



Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), Phase V

Livrable 59

Rapport final sur la compilation et la validation des données géochimiques — création de la base de données, évaluation de la qualité des données, et cartes géochimiques

Par Robert G. Eppinger, Stuart A. Giles, Gregory K. Lee, et Steven M. Smith

Préparé pour le compte du gouvernement mauritanien par l'U.S. Geological Survey

2012

Ce rapport est un rapport administrative, dont la conformité avec les normes éditoriales de l'U.S. Geological Survey ou le code stratigraphique nord-américain n'a pas été examiné. Tout nom commercial, d'entreprise ou de produit est utilisé à des fins descriptives et n'implique pas l'approbation du gouvernement des Etats-Unis.

U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey

Table des matières

Table des matières.....	3
Figures.....	3
Tableaux.....	4
Fichiers sur DVD.....	5
1 – Introduction.....	7
2 – Base de données principale Access de localisation.....	11
3 – Base de donnée principale de géochimie.....	13
4 – Examen de la qualité des données géochimiques.....	14
4.1 – Sources de variations géochimiques et méthodes visant à garantir la qualité des données.....	14
4.2 – Méthodes de Contrôle Qualité / Assurance Qualité.....	15
4.3 – Ensemble des données pour la révision.....	16
4.4 – Evaluation de l'ensemble des données « Base de données ».....	16
4.5 – Evaluation de l'ensemble de données « Nouakchott ».....	17
4.5.1 – Matériaux de référence standards.....	17
4.5.2 – Doubles analytiques.....	18
4.6 – Synthèse et conclusion de l'évaluation de Contrôle Qualité pour les données géochimiques mauritaniennes.....	18
5 – Problèmes identifiés destinés à être résolus dans l'avenir.....	25
6 – Cartes géochimiques du pays à l'échelle 1 :1 000 000.....	26
7 – Cartes géochimiques des six régions.....	28
8 – Références.....	31
Annexe 1. – Notes sur la compilation et la fusion des localisations d'échantillons et des types de milieux pour le fichier de localisation principal, LocalisationsPrincipal.mdb.....	32
Annexe 2. – Notes sur la fusion et la compilation des ensembles de données géochimiques au sein du fichier de géochimie principal, MasterChem.mdb.....	34
Annexe 3. – Synthèse des résultats de l'évaluation du Contrôle Qualité pour les matériaux de référence standards.....	42
Annexe 4. – Synthèse des résultats pour l'évaluation du Contrôle Qualité des doubles analytiques.....	50
Annexe 5. – Paramètres SIG utilisés pour la création des cartes en courbe de niveau au 1/500 000 des six régions.....	53

Figures

Figure 1.1. Emplacements des roches et des échantillons meubles recueillis à travers la Mauritanie durant le projet PRISM I. Les zones noires indiquent les zones à haute densité de prélèvement d'échantillons.....	10
Figure 1.2. Carte de synthèse de la Mauritanie et des six régions utilisées pour l'examen des caractéristiques géochimiques.....	11
Figure 4.1. Graphique présentant la précision des analyses des doubles extraites des enregistrements « Base de données ».....	21
Figure 4.2. Graphique présentant la précision des résultats des analyses du matériau de référence standard G2000.....	21
Figure 4.3. Graphique présentant l'exactitude pour le matériau de référence standard G 2000.....	23
Figure 4.4. Graphique concernant la précision des analyses des échantillons de doubles analytiques, analysés par le système MS61.....	23

Figures de l'Annexe 3

Figure A3.1.	Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Ag – Be).	46
Figure A3.2.	Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Bi – Li).	47
Figure A3.3.	Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Mg - S).	47
Figure A3.4.	Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Sb – Zr).	48
Figure A3.5.	Graphique portant sur l'exactitude des analyses du matériau de référence standard (Ag – Be)	48
Figure A3.6.	Graphique portant sur l'exactitude des analyses du matériau de référence standard (Bi – Li).	49
Figure A3.7.	Graphique portant sur l'exactitude des analyses du matériau de référence standard (Mg – S).	49
Figure A3.8.	Graphique portant sur l'exactitude des analyses d du matériau de référence standard (Sb – Zr).	50

Figures de l'Annexe 4

Figure A4.1.	Graphique portant sur la précision des échantillons de doubles analytiques (Ag – Li)	52
Figure A4.2.	Graphique portant sur la précision des échantillons de doubles analytiques (Mg – Zr).	52

Tableaux

Tableau 2.1.	Synthèse des échantillons de roche (OELV, ou Or Exploitable par Lixiviation en Vrac)	12
Tableau 2.2.	Synthèse des matériaux non consolidés	13
Tableau 4.1.	Statistiques permettant d'évaluer les échantillons en double des sites à partir de l'ensemble des données « Bases de données ». [Données présentées au mieux avec trois chiffres significatifs]	20
Tableau 4.2.	Statistiques pour l'évaluation du MRS G2000 analysé par la méthode ICP61 [données présentées au mieux avec trois chiffres significatifs]	22
Tableau 4.3.	Synthèse des statistiques concernant les doubles analytiques traités par ICP-MS [Données présentées au mieux avec trois chiffres significatifs]	24
Tableau 5.1.	Problèmes identifiés lors de la création des bases de données principales de localisation et de chimie.	25
Tableau 7.1.	Enregistrements des roches et des matériaux non-consolidés possédant à la fois des données de composition chimique et des coordonnées, extraites des bases de données <i>MasterLocations.mdb</i> et <i>MasterChem.mdb</i> [se référer aux Tableaux 2.1 et 2.2 pour les différents types de roche et d'échantillons non-consolidés rassemblés ici]30	
Tableau 7.2.	Liste des cartes géochimiques pour un seul élément concernant les six régions, présentées sous forme de fichiers PDF. Les cartes sont fournies sous la forme de fichiers PDF sur le DVD ci-joint. [Roche, échantillons non-consolidés, échantillons sol + régolithe + sédiments fluviaux]	30

Tableaux de l'Annexe 1

Tableau A1.1.	Tableau des bases de données et des fichiers de formes utilisés pour fournir les numéros d'échantillons et les coordonnées géographiques pour la base de données principale de localisation.	32
---------------	---	----

Tableaux de l'Annexe 3

Tableau A3.1.	Synthèse des statistiques concernant l'ensemble des combinaisons d'éléments, des méthodes analytiques et 12 matériaux de référence standards. [Données présentant au mieux trois chiffres significatifs. N/A : non-applicable]	42
---------------	--	----

Tableaux de l'Annexe 4

Tableau A4.1. Synthèse des statistiques concernant les doubles analytiques d'échantillons par la méthode analytique [données présentant au mieux trois chiffres significatifs] N/A : non-applicable 50

Fichiers sur DVD

<u>Dossier</u>	<u>Fichier(s)</u>	<u>Sommaire</u>
DONNÉES	Statistiques_de_base.xls	Statistiques de base concernant les données géochimiques des roches et des matériaux meubles en provenance des six régions.
ChimPrincipal	ChimPrincipal.mdb	Données géochimiques rassemblées à partir de l'ensemble des sources de PRISM I, et isolées par région
LocalisationsPrincipal	LocalisationsPrincipal.mdb	Localisation des échantillons provenant de l'ensemble des sources de PRISM I
AQCQ	Doubles_Au.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant les analyses d'Au
AQCQ	Doubles_BaseDeDonnees.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant les doubles d'échantillons dans la base de données « Base de données » de PRISM I
AQCQ	Doubles_ICP61.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant les doubles d'échantillons réalisés avec la méthode ICP61
AQCQ	Doubles_MS61.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant les doubles d'échantillons réalisés avec la méthode MS61
AQCQ	Doubles_Synthèse.xls	Synthèse de tableaux et graphiques concernant de toutes les analyse de doubles.
AQCQ	Standards_BMAA-02.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme BMAA-02
AQCQ	Standards_G2000_ICP61.xls	Résumé des tableaux et graphiques concernant la norme G2000, et la méthode ICP61
AQCQ	Standards_G2000_MS61.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme G2000, et la méthode MS61
AQCQ	Standards_GEOMS-03.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme GEOMS-03
AQCQ	Standards_GS01-2.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme GS01-2
AQCQ	Standards_JWB-JV-1.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme JWB-JV-1
AQCQ	Standards_NA-03.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme NA-03
AQCQ	Standards_OX5.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme OX5
AQCQ	Standards_OX8.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme OX8
AQCQ	Standards_PGMS-3.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme PGMS-3
AQCQ	Standards_SC-02.xls	Tableaux et graphiques de synthèse concernant la norme SC-02
AQCQ	Standards_Synthèse.xls	Synthèse de tableaux et graphiques concernant de toutes les analyse de standards.

Dossier

CarteGéochimie_Sites_d'Échantillonnage_1000000

CarteGéochimie_Élément-Unique_1000000

CarteGéochimie_Multiélément_1000000

CarteGéochimie_Élément-Unique_500000

Sommaire

Contient une carte du pays et des sites d'échantillonnage au 1 :1 000 000

Contient des cartes des 23 éléments géochimiques au format PDF à l'échelle du pays, au 1 :1 000 000

Contient six cartes multiéléments au format PDF, à l'échelle du pays, au 1 :1 000 000

Contient les cartes de 296 éléments géochimiques au format PDF, fractionnées par région, à l'échelle 1 :500 000

1 – Introduction

Dans le cadre du financement du second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM) par la Banque Mondiale, le présent rapport de géochimie de la Phase V fait suite aux précédents rapports de synthèse des phases I et II des données géochimiques (U.S. Geological Survey, 2007 et Eppinger, 2007 respectivement). L'ensemble des rapports est basé sur des évaluations des données géochimiques rassemblées durant les premières années de ce siècle, dans le cadre d'un programme précédant de la Banque Mondiale (PRISM I), par le British Geological Survey (BGS) et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), pour le compte du gouvernement de la Mauritanie. Il n'y a aucuns rapports associés avec la Phase III ou la Phase IV.

Les environnements de collecte des échantillons géochimiques par le BGS et le BRGM durant le contrat PRISM I comprennent des roches, des sédiments, du régolithe et des échantillons de sol. Les détails sur les procédures de collecte des échantillons sont disponibles dans des rapports non publiés, et disponibles auprès de PRISM. Ces échantillons ont été analysés dans le cadre du contrat PRISM I par les laboratoires ALS Chemex, utilisant diverses combinaisons de méthodes modernes comprenant la spectrométrie d'émission atomique ICP (ICP-AES) et la spectrométrie de masse ICP (ICP-MS) pour Au ; la digestion multi-acides et la spectroscopie d'absorption atomique (AAS) pour Ag et As ; la digestion à quatre acides et ICP-MS pour 47 éléments ; la digestion à quatre acides et l'ICP-AES pour 27 éléments ; des techniques spécifiques d'ICP-MS à quatre acides pour Pt et B ; l'analyse à la flamme suivie par une ICP-AES pour les éléments du groupe du platine ; des analyses sur roche totale par fluorescence X à dispersion en longueur d'onde (XRF) ; des techniques spécifiques de perte au feu, C inorganique et S total ; des techniques spécifiques AAS de teneur en minerai pour Ag, Au, Cu, Ni, Pb, et Zn. Environ 30 000 échantillons ont été analysés par au moins une technique. Toutefois, il faut souligner ici que (1) il y n'a aucun milieu d'échantillonnage commun recueilli sur l'ensemble des sites, probablement en raison des grandes différences géologiques et géomorphologiques rencontrées dans le pays, (2) la répartition des sites d'échantillonnage est très irrégulière, probablement due en partie aux contraintes d'accès et à la couverture de dunes de sable et (3) il y n'a aucun ensemble analytique général commun aux éléments trace utilisé pour tous les échantillons. Ces trois aspects affectent de manière essentielle la capacité à produire les cartes géochimiques à l'échelle de la Mauritanie. Les éléments les plus souvent analysés ont été Au, Ag et As.

