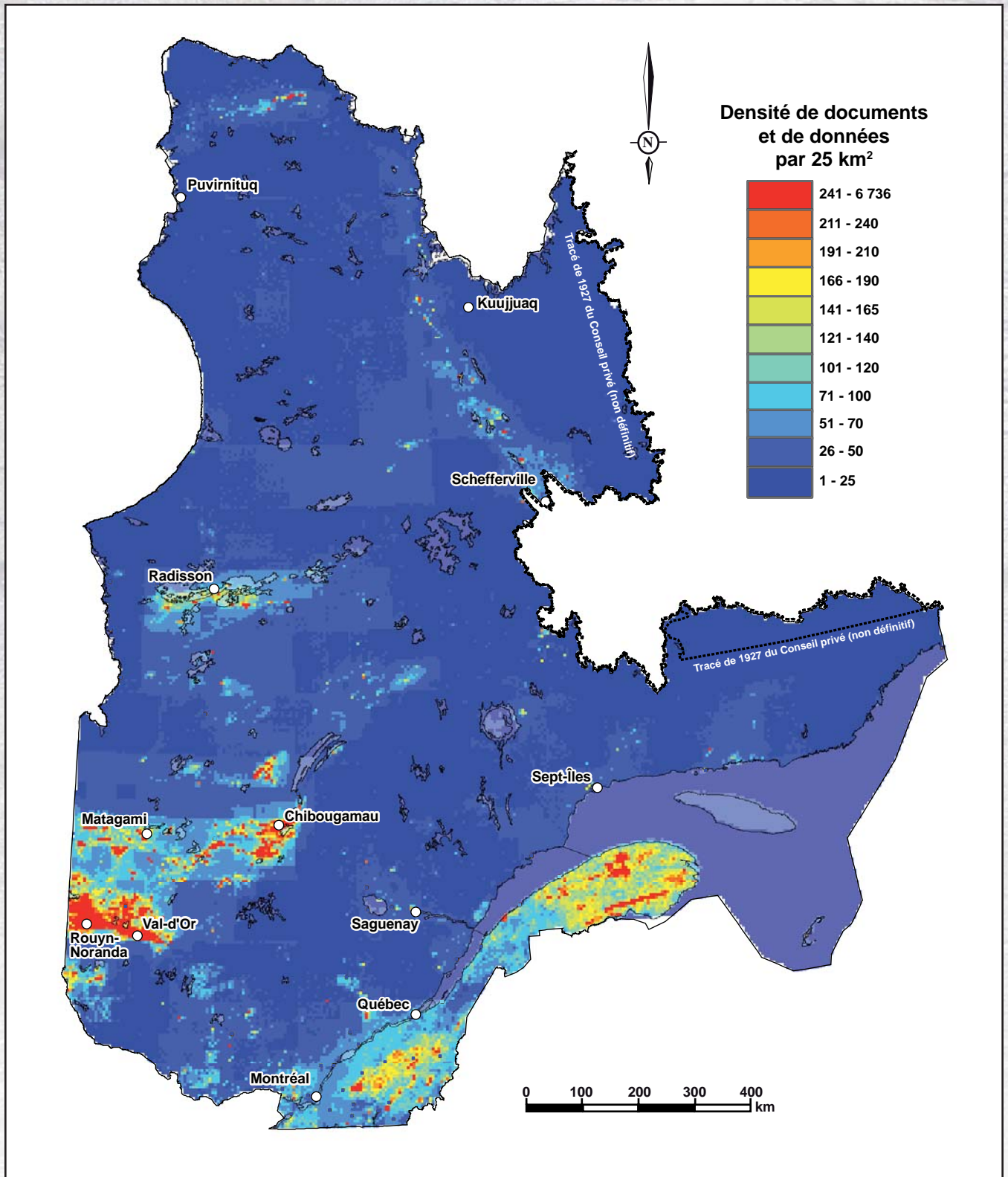


Figure 2 - État actuel de la connaissance géoscientifique du territoire québécois. L'image représente la densité par 25 km² du nombre de documents provenant de SIGÉOM-Examine combinée à la densité des données ponctuelles disponibles dans le SIGÉOM (forages, analyses géochimiques, données INPUT, descriptions d'affleurement...).