Suivant la réception des données géochimiques de PRISM I par les homologues mauritaniens de PRISM, et leur évaluation par l'U.S. Geological Survey (USGS), le rapport de synthèse de la Phase I a identifié de nombreux problèmes de localisation d'échantillons, a indiqué l'absence apparente de nombreux ensembles de données géochimiques, et a seulement identifié une information minimale en matière d'Assurance Qualité et de Contrôle Qualité (AQ/CQ) dans les données de PRISM I. À l'occasion d'une visite en Mauritanie en mars 2007, la délégation de l'USGS s'est vue confier 118 feuilles de calculs sous Microsoft Excel[®], et 59 fichiers PDF par ses homologues mauritaniens à Nouakchott, afin de contribuer à la prise en compte de ces problèmes. Les feuilles de calcul et les fichiers PDF étaient des copies des rapports analytiques originaux fournis par ALS Chemex. Le rapport de la Phase II décrivait le recueil et la nature des nouvelles données, la création de bases de données principales de localisation, ainsi que la création bases de données chimiques sous Microsoft Access 2003[®] à partir des nouvelles données et des données existantes, une analyse d'AQ/CQ des données et la création de cartes d'éléments géochimiques pour la majeure partie des éléments analysés. Le rapport de la phase II identifiait également, sous forme de tableaux, les problèmes rencontrés mais non-encore résolus dans ce même travail de phase II. Le rapport de géochimie de Phase II a été examiné par le géologue-consultant indépendant A. Killick, sous contrat avec PRISM

Le présent rapport final de la phase V sur la géochimie incorpore l'information de la phase I et plus particulièrement les rapports de la phase II, et il incorpore également des changements recommandés par A. Killick. Le rapport de la phase V intègre également les changements demandés par les homologues mauritaniens de PRISM, à savoir Mohamed Yeslem Ould El Joud et Ahmed Ould Taleb Mohamed durant leur visite de juin 2012 dans les locaux de bureaux de l'USGS à Denver, Colorado, dans le cadre de l'évaluation nationale des ressources minérales. Dans le rapport de la Phase II, la décision a été prise de produire de nombreuses cartes géochimiques à un seul élément pour six polygones centrés sur la géologie, et couvrant la Mauritanie à l'échelle 1 :500 000. Ces 291 cartes ont été d'une importance fondamentale lors de la réunion d'évaluation des ressources minérales mentionnée ci-dessus. Toutefois A. Killick a souligné dans son compte-rendu que le contrat de PRISM II nécessitait des cartes géochimiques à un élément et des cartes multiéléments à l'échelle 1 :1 000 000 ; ces cartes sont fournies dans le DVD accompagnant le présent rapport de phase V, au format PDF, à partir de données de fichiers de formes en provenance de l'Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). Par convention, dans le rapport de phase V, l'ensemble des tableaux de base de données, les noms de fichiers et les dossiers informatiques sont indiqués *en italique* lorsqu'ils sont mentionnés dans le texte.

Trois tâches, faisant chacune l'objet d'un développement dans le présent rapport, ont été entreprises pour prendre en compte les problèmes identifiés dans le rapport de Phase I : (1) Une base de données principale Access des localisations a été créée afin d'héberger les coordonnées des sites et de corriger les erreurs de localisation identifiées dans certaines données PRISM I. Les identifications de sites (ID) et les types d'environnements d'échantillonnage ont aussi été inclus dans la base de données. Cette base de données, appelée *LocalisationsPrincipale.mdb*, est incluse dans le DVD ci-joint. (2) Les données géochimiques originales d'ALS Chemex et les données QA/QC associées, fournies au format feuille de calcul et au format PDF ont été intégrées dans une base de données Access. À la suite de quoi, ces nouvelles données géochimiques ont été combinées avec d'autres données PRISM I ayant été fournies à l'USGS sur un support de mémoire centrale, stockées dans les dossiers *Base_de_données*, *GGI*, *Normandie_La_Source* et *SIG_Geochimie_500*. Le résultat final a été la création d'une nouvelle base de données contenant (presque) toutes les données géochimiques mises à la disposition de l'USGS. Cette nouvelle base de données, baptisée *LocalisationsPrincipale.mdb*, est également fournie sur le DVD ci-joint. (3) Enfin, les nombreux rapports d'AQ/CQ originaux d'ALS Chemex ont été systématiquement intégrés dans une base de données Access distincte pour permettre l'évaluation de ces données d'AQ/CQ. Le résultat de ces trois tâches est décrit plus en détail dans chacune des sections qui suivent. Un bref examen (chapitre 5) des problèmes identifiés lors de la réalisation de ces trois tâches est également inclus dans le présent rapport. Le but est de bien comprendre la nature des problèmes rencontrés, afin que les futurs utilisateurs des données PRISM en soient avertis ou même puissent éventuellement les résoudre.

Une fois que la base de données Access *LocalisationsPrincipale.mdb* a été créée, une carte de localisation des échantillons à l'échelle du pays a été établie (Figure 1.1 ; fichier : « *Geochemistry Areas and Sample Sites.pdf* », soit le fichier des zones géochimiques et des sites d'échantillonnage). Le fichier indique les localisations des échantillons et les zones à l'échelle 1 :1 000 000. À cette échelle, le problème de surimpression dans les zones d'échantillonnage dense apparaît immédiatement, aussi bien sur la Figure 1.1 que sur le fichier. La répartition inégale des sites d'échantillonnage et les variations dans les environnements d'échantillonnage à travers le pays, est également apparente. Malgré cela, des cartes à un élément ainsi que des cartes multiéléments ont été préparées à l'échelle 1 :1 000 000 pour répondre aux exigences du contrat (voir chapitre 6).

Pour traiter le problème de surimpression, la zone échantillonnée a été divisée en six régions géologiques (Nord-Ouest, Nord-Est, Tasiast-Tijirit, Mauritanides centrales, Mauritanides du Sud et Kiffa-Néma ; Figure 1.2 et fichier PDF des zones géochimiques et des sites d'échantillonnage). La carte géologique à l'échelle du pays et les distributions générales de l'échantillonnage géochimique ont été utilisées pour déterminer les limites approximatives des six régions. Les statistiques ont été calculées séparément pour les six régions et les cartes géochimiques de ces régions ont été produites à l'échelle 1 :500 000 (voir chapitre 7). Un tableau en pièce jointe décrit grossièrement les caractéristiques des échantillons géochimiques de chaque région (fichier : « *Geochemistry Areas and Sample Sites.pdf* »). Des cartes géochimiques pour les éléments choisis ont été produites pour les six régions en utilisant les bases de données Access *LocalisationsPrincipales.mdb* et *MasterChem.mdb*, comme décrit ci-dessous.

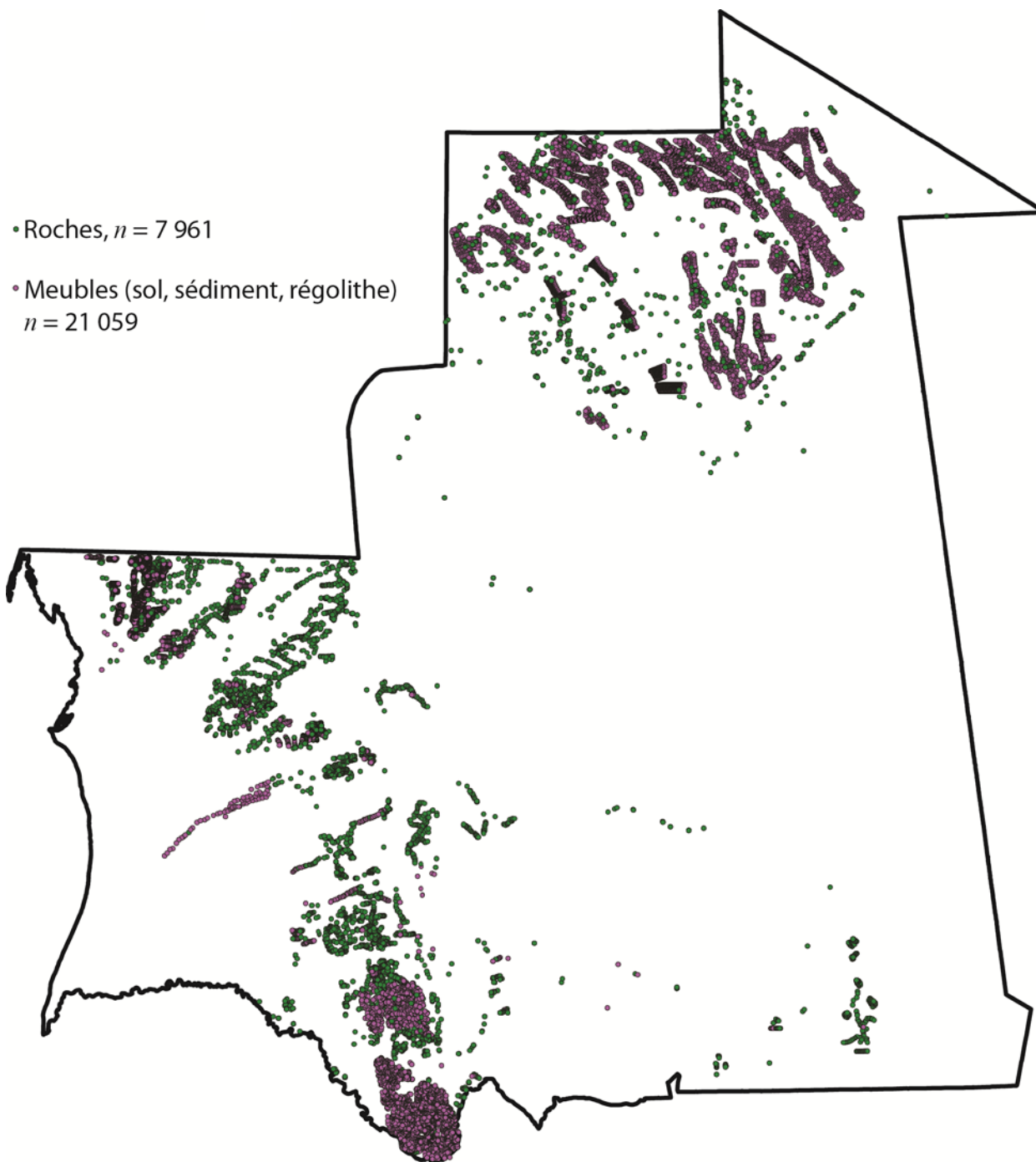


Figure 1.1. Emplacements des roches et des échantillons meubles recueillis à travers la Mauritanie durant le projet PRISM I. Les zones noires indiquent les zones à haute densité de prélèvement d'échantillons.

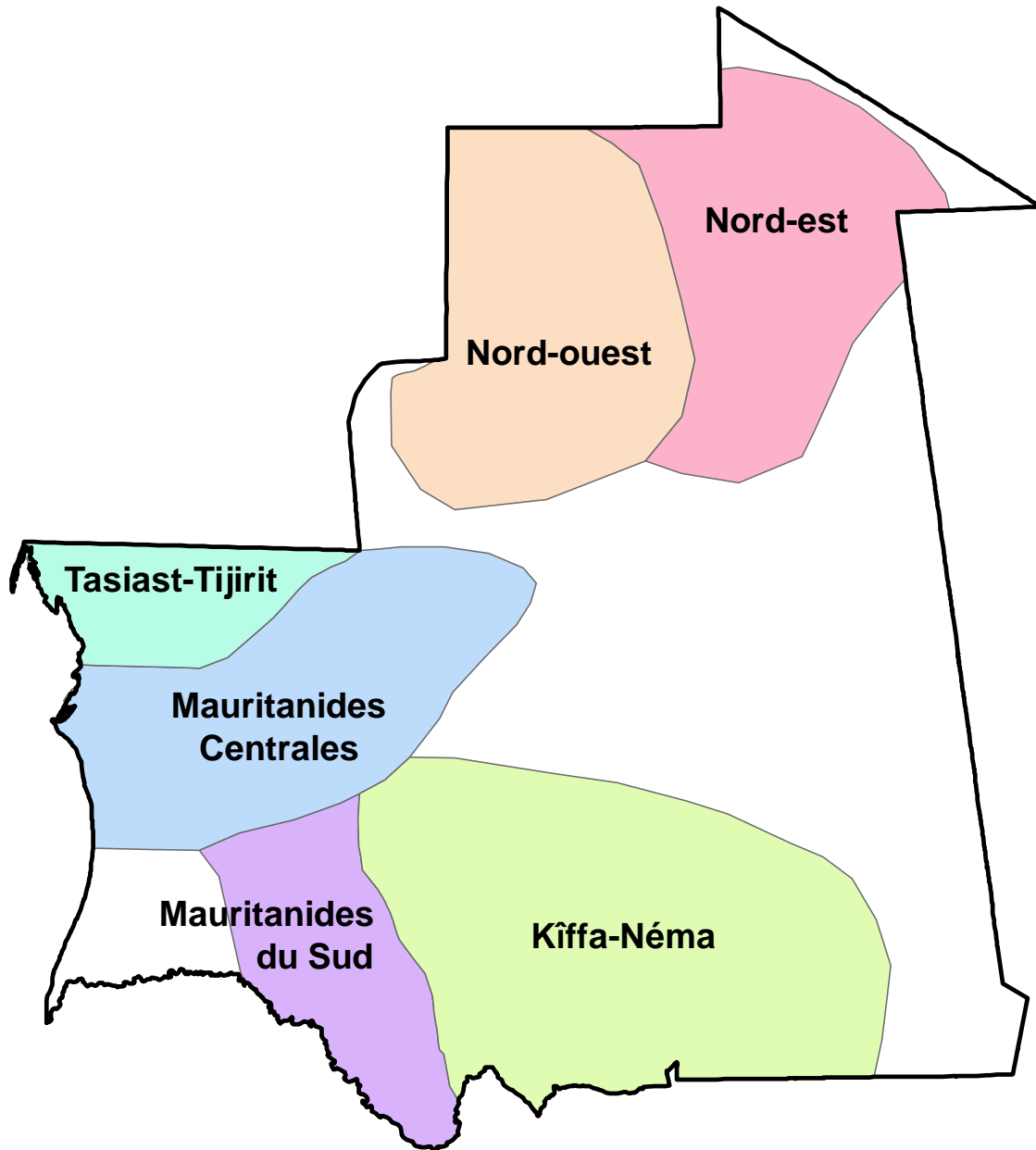


Figure 1.2. Carte de synthèse de la Mauritanie et des six régions utilisées pour l'examen des caractéristiques géochimiques

2 – Base de données principale Access de localisation

Une base de données principale localisations/environnements de prélèvement d'échantillons a été créée en effectuant une recherche dans tous les fichiers PRISM fournis à l'USGS pour la géochimie (formats

Access, Excel, fichiers de formes, etc...), en extrayant les coordonnées, les identifications des échantillons, et l'information sur le type d'environnement d'échantillonnage. Les informations principales sur la localisation sont regroupées dans le tableau *tblSamples*, au sein du fichier *LocalisationsPrincipales.mdb*, sur le DVD en pièce jointe. Ce fichier a été créé par un processus en plusieurs étapes, décrit plus en détail dans l'Annexe 1. Dans certains cas, les coordonnées peu précises ou manquantes qui avaient été identifiées dans le rapport de synthèse de la phase I (U.S. Geological Survey, 2007) ont été précisées ou corrigées en extrayant des coordonnées plus précises pour les mêmes identifiants à partir des fichiers de formes. En général, là où plusieurs ensembles de coordonnées ont été trouvées pour le même identifiant d'échantillon, ce sont les coordonnées les plus précises qui ont été utilisées. Cependant, plusieurs milliers d'échantillons dans les données de PRISM I fournies à l'USGS avaient des coordonnées imprécises, avec une latitude et une longitude rapportées uniquement au centième de degré décimal. À 20° de latitude, un centième de degré décimal équivaut à environ 1 100 mètres. Puisque les coordonnées d'origine avaient été déterminées sur le terrain à l'aide d'un GPS, on imagine que des erreurs d'arrondi se sont produites au cours d'un processus de conversion de fichier, comme l'importation d'une feuille de calcul au sein d'une base de données, et bien qu'il soit impossible de déterminer la source exacte de l'erreur. En raison de cette erreur d'arrondi, de nombreux échantillons initialement recueillis à proximité les uns des autres avaient les mêmes coordonnées. Ce problème d'arrondi des coordonnées a été souligné dans les deux rapports de la Phase II, ainsi qu'à l'occasion de la réunion d'évaluation des ressources minérales de 2012. Les problèmes d'arrondi sur les coordonnées ont été résolus pour environ 8 500 sites d'échantillonnage, et intégrés dans la base de données Access. Ils ont été ainsi liés à des fichiers du projet de SIG, lors de la réception d'une nouvelle feuille de calcul contenant les coordonnées issues de PRISM, le 31 juillet 2012. Un total de 39 305 enregistrements différents, avec des coordonnées distinctes, sont présents dans le tableau *tblSamples*. Le Tableau 2.1 est extrait du tableau *tblSamples*, et regroupe de façon synthétique les différents échantillons de roches présents dans chacune des six régions. Un total de 10 512 échantillons de roches avec leurs coordonnées a ainsi été identifié pour les six régions, en provenance de l'ensemble du pays.

Tableau 2.1. Synthèse des échantillons de roche (OELV, ou Or Exploitable par Lixiviation en Vrac)

Région	Roche											
	Ensemble des roches	Roche ou fraction de roche	OELV	Canal	Péto sélective	Sondage (carotte de forage)	Autre	Affleurement naturel	fond géoch	déc ala ge (?)	éclat de roche	Puits roche ux
Mauritanides centrales	2115	2,062	0	43	3	6	1 (quartz)	0	0	0	0	0
Kiffa-Néma	789	788	0	1	0	0		0	0	0	0	0
Nord-Est	829	14	0	0	591	0	0	69	106	49	0	0
Nord-Ouest	615	119	0	0	226	0	0	131	74	1	50	14
Mauritanides méridionales	4043	2734	1124	11	0	0	0	0	0	0	174	0
Tasiast-Tijirit	2121	1670	0	0	0	0	451 (non spécifié)	0	0	0	0	0
TOTAL	10512	7387	1124	55	820	6	452	200	180	50	224	14

Extrait du tableau *tblSamples*, le Tableau 2.2 synthétise les différents types d'échantillons non-consolidés (sol, régolithe et sédiments fluviaux) au sein de chacune des six régions. Un total de 28 793 enregistrements ayant des coordonnées correspondant à des milieux non consolidés a été identifié.

Tableau 2.2. Synthèse des matériaux non consolidés

Région	Matériaux non-consolidés				sédiments fluviaux
	Ensemble non- consolidés	Régolithe	Sol	Non-classés	
Mauritanides centrales	584	0	512	0	72
Kiffa-Néma	85	0	61	0	24
Nord-Est	6248	3900	0	0	2348
Nord-Ouest	4461	3503	0	0	958
Mauritanides du Sud	5093	0	78	23	4992
Tasiast-Tijirit	12322	0	214	12107	1
TOTAL	28793	7403	865	12130	8395

3 – Base de donnée principale de géochimie

La base de données principale de géochimie, fournie sur le DVD ci-joint, a été créée par un processus en plusieurs étapes, décrit en détails dans l'Annexe 2. Tout d'abord, 9 644 résultats chimiques analytiques d'origine supplémentaires figurant dans les rapports d'ALS-Chemex (118 feuilles de calcul Excel et 59 fichiers PDF), ont été entrés manuellement dans une base de données Access. Ces rapports de laboratoire originaux, ainsi que les données analytiques d'AQ/CQ associées n'étaient pas accompagnés de coordonnées. Ces données géochimiques manquantes ont été identifiées dans le rapport de la Phase I, et les feuilles de calcul, ainsi que les fichiers PDF mentionnés plus haut ont été fournis à l'USGS par les homologues mauritaniens de PRISM. Ces données se trouvent dans le dossier *NewDataFromNouakchott-March2007*, et le fichier *MauritaniaNewChemData.mdb*. Par ailleurs, les données ci-dessus ont été regroupées avec les données fournies sous différents formats (bases de données, feuilles de calcul et fichiers de formes) au sein des fichiers numériques originaux de la Phase I fournis à l'USGS (dossiers *Base_de_données*, *GGI*, *Normandie_La_Source* et *SIG_Geochimie_500*), dans le but de créer un nouveau fichier combiné *MasterChem.mdb*, situé dans le dossier racine *Geochemistry*. Les données géochimiques d'origine des fichiers numériques de la Phase I sont décrites dans le rapport de synthèse de la Phase I (U.S. Geological Survey, 2007). En outre, les valeurs éliminées (celles présentant les symboles « < » ou « > ») ont été remplacées à des fins statistiques et graphiques. À la demande des homologues mauritaniens de PRISM, les conventions utilisées pour le remplacement sont les mêmes que celles utilisées dans les dossiers *Base_de_données* de PRISM I, à savoir les valeurs repérées par « < » ont été remplacées par une valeur inférieure de moitié à la valeur inférieure de l'enregistrement, et les valeurs marquées par « > » ont été remplacées par la limite supérieure de la valeur enregistrée. Enfin, concernant les éléments ayant été déterminés par des méthodes analytiques multiples, c'est la valeur la plus élevée qui a été choisie à des fins statistiques et graphiques. La source pour chacune de ces valeurs est conservée dans le tableau *tblMasterChem* de la base de données *MasterChem.mdb*.

Le tableau *tblMasterChem* du fichier *MasterChem.mdb* répertorie les identifiants de 30 718 échantillons distincts pour l'ensemble des environnements de prélèvement pour lesquels des données géochimiques ont été trouvées. Une requête simultanée dans les bases de données *LocalisationsPrincipales.mdb* et *MasterChem.mdb* pour des échantillons ayant à la fois une composition chimique et des valeurs de latitude et de longitude associées, indique un total de 29 020 échantillons distincts. Au cours de cette analyse, des erreurs sur d'identifiant des sites des doubles d'échantillon pour un site de prélèvement donné ne peuvent toutefois pas être écartées.

4 – Examen de la qualité des données géochimiques

En raison d'un temps particulièrement important et non-anticipé pour acquérir, saisir, et organiser les données géochimiques, et en raison du fait que les sites de prélèvement des doubles d'échantillon (c'est à dire des doubles d'échantillon prélevés sur le terrain) ne figuraient pas dans les divers ensembles de données, la validation des données est limitée aux données analytiques fournies dans les rapports d'AQ/CQ. Des validations supplémentaires de données géochimiques, telle qu'une nouvelle analyse des échantillons stockés, un nouveau prélèvement d'échantillons sur des sites sélectionnés, ou l'analyse des nouveaux prélèvements dans des sites choisis, ou l'analyse des nouveaux échantillons, n'ont pas été entrepris dans le cadre de la présente étude. D'une manière générale, on a estimé que les données d'AQ/CQ permettaient l'évaluation des ressources minérales, avec une très faible erreur analytique.

4.1 – Sources de variations géochimiques et méthodes visant à garantir la qualité des données

Il existe plusieurs sources et plusieurs niveaux de variation des données géochimiques ; certaines sont acceptables, alors que d'autres ne peuvent être acceptées. Une évaluation complète de l'analyse de la variation (ANOVA) montre généralement que la principale variation entre données géochimiques est observée entre des échantillons provenant de lieux différents, et séparés par une grande distance (« variation entre localisations »). Cette variation est due à des différences au niveau du matériau prélevé, des différences géologiques locales, des processus de minéralisation, et probablement de facteurs humains. Cette variation est souhaitable, et constitue la base sur laquelle les programmes géochimiques d'exploration fonctionnent. Le but des études géochimiques régionales est de maximiser les « variations entre localisations », tout en réduisant les autres sources de variations géochimiques.

Le niveau suivant de variation géochimique est connu sous le nom de « variation de site ». Les sols, les sédiments et les roches sont généralement hétérogènes quel que soit le lieu ; un échantillon unique prélevé à un point du site peut présenter des concentrations tout à fait différentes de celles d'un autre échantillon prélevé quelques mètres plus loin. Cette variation peut être réduite en réalisant plusieurs sous-échantillons dans les environs immédiats du prélèvement, ce qui fournira un échantillon plus représentatif de l'ensemble du site. Habituellement, un certain pourcentage (généralement entre 10 % et 20 %) des sites est échantillonnés deux fois. Ces « doubles de site » sont ensuite utilisés pour mesurer l'efficacité de la méthode d'échantillonnage à réduire les variations de site. Les différences entre les méthodes d'échantillonnage, l'équipement d'échantillonnage et les personnes en charge des prélèvements peuvent également introduire des variations ainsi qu'une contamination au sein du processus. Cette variation peut être réduite par l'établissement de protocoles d'échantillonnage rigoureux, la fourniture de séries identiques d'équipement d'échantillonnage et la formation collective des personnels.

Une variation se retrouve aussi au sein de n'importe quel échantillon unique en raison de l'hétérogénéité du matériau échantillonné. Cette « variation d'échantillon » peut être réduite par de bonnes procédures de préparation des échantillons. Un processus de concassage, de broyage, de mélange et de fractionnement de l'échantillon crée une fine poudre homogène à partir du matériau hétérogène d'origine. Cependant, à ce stade, certains échantillons peuvent créer des problèmes. Par exemple, les échantillons avec de petits grains d'or natif sont notoirement difficiles à traiter. La nature malléable de l'or natif résiste aux efforts de concassage et de broyage. En outre, la forte densité des grains d'or fait qu'ils se rassemblent généralement au bas des échantillons en poudre. Ceci est connu sous le nom d'« effet pépité ». En conséquence, le résultat de ces analyses d'échantillons peut varier. Si l'analyste recueille une « pépité » d'or dans le matériau analysé, les résultats montreront fréquemment des concentrations élevées en or. En

revanche, une seconde analyse du même échantillon peut ne pas contenir de « pépite » et, malgré la présence d'or dans l'échantillon, donner des résultats pour l'or qui seront très faibles. De plus grandes quantités d'échantillons aident à réduire cette erreur.