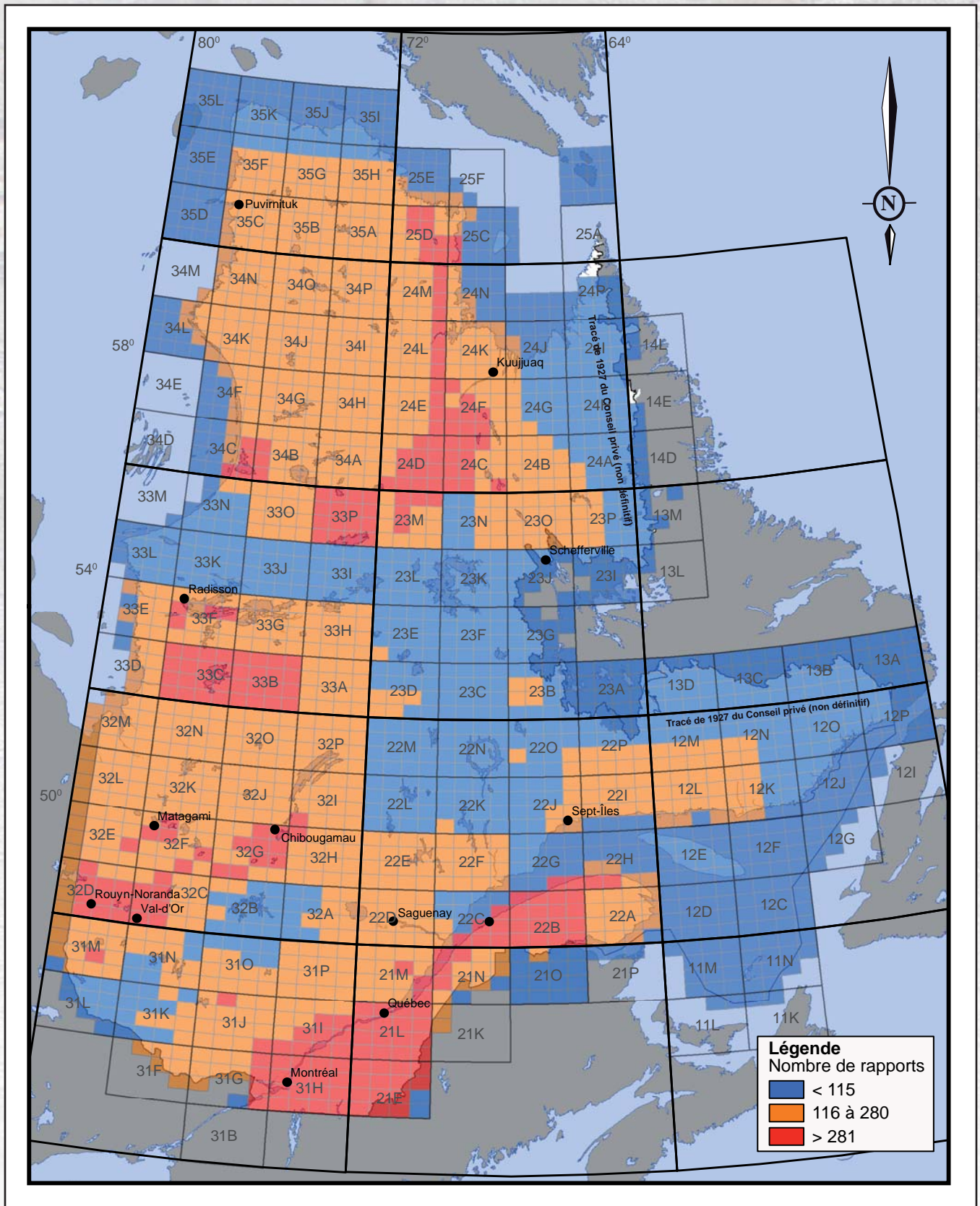


Figure 3 - Répartition par feuillet SNRC 50 000 des 88 667 rapports complets ou partiels diffusés par le SIGÉOM-Examine, entre août 2001 et août 2009.