Les méthodes analytiques de laboratoire peuvent également ajouter des variations aux données géochimiques. Ces variations incluent les différences entre analystes, entre instruments analytiques, les erreurs de calibrage des instruments, et la dérive instrumentale. La variation combinée due à la préparation de l'échantillon, à la taille de l'échantillon analysé, et aux procédures analytiques (généralement appelée « variation analytique ») peut être mesurée en employant des matériaux de référence standards, en réalisant deux fois une même analyse, et en insérant des blancs.

4.2 – Méthodes de Contrôle Qualité / Assurance Qualité

Un système de gestion de la qualité pour une étude géochimique standard comprend des éléments portant sur l'Assurance Qualité (AQ) et le Contrôle Qualité (CQ). L'Assurance Qualité porte principalement sur l'environnement analytique au sein d'un laboratoire. Lorsqu'une Assurance Qualité est mise en place, elle concerne les différentes parties des modes opératoires normalisés, les enregistrements issus des instruments, l'enregistrement des formations, les critères d'acceptation/de rejet des données, et les audits du laboratoire. Les différents éléments participant à l'Assurance Qualité sont difficilement quantifiables. Toutefois, le CQ fournit des mesures sur l'exactitude et sur la précision des données géochimiques produites par une méthode d'analyse donnée. L'exactitude et la précision sont établies par l'analyse de matériaux de référence standards (MRS), l'analyse de doubles d'échantillon, et l'analyse de blancs.

La précision d'une méthode analytique est mesurée par l'écart type relatif en pourcentage (% ETR) qui est calculé en divisant l'écart type (ET) par la moyenne et en multipliant par 100 pourcent. Une définition mathématique de l'ET, telle qu'appliquée à des analyses multiples d'un seul MRS, est définie comme la racine carrée de la quantité (somme des carrés des écarts entre les résultats individuels de la moyenne, divisée par le nombre de résultats de l'ensemble moins un) (Taggart, 2002).

$$ET = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n - 1}$$

La précision d'une méthode analytique peut également être déterminée à partir de la vérification du caractère reproductible d'une analyse : échantillons qui ont été dédoublés avant analyse, puis analysés comme deux échantillons séparés. Encore une fois, le % ETR est calculé en divisant l'écart-type (ET) par la moyenne et en multipliant par 100 pourcent. Cependant, l'écart-type pour les mesures de reproductibilité est défini comme la racine carrée de la quantité [somme des carrés des différences entre les résultats d'échantillons en double (R), divisé par deux fois le nombre de paires d'échantillons en double] (Taggart, 2002).

$$ET_{dupe} = \sqrt{\sum R^2 / 2k}$$

La précision d'une méthode analytique est mesurée par le pourcentage de récupération des analyses des MRS, et est calculée en divisant la concentration moyenne de la valeur cible du matériau de référence utilisé et en multipliant par 100 %. Les valeurs cibles pour les matériaux de référence peuvent être

constituées de valeurs certifiées ou, lorsque les valeurs certifiées ne sont pas disponibles, de valeurs non-certifiées. Le pourcentage de récupération pour les valeurs non-certifiées n'a pas autant d'intérêt que le pourcentage de récupération calculé à partir de valeurs certifiées.

Une contamination ayant pu intervenir au cours de la procédure analytique est évaluée grâce à l'introduction de « blanc ». Les blancs sont généralement des solutions d'eau désionisée ou distillée qui sont ensuite aléatoirement analysées avec les échantillons pour déterminer si la contamination a pu se produire pendant les étapes finales de dissolution d'échantillon, ou si une contamination entre échantillons a pu se produire au sein même de l'instrument analytique lors d'une analyse d'échantillons. Certains laboratoires sont également connus pour utiliser, dans un même but, des échantillons de sable de quartz pur comme « blancs » analytiques.

4.3 – Ensemble des données pour la révision

Les données géochimiques de PRISM I en provenance de Mauritanie sont évaluées dans deux ensembles de données. Le premier ensemble de données provient du tableau *Analyses_chimiques* du fichier *Base de données des échantillons.mdb*. Cet ensemble sera désigné sous le nom de l'ensemble de données « *Base de données* ». Le deuxième ensemble de données a été compilé à partir de plusieurs fichiers de feuilles de calcul différents et des certificats d'accompagnement de CQ d'ALS Chemex fournis au format PDF. Ces données ont été demandées à Nouakchott en mars 2007, et sont dénommées ensemble de données « *Nouakchott* ».

4.4 – Evaluation de l'ensemble des données « *Base de données* »

Le fichier de base de données *Base de données des échantillons.mdb* contient un tableau *Contrôle_qualité* avec 85 enregistrements. Soixante-six de ces enregistrements sont identifiés comme des paires de doubles analytiques, les dix-neuf autres étant identifiés comme des blancs analytiques. Cette identification comme « doubles » est ambiguë puisqu'elle peut signifier à la fois « double de site » et « double analytique », mesurant des variations de types différents. En général, la « variation de site » est beaucoup plus grande que la « variation analytique ». Sur la base d'informations en provenance du personnel mauritanien du projet, ces 66 doubles sont supposés être des doubles de site (communication personnelle, Thiam Mamounata Abdoulaye, 2007).

Lorsque les données pour les soixante-six doubles d'échantillon « *Base de données* » ont été récupérées, seules cinquante-deux paires avaient un identifiant d'échantillon correspondant ou une analyse chimique pour Ag, As, et Au, de même que seuls vingt d'entre eux avaient des résultats analytiques pour des éléments supplémentaires. Ces échantillons en double représentent moins de 0,4 pourcent des 12 504 enregistrements d'échantillons de l'ensemble des données « *Base de données* ». Malgré cette mauvaise représentation, des statistiques ont été calculées pour les doubles (Tableau 4.1). Les valeurs % ETR calculées ont été reportées graphiquement, et sont présentées sur la Figure 4.1.

Les facteurs qui peuvent affecter la précision sont la solubilité de l'élément, la proximité de concentrations à la limite inférieure de perception (LIP), l'homogénéité de l'échantillon, et la stabilité entre instrument et élément. En général, les valeurs de précision sont jugées acceptables lorsqu'elles sont inférieures à 15 ou 20 % ETR. Pour cet ensemble limité de données, Ag, Ge, Sb, Ta, Te, Tl, W et Y apparaissent supérieurs à 20 % ETR, tandis qu'As, Bi, Se et Zr apparaissent entre 15 et 20 % ETR. Les éléments restants sont inférieurs à 15 % ETR. En raison du manque d'information sur les méthodes d'analyse

et des valeurs de LIP pour l'ensemble de données « *Base de données* », il est difficile d'interpréter ces résultats. Pour beaucoup d'entre eux, la proximité de la LIP peut être un facteur significatif, quoique les valeurs moyennes soient plus de cinq fois la LIP supposée (5 x LIP) ; les valeurs moyennes pour Au, Bi, Cd, Se, Ta, et Te *semblent* être plus grandes que 5 x LIP en raison d'un ou deux échantillons présentant des concentrations très élevées.

4.5 – Evaluation de l'ensemble de données « *Nouakchott* »

L'ensemble de données « *Nouakchott* », compilé à partir de plusieurs feuilles de calcul distinctes, contenait 9 644 enregistrements d'échantillons différents. Étaient joints à ces données plusieurs certificats de CQ d'ALS Chemex contenant également des données analytiques pour 33 matériaux de référence (1 112 enregistrements), 531 paires de doubles analytiques, et 494 blancs analytiques. Par conséquent, environ 18 pourcent des analyses « *Nouakchott* » effectuées par ALS Chemex étaient des données de CQ. Ces données de CQ ont été compilées pour servir de base à un vaste contrôle sur la qualité de l'ensemble de données « *Nouakchott* ».

Plus tard, lors de l'intégration de nouvelles données de l'ensemble de données « *Nouakchott* » en combinaison avec l'ensemble de données « *Base de données* », 1 792 enregistrements se sont avérés commun aux deux ensembles. Ceci, en plus fait qu'un seul laboratoire analytique était responsable de l'ensemble des analyses, que les mêmes méthodes analytiques ont été employées dans toute l'étude, et que l'ensemble des analyses ont été faites sur une période relativement courte de trois ans, suggère qu'une évaluation de CQ de l'ensemble des données « *Nouakchott* » serait assez représentative de la totalité de la base de données.

4.5.1 – Matériaux de référence standards

A partir des certificats de CQ d'ALS Chemex, ont été extraites les analyses de 33 MRS qui avaient été analysés pour 148 combinaisons d'éléments et méthodes d'analyse différentes. Certains de ces MSR étaient rarement utilisées et certaines combinaisons d'éléments/de méthodes analytiques n'étaient de même généralement pas utilisées. Pour la présente évaluation de CQ, les données provenant de 12 MRS ont été évaluées pour 86 combinaisons différentes d'éléments/de méthodes analytiques. Pour illustrer la méthodologie, seuls les résultats pour le standard G2000 analysés par la digestion à quatre acides, l'ensemble analytique ICP-AES de 27 éléments (méthode ICP61) plus Ag et AS en AAS (méthode AA61) sont indiqués ici. On trouvera une synthèse statistique et graphique complète de toutes les combinaisons de MRS, des éléments et des méthodes d'analyse évaluées à l'Annexe 3. En outre, les statistiques et les graphiques pour chaque élément, par méthode et par MRS, sont disponibles sous forme de fichiers Excel sur le CD-ROM ci-joint. Les valeurs cibles pour chaque élément ont été obtenues à partir de gammes de valeurs cibles énumérées dans les certificats de CQ. Aucun de ces MRS n'a été identifié comme standard certifié. Donc, les valeurs en % de récupération devraient être traités comme des valeurs non-homologuées et non comme des valeurs absolues.

Le Tableau 4.2 synthétise les statistiques utiles pour le MRS G2000. Un graphique du % ETR ou de la précision est présenté sur la Figure 4.2, et un graphique du % de récupération ou de l'exactitude est présenté sur la Figure 4.3. Seuls Ba et Mo ont des valeurs de % ETR supérieures à 15. La valeur de Ba n'est pas inattendue puisque certains minéraux de baryum, tels que la barytine, ne habituellement pas complètement dissous par une digestion classique à quatre acides. D'autres éléments tels que Hf, Ta et Zr

présentent le même problème (il est fréquent que des éléments tels que Cr, Nb, Sn, Ti, Sc, W et les éléments de terres rares présentent le même problème de digestion). Des valeurs élevées de % ETR apparaissent pour Hf, Ta et Zr sur les graphiques de l'Annexe 3. Cette valeur élevée de % ETR du Mo est probablement due à des concentrations qui se rapprochent de la LIP. Pour Mo, la moyenne par la méthode ICP61 est de 5.4 ppm (Tableau 4.2) C'est à peine cinq fois supérieur à la LIP du Mo (1 ppm). Le % de récupération de l'ensemble des éléments présenté sur la Figure 4.3 est dans les limites acceptables de ± 15 pourcent. Certains autres MRS présentent également des problèmes de % de récupération du Ba, de Hf, ou du Zr. Encore une fois, cela est probablement dû à des difficultés de dissolution des échantillons.

4.5.2 – Doubles analytiques

Les certificats de CQ d'ALS Chemex contenaient plusieurs échantillons de doubles analytiques. Tous les ensembles identifiables de doubles analytiques ont été utilisés dans le cadre de la présente évaluation. Pour illustrer la méthodologie, seuls les résultats pour les doubles analytiques traités par digestion à quatre acides, l'ensemble analytique ICP-MS de 47 éléments (méthode MS61) sont présentés ici. Une synthèse statistique et graphique complète pour l'ensemble des doubles analytiques par chacune des méthodes d'analyse évaluées peut être consultée dans l'Annexe 4. En outre, les statistiques et les graphiques pour chaque élément et pour chacune des méthodes sont disponibles sous forme de fichiers Excel sur le CD-ROM ci-joint.

Le tableau 4.3 récapitule les statistiques utiles concernant la méthode MS61. Un graphique du % ETR ou de la précision pour ces doubles analytiques est présenté au niveau de la Figure 4.4 Puisqu'il n'y a aucune valeur cible connue pour les doubles analytiques choisis aléatoirement, il n'est pas possible d'évaluer l'exactitude des analyses. Les valeurs de précision pour Ag, B, Hf, Nb, Sb, Se, Ta et Te sont supérieures à 20 % ETR, tandis que les valeurs pour Ba, Cd, In, S et Zr se situent entre 15 et 20 % ETR. Ces valeurs élevées pour Ag, As, Se, Ta, et Te sont probablement dues à leur proximité avec la LIP ; l'ensemble de ces éléments a une valeur moyenne qui est moins de cinq fois la LIP. Les valeurs pour Ba, Hf, Nb et Zr reflètent probablement des problèmes de dissolution des échantillons, tandis que les valeurs pour Cd et Sb peuvent refléter un plus haut degré d'hétérogénéité des échantillons réels par contraste avec des MRS rigoureusement préparés.

4.6 – Synthèse et conclusion de l'évaluation de Contrôle Qualité pour les données géochimiques mauritaniennes.

Les évaluations de CQ tendent à se concentrer sur les éléments ou les méthodes posant des problèmes. La présente évaluation ne fait pas exception. Toutefois, il est important de noter que cette évaluation n'a révélé aucun problème de précision ou d'exactitude pour la majeure partie des données analytiques. Par conséquent, ces données devraient être utiles afin d'évaluer les variations entre sites d'échantillonnage, et pour évaluer le potentiel en ressources minérales de la Mauritanie. Des précautions doivent cependant être prises en interprétant les cartes géochimiques basées sur quelques éléments dont les valeurs se rapprochent de leur LIP. Cela est notamment valable pour Ag, As, Au, B, Cd, Ge, Pd, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sn, Ta, Te et W. L'antimoine et le tungstène illustrent à l'extrême cette difficulté, avec des valeurs de % ETR de 51 et de 67 respectivement (Tableau 4.1). En revanche, les éléments se situant dans des gammes bien au-dessus ($> 5 X$) de la LIP, les résultats obtenus sont beaucoup moins sujets à caution. En outre, il est important de noter que les valeurs de quelques éléments comme Ba, Hf, Nb et Zr peuvent ne pas refléter la quantité totale de ces éléments dans un échantillon, en raison de problèmes de dissolution de

l'échantillon lorsque ce sont des techniques de dissolution quasi-totale (par exemple avec quatre acides) et non des techniques de dissolution totale qui ont été utilisées.

Tableau 4.1. Statistiques permettant d'évaluer les échantillons en double des sites à partir de l'ensemble des données « Bases de données ». [Données présentées au mieux avec trois chiffres significatifs]

<u>Élément</u>	<u>Paires (k)</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Écart type pour les doubles</u>	<u>% ETR</u>
Ag ppm	52	1,9756	0,4509	22,82
Al %	20	8,9475	0,1889	2,11
As ppm	52	226,0788	43,2200	19,12
Au ppm	52	0,1080	0,0210	19,41
Ba ppm	20	1381,2800	37,1063	2,69
Be ppm	20	2,9475	0,2936	9,96
Bi ppm	20	14,5660	2,4560	16,86
Ca %	20	7,4265	0,0954	1,28
Cd ppm	20	2,4710	0,1709	6,91
Ce ppm	20	125,5075	10,3049	8,21
Co ppm	20	41,5400	0,7113	1,71
Cr ppm	20	158,5000	21,8483	13,78
Cs ppm	20	3,6038	0,1851	5,14
Cu ppm	20	387,1050	14,4724	3,74
Fe %	20	10,9105	0,1377	1,26
Ga ppm	20	26,6050	0,6644	2,50
Ge ppm	20	0,7113	0,1916	26,94
Hf ppm	20	5,3625	0,6978	13,01
In ppm	20	0,1025	0,0051	5,00
K %	20	2,1785	0,0576	2,64
La ppm	20	62,1500	3,5320	5,68
Li ppm	20	81,5600	4,4745	5,49
Mg %	20	2,5570	0,0567	2,22
Mn ppm	20	1365,0000	29,3684	2,15
Mo ppm	20	6,8525	0,4083	5,96
Na %	20	2,0135	0,0659	3,27
Nb ppm	20	15,6550	1,8165	11,60
Ni ppm	20	118,0200	5,7845	4,90
P ppm	20	889,5500	37,7823	4,25
Pb ppm	20	905,7750	44,3211	4,89
Pt ppm	20	0,1050	0,0112	10,65
Rb ppm	20	87,5500	5,7103	6,52
Re ppm	20	0,0034	0,0005	14,71
S %	20	0,1875	0,0065	3,48
Sb ppm	20	2,0100	1,0207	50,78
Se ppm	20	10,0250	1,5391	15,35
Sn ppm	20	2,9100	0,1817	6,24
Sr ppm	20	711,1800	18,6776	2,63
Ta ppm	20	0,9950	0,2377	23,89
Te ppm	20	1,2450	0,3991	32,06
Ti %	20	0,6418	0,0345	5,37
Tl ppm	20	0,5940	0,1938	32,62
U ppm	20	6,2850	0,3956	6,29
V ppm	20	403,8500	16,8070	4,16
W ppm	20	5,3575	3,5742	66,71
Y ppm	20	37,4400	10,6989	28,58
Zn ppm	20	736,0500	8,9791	1,22
Zr ppm	20	187,5250	31,6529	16,88

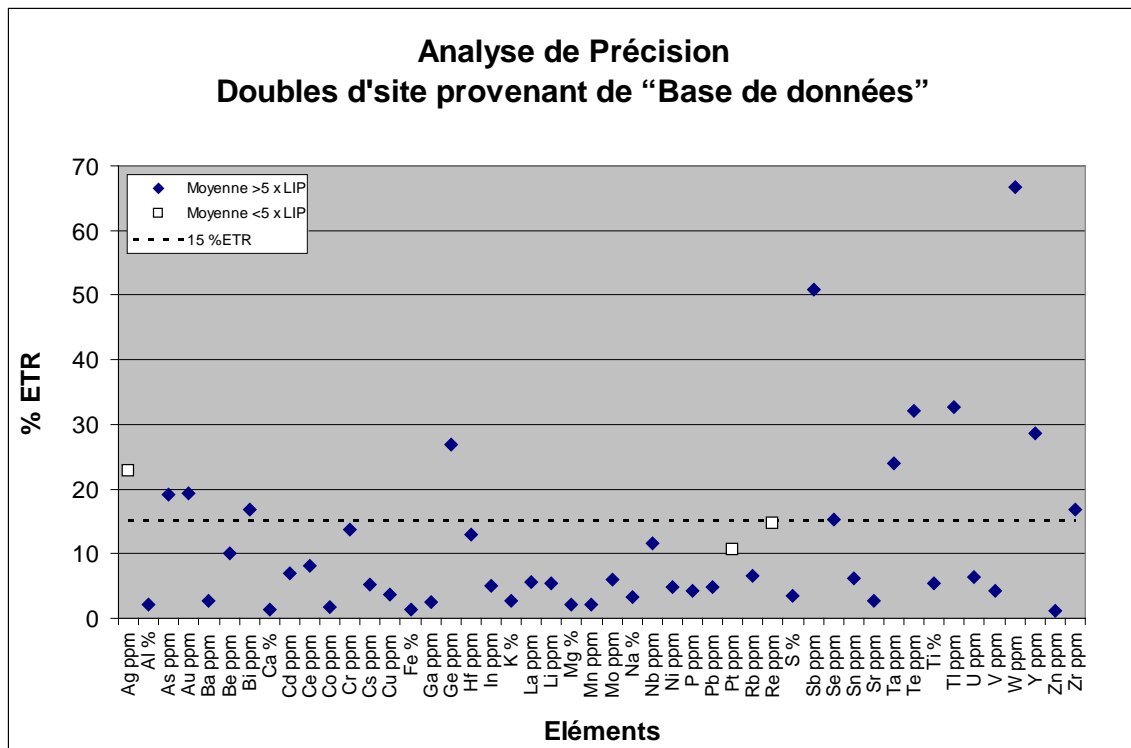


Figure 4.1. Graphique présentant la précision des analyses des doubles extraites des enregistrements « Base de données ».

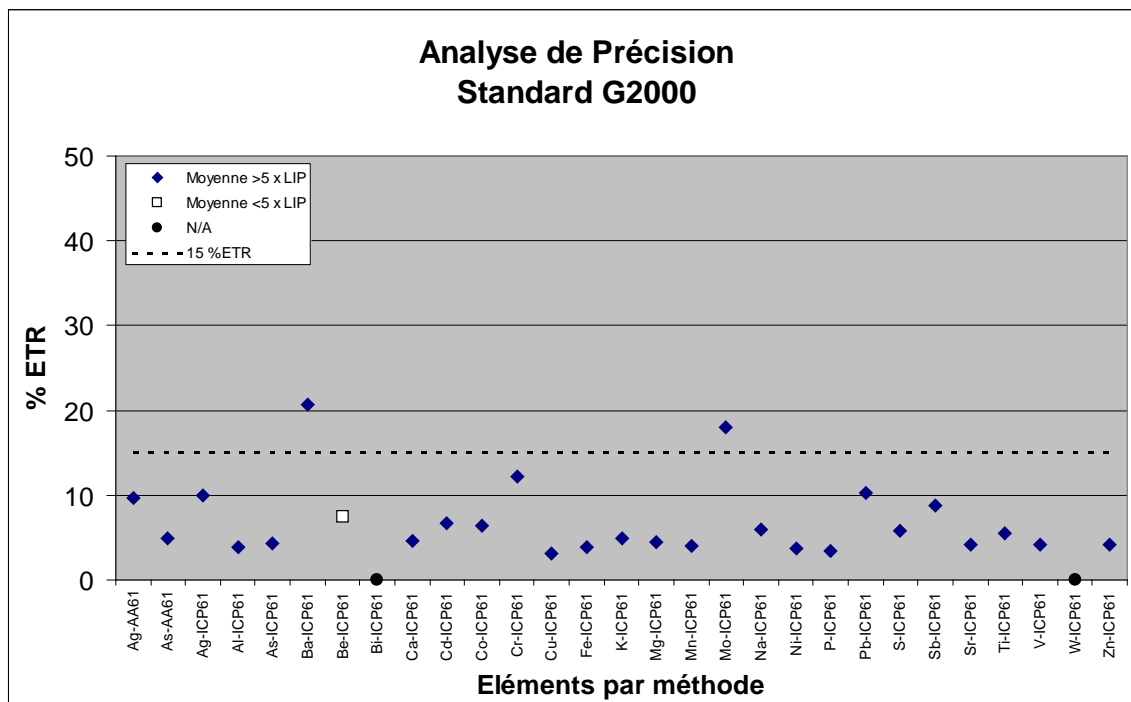


Figure 4.2. Graphique présentant la précision des résultats des analyses du matériau de référence standard G2000

Tableau 4.2. Statistiques pour l'évaluation du MRS G2000 analysé par la méthode ICP61 [données présentées au mieux avec trois chiffres significatifs]

<u>Elément/ méthode</u>	<u>LIP</u>	<u>N</u>	<u>Valeur cible</u>	<u>Limite inférieure de contrôle</u>	<u>Limite supérieure de contrôle</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Écart type</u>	<u>% ETR</u>	<u>% de récupération</u>
Ag-AA61	0,5	67	3,55	2,7	4,4	3,7313	0,3606	9,67	105,11
As-AA61	5	69	484	435	533	497,4058	24,4951	4,92	102,77
Ag-ICP61	0,5	21	3,55	2,7	4,4	3,6000	0,3606	10,02	101,41
Al-ICP61	0,01	21	5,03	4,66	5,4	5,0595	0,1990	3,93	100,59
As-ICP61	5	21	484	435	533	485,8095	21,0870	4,34	100,37
Ba-ICP61	10	21	2230	2000	2460	2213,3333	456,2054	20,61	99,25
Be-ICP61	0,5	21	1,4	0,8	2	1,4095	0,1044	7,41	100,68
Bi-ICP61	2	21	2,5	1	4	< 2	--	N/A	N/A
Ca-ICP61	0,01	21	0,58	0,51	0,65	0,5924	0,0274	4,62	102,13
Cd-ICP61	0,5	21	7,6	6,3	8,9	7,4571	0,5016	6,73	98,12
Co-ICP61	1	21	25,5	22	29	24,5238	1,5690	6,40	96,17
Cr-ICP61	1	45	74	66	82	75,6222	9,2104	12,18	102,19
Cu-ICP61	1	45	303	272	334	305,7556	9,6322	3,15	100,91
Fe-ICP61	0,01	21	3,8	3,41	4,19	3,9029	0,1534	3,93	102,71
K-ICP61	0,01	21	1,3	1,16	1,44	1,2729	0,0630	4,95	97,91
Mg-ICP61	0,01	21	0,76	0,67	0,85	0,7567	0,0337	4,45	99,56
Mn-ICP61	5	21	568	506	630	576,3810	23,1959	4,02	101,48
Mo-ICP61	1	21	6	4	8	5,4286	0,9783	18,02	90,48
Na-ICP61	0,01	21	0,155	0,13	0,18	0,1429	0,0085	5,92	92,17
Ni-ICP61	1	36	286	256	316	283,5000	10,7291	3,78	99,13
P-ICP61	10	21	945	840	1050	964,7619	33,4094	3,46	102,09
Pb-ICP61	2	21	670	601	739	691,2381	70,6137	10,22	103,17
S-ICP61	0,01	21	0,265	0,23	0,3	0,2624	0,0151	5,77	99,01
Sb-ICP61	5	21	32	24	40	31,6190	2,7654	8,75	98,81
Sr-ICP61	1	21	116	103	129	114,2857	4,7554	4,16	98,52
Ti-ICP61	0,01	21	0,355	0,31	0,4	0,3424	0,0187	5,46	96,45
V-ICP61	1	21	108	96	120	104,1905	4,3545	4,18	96,47
W-ICP61	10	21	12,5	5	20	< 10	--	N/A	N/A
Zn-ICP61	2	21	1257,5	1130	1385	1276,9048	53,1854	4,17	101,54