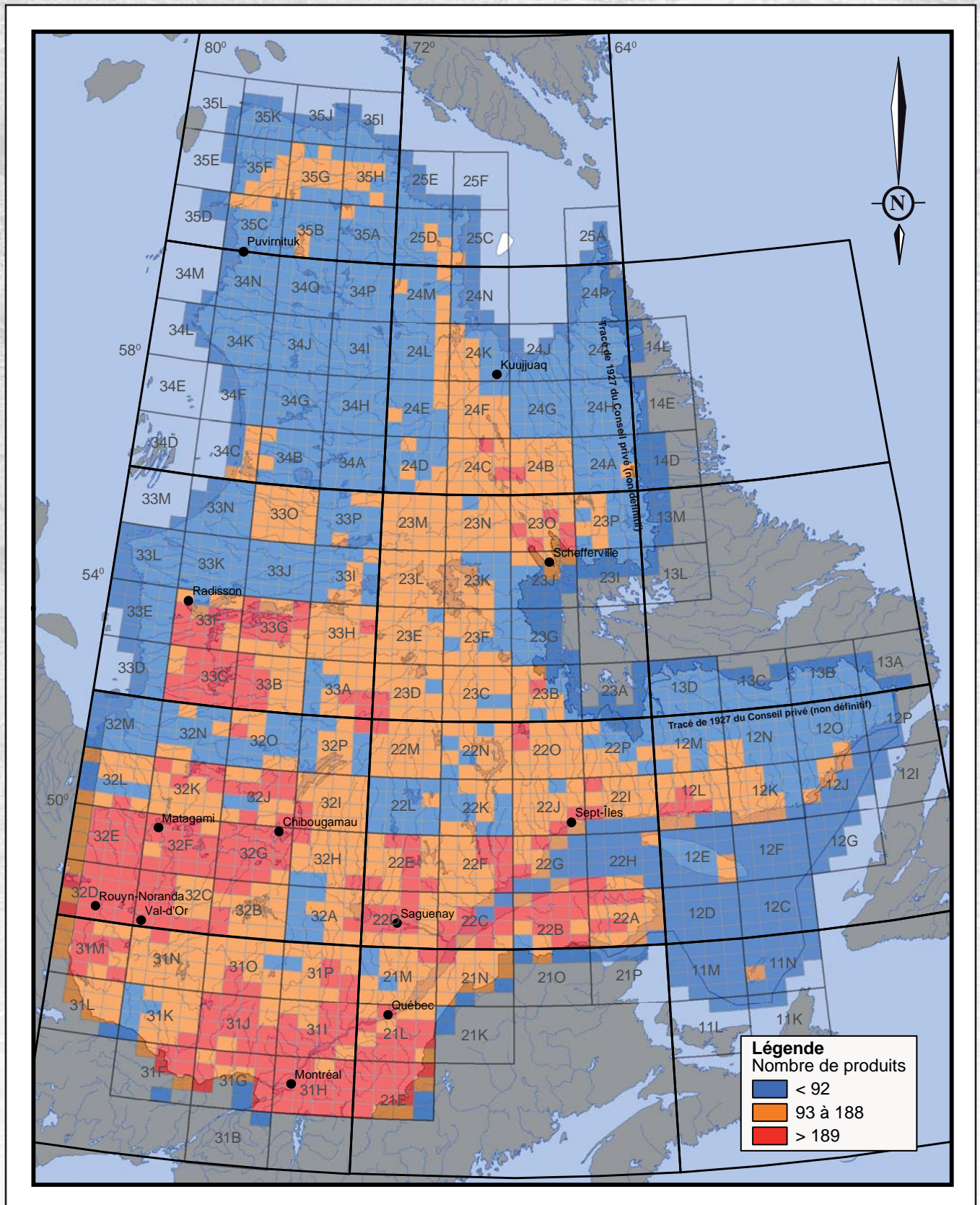


Figure 4 - Répartition par feuillet SNRC 50 000 des 21 552 produits géomatiques diffusés par le SIGÉOM, entre août 2001 et août 2009.