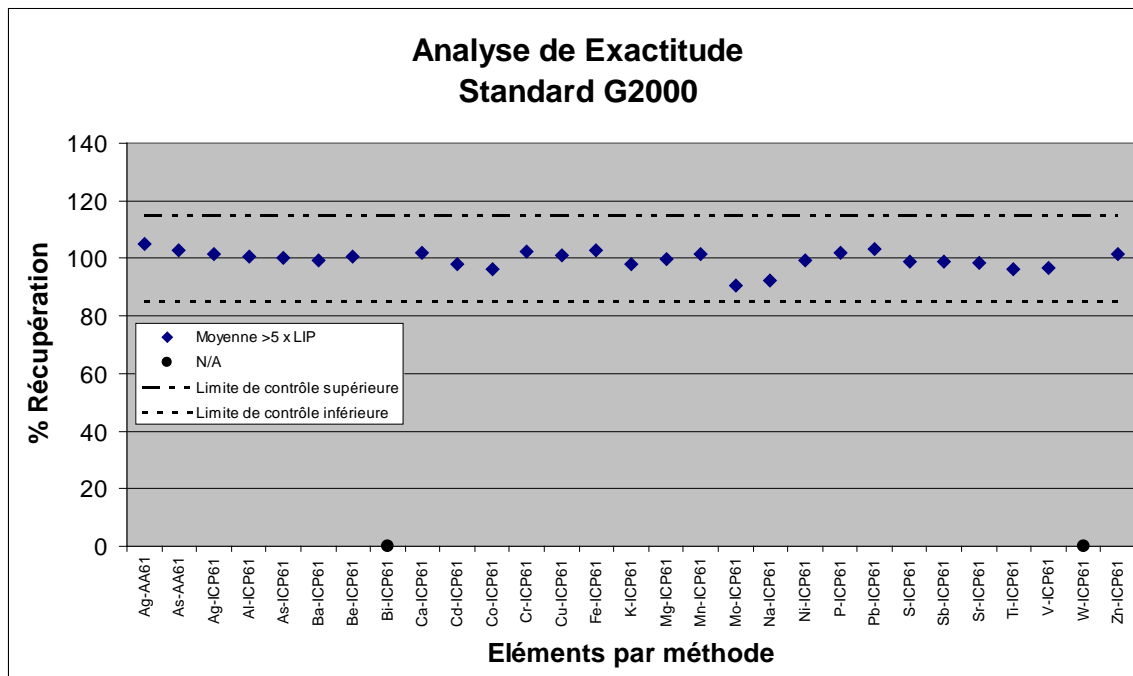


Figure 4.3. Graphique présentant l'exactitude pour le matériau de référence standard G 2000

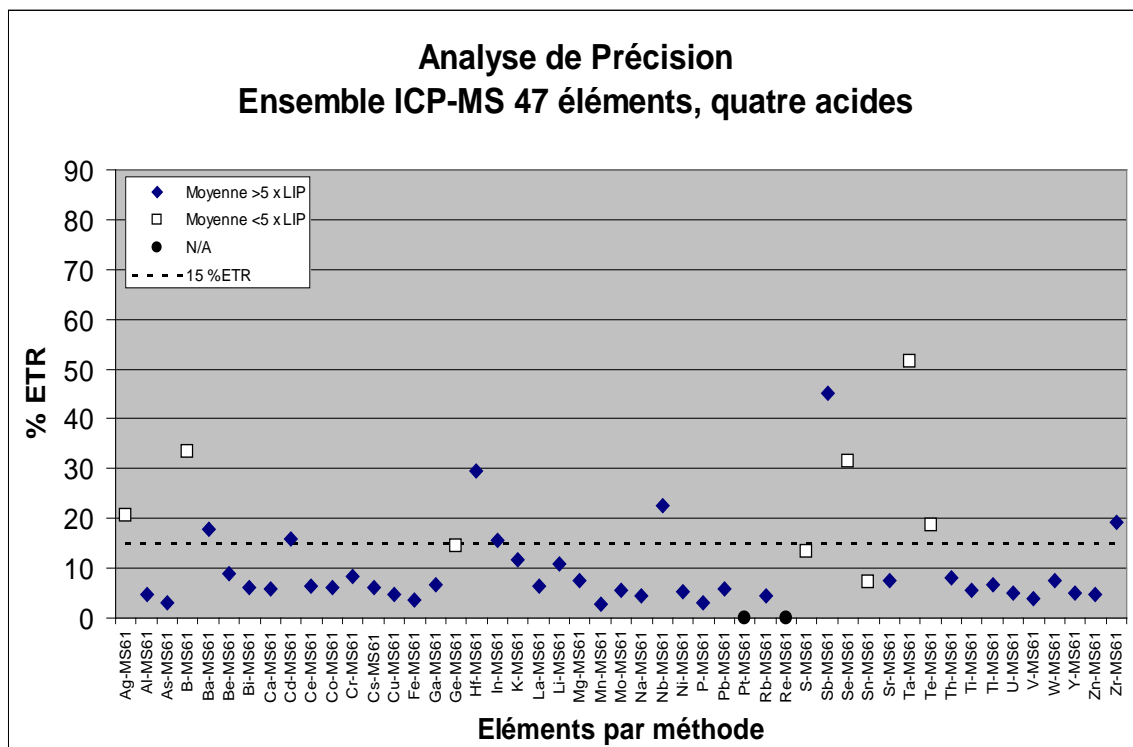


Figure 4.4. Graphique concernant la précision des analyses des échantillons de doubles analytiques, analysés par le système MS61

Tableau 4.3. Synthèse des statistiques concernant les doubles analytiques traités par ICP-MS [Données présentées au mieux avec trois chiffres significatifs].

<u>Élément/ méthode</u>	<u>Unités</u>	<u>LIP</u>	<u>Paire (k)</u>	<u>Par paire (n)</u>	<u>Min</u>	<u>Max</u>	<u>Somme</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Ecart type pour les doubles</u>	<u>% ETR</u>
Ag-MS61	ppm	0,01	59	2	0,01	0,35	6,58	0,0558	0,0115	20,62
Al-MS61	%	0,01	59	2	0,03	10,6	585,29	4,9601	0,2305	4,65
As-MS61	ppm	0,02	59	2	0,1	5800	13177,7	111,6754	3,3948	3,04
B-MS61	ppm	10	49	2	5	280	4370	44,5918	14,8805	33,37
Ba-MS61	ppm	0,5	59	2	20	5860	81330,8	689,2441	123,4178	17,91
Be-MS61	ppm	0,05	59	2	0,02	3,49	99,8	0,8458	0,0748	8,84
Bi-MS61	ppm	0,01	59	2	0,00	10	28,83	0,2443	0,0152	6,23
Ca-MS61	%	0,01	59	2	0,01	25	384,04	3,2546	0,1875	5,76
Cd-MS61	ppm	0,02	59	2	0,01	15,5	55,97	0,4743	0,0750	15,81
Ce-MS61	ppm	0,01	59	2	2,86	284	4900,17	41,5269	2,6069	6,28
Co-MS61	ppm	0,1	59	2	0,4	77,3	2066,5	17,5127	1,0523	6,01
Cr-MS61	ppm	1	59	2	0,5	836	8864,5	75,1229	6,2777	8,36
Cs-MS61	ppm	0,05	59	2	0,02	4,79	96,53	0,8181	0,0506	6,18
Cu-MS61	ppm	0,2	59	2	2,4	1000	23801,8	201,7102	9,8242	4,87
Fe-MS61	%	0,01	59	2	0,34	25	455,81	3,8628	0,1397	3,62
Ga-MS61	ppm	0,05	59	2	0,46	46,6	1418,82	12,0239	0,8178	6,80
Ge-MS61	ppm	0,05	59	2	0,02	0,56	20,585	0,1744	0,0252	14,44
Hf-MS61	ppm	0,1	59	2	0,05	6,5	159,95	1,3555	0,3997	29,49
In-MS61	ppm	0,005	59	2	0,00	4,93	13,3935	0,1135	0,0177	15,56
K-MS61	%	0,01	59	2	0,00	3,52	98,585	0,8355	0,0976	11,68
La-MS61	ppm	0,5	59	2	0,5	412	3120,1	26,4415	1,6583	6,27
Li-MS61	ppm	0,2	59	2	0,2	32,7	1230,2	10,4254	1,1371	10,91
Mg-MS61	%	0,01	59	2	0,00	7,45	167,625	1,4206	0,1053	7,41
Mn-MS61	ppm	5	59	2	32	1000	126502	1072,0508	31,3093	2,92
Mo-MS61	ppm	0,05	61	2	0,14	10,1	250,03	2,0494	0,1129	5,51
Na-MS61	%	0,01	59	2	0,00	5,5	128,03	1,0850	0,0469	4,32
Nb-MS61	ppm	0,1	59	2	0,1	42,1	571,6	4,8441	1,0997	22,70
Ni-MS61	ppm	0,2	59	2	2,1	687	6226,5	52,7669	2,7858	5,28
P-MS61	ppm	10	59	2	30	1000	82190	696,5254	22,1513	3,18
Pb-MS61	ppm	0,5	59	2	0,9	526	2023,3	17,1466	1,0229	5,97
Pt-MS61	ppm	0,1	59	2	0,05	0,4	6,81	< 0,1	--	non
Rb-MS61	ppm	0,1	59	2	0,05	361	4533,7	38,4212	1,6681	4,34
Re-MS61	ppm	0,002	59	2	0,00	0,00	0,181	< 0,02	--	non
S-MS61	%	0,01	58	2	0,00	0,2	4,045	0,0349	0,0047	13,38
Sb-MS61	ppm	0,05	59	2	0,02	113	269,58	2,2846	1,0331	45,22
Se-MS61	ppm	1	59	2	0,5	7	160	1,3559	0,4269	31,48
Sn-MS61	ppm	0,2	59	2	0,1	9,6	133,1	1,1280	0,0818	7,25
Sr-MS61	ppm	0,2	59	2	2,7	3430	29531,4	250,2661	18,7680	7,50
Ta-MS61	ppm	0,05	59	2	0,00	1,76	21,675	0,1837	0,0948	51,62
Te-MS61	ppm	0,05	59	2	0,02	2,2	9,56	0,0810	0,0151	18,67
Th-MS61	ppm	0,2	59	2	0,1	32,1	716,2	6,0695	0,4892	8,06
Ti-MS61	ppm	0,01	59	2	0,00	0,73	25,14	0,2131	0,0116	5,47
Tl-MS61	ppm	0,02	59	2	0,01	1,54	21,39	0,1813	0,0121	6,68
U-MS61	ppm	0,1	61	2	0,05	78,1	455,25	3,7316	0,1858	4,98
V-MS61	ppm	1	61	2	0,5	356	9122	74,7705	2,8943	3,87
W-MS61	ppm	0,1	59	2	0,1	49,6	338,7	2,8703	0,2173	7,57
Y-MS61	ppm	0,1	59	2	0,9	109,	1778,1	15,0686	0,7646	5,07
Zn-MS61	ppm	2	59	2	2	1605	8273	70,1102	3,3000	4,71
Zr-MS61	ppm	0,5	59	2	0,25	181	4604,05	39,0174	7,4563	19,11

5 – Problèmes identifiés destinés à être résolus dans l’avenir

Lors de la création des bases de données principales de localisation et de géochimie, plusieurs problèmes ont été identifiés dans les données géochimiques existantes de PRISM I. Certains de ces problèmes ont d’abord été identifiés dans les rapports de synthèse des phases I et II des données de PRISM I (U.S. Geological Survey, 2007, et Eppinger et autres, 2007, respectivement). Là où les problèmes pouvaient être résolus et les erreurs corrigées, les changements ont été faits dans les bases de données *MasterChem.mdb* et *LocalisationsPrincipales.mdb* et ces changements ont été décrits. Cependant, dans certains cas, l’information manque pour résoudre les problèmes identifiés tout en étant confiant sur les modifications apportées. Le Tableau 5.1 regroupe la nature des problèmes concernés afin que de futurs utilisateurs des données de PRISM I en soient conscients, et puissent éventuellement y apporter une solution. Pour les grandes bases de données, des incohérences mineures (et parfois majeures) et/ou des erreurs ne sont pas anticipées. Cependant, leur résolution peut être problématique et chronophage (la règle du 80-20 s’applique ici, où cela peut prendre 80 % du temps pour finaliser les derniers 20 % des données). Dans de nombreux cas, il est nécessaire de revenir sur les rapports d’origine du laboratoire ALS Chemex et les cartes de terrain d’origine pour résoudre les problèmes.

Tableau 5.1. Problèmes identifiés lors de la création des bases de données principales de localisation et de chimie.

Problème identifié	Tableau / Localisation de fichier	Action entreprise	Actions recommandées pour résoudre le(s) problème(s) dans l’avenir
Le type d’environnement de prise d’échantillon n’a pas été spécifié pour 413 échantillons (mêmes échantillons que ci-dessus)	Feuille de calcul <i>TST_413Anal_Maj_Tr_Brgm.xls</i> ; dossier <i>Normandie_La_Source</i>	Données exclues du Tableau <i>tblSamples</i> ; cependant, la suite d’analyse des éléments comprend les oxydes majeurs, suggérant que le milieu est de type rocheux.	Le personnel mauritanien de PRISM doit se faire confirmer le type de milieu d’échantillonnage auprès des parties responsables.
Le type d’environnement de prise d’échantillon n’a pas été spécifié pour 38 échantillons	Feuille de calcul <i>TST_38Anal_Maj_Tr_Hadji.xls</i> ; dossier <i>Normandie_La_Source</i>	Le type d’environnement est changé pour rocheux au sein du Tableau <i>tblSamples</i> ; la suite d’analyses élémentaires comprend des oxydes majeurs, suggérant que le milieu est de type rocheux.	Le personnel mauritanien de PRISM doit vérifier le type de milieu d’échantillonnage auprès des parties responsables.
Le type d’environnement de prise d’échantillon n’a pas été spécifié pour 6 554 échantillons	Feuille de calcul <i>FEDSTRA.xls</i> ; dossier <i>Normandie_La_Source</i>	Seules les analyses pour Au ont été reportées ; le type de milieu a été remplacé par sol dans le Tableau <i>tblSamples</i> , mais cela peut être erroné.	Le personnel mauritanien de PRISM doit vérifier le type de milieu d’échantillonnage auprès des parties responsables.
Le type d’environnement de prise d’échantillon n’a pas été spécifié pour 2 438 échantillons	Feuille de calcul <i>FEDTACT.xls</i> ; dossier <i>Normandie_La_Source</i>	Seules les analyses pour Au ont été reportées ; le type de milieu a été remplacé par sol dans le Tableau <i>tblSamples</i> , mais cela peut être erroné.	Le personnel mauritanien de PRISM doit vérifier le type de milieu d’échantillonnage auprès des parties responsables.
3 116 échantillons sont associés à une localisation et 2 345 de ces derniers sont associés à des données pour Au ; cependant, il	Fichier de forme <i>FED_FTJ_Soil.shp</i> ; dossier <i>Normandie_La_Source</i>	Données exclues du Tableau <i>tblMasterChem</i> dans la base de données <i>MasterChem.mdb</i> .	Le personnel mauritanien du PRISME devrait obtenir les données géochimiques d’origine à partir desquelles le fichier de forme a été créé. Veuillez noter que le fichier de

<u>Problème identifié</u>	<u>Tableau / Localisation de fichier</u>	<u>Action entreprise</u>	<u>Actions recommandées pour résoudre le(s) problème(s) dans l'avenir</u>
n'y a aucune manière de déterminer si la teneur en Au est correcte ou pas car toutes les valeurs « < X » sont notées X			formes contient les localisations de 3 116 sols, mais que seuls 2 345 sols sont associés à des données géochimiques (Au).
22 échantillons n'ont pas de coordonnées ; se reporter à la liste du rapport de la phase I sur les données de PRISME I	Tableau <i>Identification</i> dans la base de données <i>Geochemie.mdb</i>	Données exclues du Tableau <i>tblSamples</i>	Le personnel mauritanien de PRISM doit obtenir les coordonnées d'origine auprès des parties responsables.
6 134 échantillons peuvent avoir des identifiants tronqués et présenter une duplication des numéros d'identifiant des échantillons pour différents milieux	<i>m40_regblemsample_9697.dbf</i> <i>m40_regdrainsample_9697.dbf</i> Fichiers <i>m40_regrocksample_9697.dbf</i> dans les dossiers des fichiers de formes GGI	Un préfixe noté « m40 » plus une lettre indiquant le type d'échantillon (b=bleg - OELV-, d=drain, s=sol) a été ajouté au début de chaque identifiant d'échantillon à 4 chiffres dans les bases de données <i>MasterLocation.mdb</i> et <i>MasterChem.mdb</i> , ce qui traite le problème concernant 3 205 échantillons.	Si possible, le personnel mauritanien de PRISM doit vérifier les sources des duplications des identifiants d'échantillon. Se référer à l'Annexe I pour plus d'information.
L'analyse des bases de données principales de localisation et de chimie identifie de nombreux sites d'échantillonnage (?) sans qu'il soit possible de leur associer des données géochimiques	Bases de données <i>MasterChem.mdb</i> et <i>LocalisationsPrincipale.mdb</i> (sur le fondement des données dérivées de l'ensemble des sources de données de PRISM I, fournies à l'USGS).	Aucune ; les données ont été utilisées « telles quelles » après que des tentatives aient été faites d'essayer de résoudre le problème. L'écart le plus grand est constaté dans le Tasiast-Tijirit (> 6 000 localisations) et les régions des Mauritanides du Sud (> 3 000 localisations). Il se pourrait que l'ensemble des localisations de site n'aient pas d'échantillons associés à des analyses géochimiques. Il se pourrait également qu'il y ait des disparités d'identification entre les identifiants de localisation et les identifiants d'échantillons géochimiques.	Le personnel mauritanien de PRISM I devrait demander TOUS les rapports de laboratoire originaux d'ALS Chemex aux parties responsables. Le personnel mauritanien de PRISM I devrait demander toutes les cartes d'échantillonnage d'origine et toutes les notes de terrain aux parties responsables. Ces éléments pourraient être nécessaires pour résoudre ce problème essentiel.

6 – Cartes géochimiques du pays à l'échelle 1 : 1 000 000

La Figure 1.1 et le fichier à l'échelle 1 : 1 000 000 « *Geochemistry Areas and Sample Sites.pdf* » illustre la difficulté à réaliser des cartes pour les éléments géochimiques à l'échelle de la Mauritanie toute entière. La répartition spatiale des sites d'échantillonnage, des déterminations analytiques et des types de milieux d'échantillonnage, présente des incohérences entre les différents secteurs. Ce problème est aggravé par le fait que, sur la majorité des échantillons, seuls Au, Ag et As ont été déterminés. Sur des milliers d'échantillons analysés, les autres éléments trace n'ont pas été déterminés. Pour remédier à ces insuffisances

et pour fournir un « instantané géochimique » à l'échelle du pays de la distribution des éléments sélectionnés, des cartes à un élément ont été produites, comme décrit ci-dessous. Les cartes à un élément à l'échelle 1 :1 000 000 sont fournies sous forme de fichiers PDF sur le DVD ci-joint pour les 23 éléments suivants : Ag, As, Au, Ba, Bi, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Pt, Sn, Th, Ti, U, W, et Zn.

Les statistiques ont été calculées séparément pour deux groupes d'échantillons (roches et échantillons non-consolidés) recueillis dans chacune des six régions délimitées en fonction de la géologie : Nord-Ouest, Nord-Est, Tasiast-Tijrit, Mauritanides Centrales, Mauritanides Du Sud, et Kíffa-Néma (Figure 1.2). Les différences statistiques entre les groupes d'échantillons sont importantes en raison de vraies différences lithologiques (et donc géochimiques) entre les six régions. Entre les six régions, il a été mis en évidence, comme attendu, une variation des concentrations pour les différents éléments. Les matériaux non-consolidés (sols, sédiments, régolithe) ont été regroupés de manière distincte des échantillons de roches de chaque région. Un procédé de normalisation (scores Z) a été employé sur les deux groupes d'échantillons pour chacun des six secteurs, produisant de ce fait 12 normalisations séparées pour chaque élément. Le score Z (se référer à http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_score) est calculé en utilisant la formule :

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

où x = concentration de l'élément dans l'échantillon,
 μ = moyenne de la population,
 σ = écart type de la population.

Cette procédure de normalisation se traduit par un déplacement de population, obtenant une moyenne de zéro et un écart-type de 1. Le score Z est une grandeur sans dimension. Après la normalisation, en raison du fait que les scores Z des douze groupes ont une moyenne et un écart-type identiques, ils peuvent raisonnablement être regroupés pour chaque élément. Chaque élément sélectionné a été ensuite tracé sur la carte, à l'aide de symboles proportionnels, ils ont été présentés en termes d'unités d'écart type. Un tableau explicatif pour chaque élément présente les équivalents en partie par million pour les gammes d'écart type présentées, à la fois pour les roches et pour les matériaux non-consolidés. Les résultats sont présentés sur des cartes du pays pour un seul élément à l'échelle 1 :1 000 000, présentant les concentrations à la fois des roches et des matériaux non-consolidés, et reflétant les différentes caractéristiques de la population considérée au sein des six régions géologiques. Dans les régions centrales et du Sud des Mauritanides, les concentrations moyennes en Cu des roches étaient exceptionnellement élevées, du fait de répartitions fortement biaisées des déterminations analytiques. Les distributions biaisées sont le résultat de la présence, au sein des populations analysées, de concentration équivalentes à celle d'un minerai parmi les échantillons de roche prélevés dans ces régions. Lorsque cela a été le cas, ces valeurs très anormales ont été retirées des calculs statistiques pour réduire l'effet aberrant correspondant sur les scores Z. Le calcul des scores Z a été effectué pour chacun des 64 éléments des données géochimiques et a été fourni sous forme d'attributs supplémentaires pour chacun des échantillons.

Des cartes multiéléments ont été produites pour les combinaisons de six éléments suivantes : Ag-As-Au, Co-Cu-Pb-Zn, Cr-Ni-Pt, Fe-Mn-Ti, P-U-V, et Bi-Sb-Sn-W. Ces combinaisons ont été obtenues en premier lieu par l'utilisation d'une pondération de l'inverse de la distance avec un rayon de recherche de 10 kilomètres afin de calculer pour chaque élément des valeurs Z de coordonnées au sein du maillage, et ensuite en combinant systématiquement les éléments en attribuant des valeurs de 1, 2, 4 ou 8 aux valeurs de Z supérieures à 2 pour chacun des éléments devant être combiné. La somme de ces valeurs réaffectées identifie de manière unique les combinaisons d'éléments pour chaque localisation. Par exemple, en assignant

une valeur de 1 à toutes les valeurs de Z interpolées > 2 pour l'Ag, et 0 autrement, 2 à toutes les valeurs de Z > 2 interpolées pour l'As, et 0 autrement et 4 à toutes les valeurs de Z interpolées > 2 pour Au, et 0 autrement, la somme de ces trois grilles interpolées deviennent 1 pour Ag seul, 2 pour As combiné avec Au et 7 pour une combinaison de Ag, As et Au.