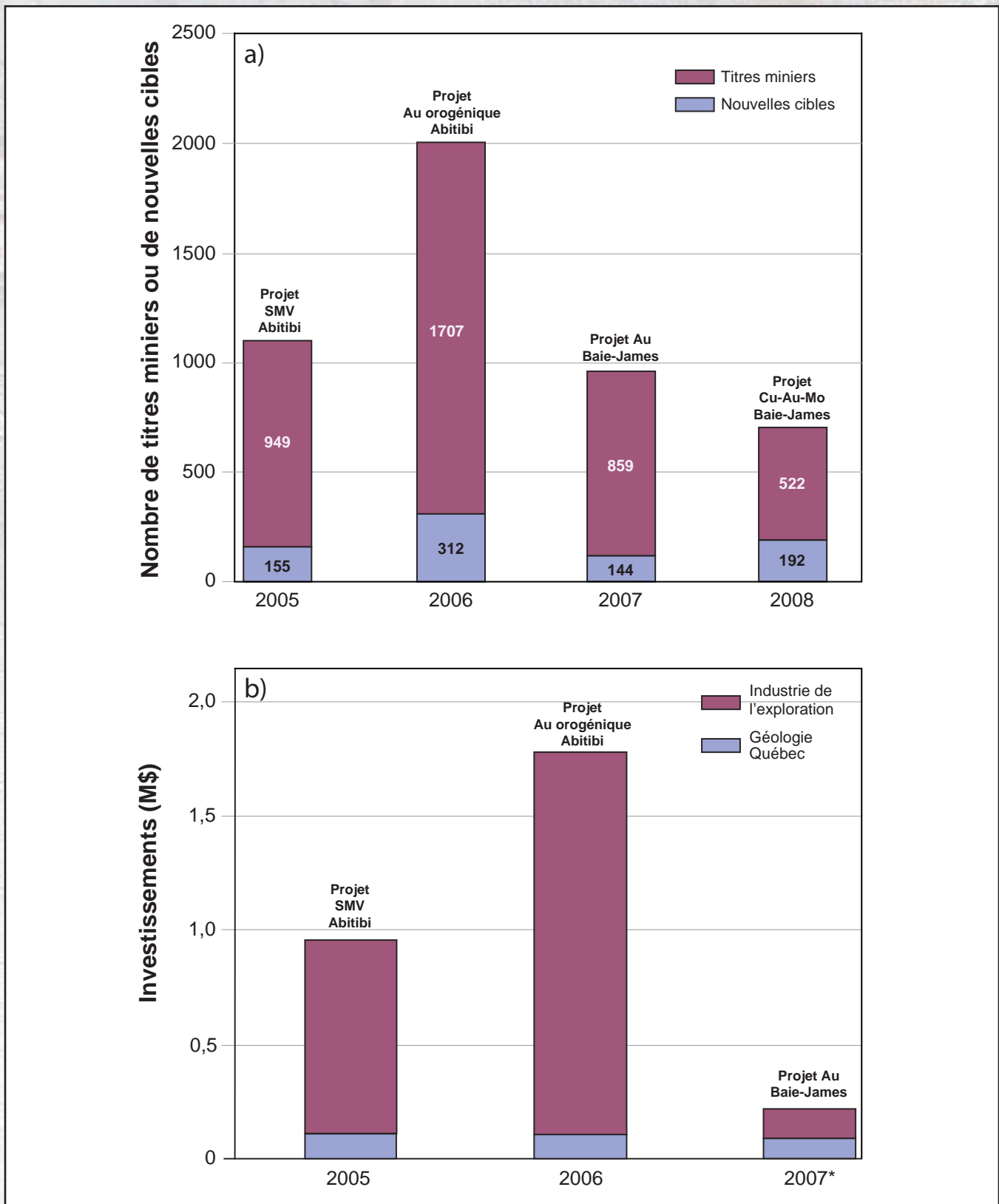


Figure 5 - Histogrammes présentant : **a)** le nombre de titres miniers réclamés sur les nouvelles cibles générées et le nombre de nouvelles cibles générées lors des projets d'évaluation de potentiel minéral pour l'année 2005 (projet SMV, Abitibi; Lamothe *et al.*, 2005), l'année 2006 (projet Au orogénique, Abitibi; Lamothe et Harris, 2006), l'année 2007 (projet Au, Baie-James; Lamothe, 2008), et l'année 2008 (projet Cu-Au-Mo, Baie-James; Lamothe, 2009); **b)** les investissements en exploration sur les nouvelles cibles générées, comparativement aux ressources allouées par Géologie Québec pour générer chaque projet d'évaluation de potentiel minéral (* : les données de 2007 sur les investissements de l'industrie sont partielles).

Tableau 1 - Investissements en exploration minérale par l'industrie et en acquisition de connaissances géoscientifiques par Géologie Québec et la Commission géologique du Canada (CGC) sur le territoire de la Baie-James entre 1997 et 2008 et dans le Grand Nord entre 1987 et 2008. Les données pour les années 1987 à 2001 proviennent de l'Institut de la Statistique du Québec (compilées par R. Beullac). Les données de 2002 à 2008 proviennent du MRNF (compilées par P. Roy). La localisation des régions visées est présentée à la figure 1.

Année	Baie-James (\$)		Grand Nord (\$)		
	Industrie de l'exploration	Géologie Québec	Industrie de l'exploration	Géologie Québec	CGC
1987	N.C.	N.C.	80 197	493 361	0
1988	N.C.	N.C.	39 563	353 080	45 000
1989	N.C.	N.C.	—	52 043	206 000
1990	N.C.	N.C.	—	163 296	285 000
1991	N.C.	N.C.	10 000	43 093	292 000
1992	N.C.	N.C.	587 423	17 075	135 000
1993	N.C.	N.C.	1 244 799	—	125 000
1994	N.C.	N.C.	751 862	60 028	355 000
1995	N.C.	N.C.	1 019 363	—	360 000
1996	N.C.	N.C.	1 138 858	—	235 000
1997	13 403 218	4 818 875	3 319 001	2 501 586	100 000
1998	4 932 727	3 593 172	3 852 497	5 446 598	269 000
1999	8 314 718	2 412 936	6 184 406	6 666 250	255 000
2000	4 627 532	2 083 478	5 775 933	7 188 628	368 000
2001	10 714 475	1 415 135	3 099 259	7 602 122	985 000
2002	15 943 905	66 094	4 240 908	2 610 000	308 000
2003	17 939 376	32 165	4 409 199	1 660 000	270 000
2004	34 169 892	6 168	4 157 225	375 000	330 000
2005	39 903 223	0	3 710 861	425 000	115 000
2006	69 406 677	555 000	8 444 630	0	—
2007	106 519 040	2 305 113	24 867 147	0	—
2008 *	96 050 926	4 689 771	16 067 868	0	—

N.C. : non compilé

— : aucune donnée

* : compilation préliminaire partielle