7 – Cartes géochimiques des six régions

Des cartes géochimiques pour un seul élément ont été produites à l'échelle 1 :500 000 pour un certain nombre d'éléments sélectionnés pour chacune des six régions. Les 296 cartes, et le SIG associé à partir desquels elles ont été générées, sont des produits à valeur ajoutée fournis en plus des cartes exigées dans le cadre du contrat. Les couches SIG de ces cartes étaient essentielles pour l'élaboration des produits d'évaluation des ressources minérales. En outre, une carte de localisation des sites d'échantillonnage (fichier : « *Geochemistry Areas and Sample Sites.pdf* »), à l'échelle 1 :1 000 000 est également fournie. Les cartes géochimiques ont été créées de la manière suivante :

1. Pour chaque région, une « recherche parallèle » a été effectuée entre la base de données principale des localisations et la base de données principale de chimie pour en extraire tous les échantillons codés « roche » (c'est-à-dire un regroupement de toutes les sous-catégories de roches du Tableau 2.1). Une requête similaire a été effectuée pour extraire tous les échantillons correspondants à sols + régolithe + sédiments fluviatiles (c'est-à-dire un regroupement toutes les catégories de matériaux non-consolidés du Tableau 2.2). Veuillez noter que, par souci de simplicité des cartes régionales, le choix a été fait de regrouper l'ensemble des milieux non-consolidés, comprenant les sols, les régolites et échantillons de sédiments fluviatiles, en une seule catégorie. Des cartes géochimiques plus détaillées devraient à l'avenir traiter ces milieux d'échantillonnage séparément, respectant ainsi ce qui était probablement envisagé lors de la collecte initiale des échantillons. Le Tableau 6.1 répertorie les numéros des échantillons extraits à l'aide des requêtes parallèles pour les six régions.
2. Les 12 sous-ensembles de données ont été extraits de la base de données et sauvegardés sous forme de fichiers Excel.
3. Les 12 fichiers Excel ont été traités avec le progiciel Statsoft Statistica© afin de déterminer les statistiques de base (moyennes, valeurs minimales, valeurs maximales, écarts types, percentiles et corrélations) pour chaque sous-ensemble. Ces sous-ensembles de statistiques de base sont fournis au format Microsoft Excel 2003[©] sur le DVD ci-joint, dans le dossier « *BasicStatistics* ». À titre de mise en garde, il est à noter que ces statistiques ont été calculées à partir de données pour lesquelles les valeurs « < » censurées ont été remplacées par 0,5 fois la limite inférieure de la valeur enregistrée, et les valeurs « > » éliminées ont été remplacées par la limite supérieure de la valeur enregistrée elle-même. Ainsi, les statistiques sont-elles biaisées, en particulier pour les éléments avec de nombreuses valeurs éliminées, telles qu'Ag. Ce problème est aggravé pour les éléments ayant des limites de détection multiples, telles qu'Ag. Dans l'ensemble, les données sont considérées comme inadéquates pour l'application de techniques statistiques exploratoires à variables multiples telles que l'analyse factorielle ou l'analyse de composants principaux, en raison des incertitudes sur la façon dont certaines des données ont été traitées (par exemple, incertitude sur le nombre exact et celles des variables de la base de données « *Base de données des échantillons.mdb* » à avoir été remplacées par des valeurs « < » et « > »), en raison des limites inférieures différentes de détermination pour différentes méthodes, et en raison de successions d'éléments non-systématisées. Cependant, les procédures à variables multiples sont probablement appropriées pour des sous-groupes isolés à haute densité d'échantillons où sont disponibles des données à plusieurs éléments.

4. Des graphiques pour un seul élément ont été créés pour une sélection d'éléments en utilisant les percentiles calculés pour chaque sous-ensemble de données. Les éléments pour le graphique ont été choisis en fonction de la gamme de variabilité, sur le nombre d'échantillons ayant des données pour un élément donné (populations plus grandes souhaitables), et sur les éléments connus pour être utiles à des fins d'évaluation des ressources minérales pour les types de dépôts examinés. Cependant, quoique les percentiles inférieurs (tels que le 2,5^{ème}) aient été calculés, les incertitudes exprimées au paragraphe (3) ci-dessus (limites inférieures multiples et valeurs de remplacement correspondantes multiples) rendent les données inadéquates pour spéculer sur l'appauvrissement dans l'élément considéré. Pour ces données, et dans leur forme actuelle, il est plus sûr d'utiliser des graphiques pour un seul élément, et de mettre l'accent sur les très fortes concentrations pour une variable donnée.
5. Des graphiques par point à symbole proportionnel ont été également créés pour les échantillons rocheux. Concernant les échantillons sol + régolithe + sédiments fluviatiles, les données ont été visualisées sous la forme d'isolignes par l'utilisation du logiciel ESRI ArcGIS[®]. Certains éléments comportant de nombreuses valeurs invalidées (comme Au, Ag et Pt), et ayant de ce fait connu de nombreuses substitutions, ne conviennent pas pour la création des isolignes, et sont indiqués graphiquement sous forme de points de taille proportionnelle. De même, les points correspondant à des échantillons dispersés, comme dans la région de Kiffa-Néma, ne permettent pas le maillage. Des précisions supplémentaires sur les procédures de maillage sont présentées dans l'Annexe 5.

Tableau 7.1. Enregistrements des roches et des matériaux non-consolidés possédant à la fois des données de composition chimique et des coordonnées, extraites des bases de données *LocalisationsPrincipales.mdb* et *MasterChem.mdb* [se référer aux Tableaux 2.1 et 2.2 pour les différents types de roche et d'échantillons non-consolidés rassemblés ici]

<u>Région</u>	<u>Regroupement d'enregistrements de roches</u>	<u>Regroupement d'enregistrements de matériaux non-consolidés</u>	<u>Ensemble des enregistrements</u>
Mauritanides centrales	1935	288	2223
Kiffa-Néma	775	78	853
Nord-Est	628	6027	6655
Nord-Ouest	519	4456	4975
Mauritanides du Sud	2868	3085	5953
Tasiast-Tijirit	1236	7125	8361

I les matériaux non-consolidés comprennent les échantillons sol + régolithe + sédiments fluviaux.

Un total de 296 cartes géochimiques produites pour les six régions est fourni sur le DVD ci-joint sous la forme de fichiers PDF, avec une carte de localisation des échantillons. Le Tableau 7.2 répertorie toutes les cartes pour un seul élément.

Tableau 7.2. Liste des cartes géochimiques pour un seul élément concernant les six régions, présentées sous forme de fichiers PDF. Les cartes sont fournies sous la forme de fichiers PDF sur le DVD ci-joint. [Roche, échantillons non-consolidés, échantillons sol + régolithe + sédiments fluviaux]

<u>Elément</u>	<u>Nord-Est</u>		<u>Nord-Ouest</u>		<u>Tasiast-Tijirit</u>		<u>Mauritanides centrales</u>		<u>Mauritanides du Sud</u>		<u>Kiffa-Néma</u>	
	roche	n-cons	roche	n-cons	roche	n-cons	roche	n-cons	roche	n-cons	roche	n-cons
Ag	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
As	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Au	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ba	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Be			✓				✓		✓			
Bi	✓		✓		✓		✓	✓	✓		✓	
Cd	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Ce	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
Co	✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓	
Cr	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Cu	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fe	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Hg					✓							
K	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	
La	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
Li					✓		✓		✓			
Mn	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Mo	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ni	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
P	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Pb	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pt	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	
S	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			
Sb	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
Se	✓		✓				✓		✓			

Elément	Nord-Est		Nord-Ouest		Tasiast-Tijirit		Mauritanides centrales		Mauritanides du Sud		Kiffa-Néma	
Sn							✓					
Sr	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
Te	✓				✓		✓		✓		✓	
Th	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Ti	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Tl	✓		✓		✓		✓		✓			
U	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	
V	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
W	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Zn	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Total	31	24	31	24	32	3	34	24	33	11	28	16

8 – Références

- Eppinger, Robert G., Smith, Steven, M., Giles, Stuart A., Sipeki, Julianna, et O’Leary, Richard M., 2007, Phase II, *Geochemistry—database creation, data quality assessment, and geochemical maps: U.S. Geological Survey Administrative Report* transmis à PRISM, 45 p., 4 annexes, 13 planches, DVD contenant 291 cartes géochimiques.
- Taggart, J.E., ed., 2002, *Analytical methods for chemical analysis of geologic and other materials*, U.S. Geological Survey: U.S. Geological Survey Open-File Report 02-223, Chapitre ZZ, pg. 6.
- U.S. Geological Survey, 2007, *Phase I summary report: USGS evaluation of PRISM-I data: U.S. Geological Survey Administrative Report* transmis à PRISM, 107 p., 6 annexes.

Annexe 1. – Notes sur la compilation et la fusion des localisations d'échantillons et des types de milieux pour le fichier de localisation principal, *LocalisationsPrincipale.mdb*.

La première étape dans la préparation des données géochimiques pour l'analyse des SIG a été d'examiner les données de PRISM I pour identifier les tableaux, les feuilles de calcul et les fichiers de formes qui contiennent des numéros d'échantillons. Ces données ont été trouvées dans le dossier *\SIG_M\L'information\Géochimie*. Parmi les fichiers de données possédant des numéros, ceux possédant des coordonnées associées à des localisations ont été passés en revue. Pour de nombreux échantillons, des coordonnées associées à des données géochimiques n'ont été trouvées que dans les tableaux des bases de données des fichiers de formes. Beaucoup d'échantillons ont été dupliqués dans plusieurs tableaux des bases de données *Enchantillons_sud_phase1.mdb* et *Base de données des échantillons.mdb*. En raison de ces disparités, une base de données principale des localisations (*LocalisationsPrincipale.mdb*) a été mise en place sous Access, afin de fournir un tableau unique et cohérent de tous les échantillons connus, de leurs coordonnées et du type de milieu. Le Tableau A1.1 répertorie les fichiers et les tableaux Access qui ont été utilisés pour créer la base de données *LocalisationsPrincipale.mdb*.

Tableau A1.1. Tableau des bases de données et des fichiers de formes utilisés pour fournir les numéros d'échantillons et les coordonnées géographiques pour la base de données principale de localisation.

Base de données ou fichier d'origine	Tableau d'origine
<i>Base de données des échantillons.mdb</i> , Base de données Access	<i>Identification</i>
<i>Enchantillons_sud_phase1.mdb</i> , Base de données Access	<i>Annexe1_1-1_4 Echantillons de roches des Mauritanides australes</i> <i>Annexe3 Majors</i> <i>tbl_Echantillons_200k500k</i>
<i>echantill_BGS folder</i> ; Feuilles de calcul Excel	<i>1812.xls</i> <i>1913.xls</i> <i>BGS-Baidy Echantillons Jan03.xls</i> <i>BGS-MPH Echantillons – sacs Jan03.xls</i> <i>Dahmane_samples_dec.xls</i> <i>Expl_Geochem_Form_mh.xls</i> <i>ExplGeoch-samplesAkjoujt_pp.xls</i> <i>FIELDDATAACNW.xls</i>
dossier <i>GGI</i> ; Fichier de formes ESRI	<i>m40_regblegsample_9697.dbf</i> <i>m40_regdrainsample_9697.dbf</i> <i>m40_regrocksample_9697.dbf</i>
<i>Normandie_La_Source folder</i> ; Fichiers de formes ESRI	<i>FED_FTJ_Soil.dbf</i> <i>Fedstra.dbf</i> <i>Fedtact.dbf</i> <i>tasiast_analyses_brgm.dbf</i> <i>tasiast_analyses_hadji.dbf</i>
<i>dossier SIG_Géochimie_500</i> ; Fichiers de formes ESRI	<i>Géochimie_nord_phase1.dbf</i> <i>Géochimie_Sud_Phase1.dbf</i>

L'analyse SIG nécessite des coordonnées géographiques décimales cohérentes au sein d'un ensemble de données, afin de générer des fichiers de formes. Les coordonnées pour les échantillons situés au sein des fichiers de formes du dossier *GGI* sont fournies uniquement en longitude et latitude. ArcGIS 9.2 a été utilisé pour calculer la latitude et la longitude pour ces échantillons, et les tableaux ont été importés dans la base de données *LocalisationsPrincipale.mdb*.

Les fichiers de formes présents au sein du dossier *GGI* possèdent des identifiants à seulement quatre chiffres pour quelques 6 134 enregistrements, ce qui diffère des identifiants à 9 chiffres communément trouvés au niveau de la plupart des échantillons géochimiques de PRISM I. En outre l'inspection des fichiers de formes du dossier *GGI* révèle que des milieux d'échantillonnage différents (OELV, sédiments fluviaux et sol) possèdent le même identifiant à quatre chiffres, mais des coordonnées d'échantillon différentes. On suppose ici qu'il y avait peut-être (1) une coupure du préfixe à cinq chiffres indiquant les degrés de latitude et de longitude de l'échantillon pour les fichiers de formes *GGI*, et/ou (2) une duplication de l'utilisation des numéros d'échantillon, les rendant non-unique. Avec ces incertitudes concernant les données de fichiers de formes *GGI*, il a été décidé qu'il était plus sûr d'ajouter un préfixe constitué de « m40 » plus une lettre indiquant le type d'échantillon (b = bleg - OELV, d = drain, s = sol) au début de chaque identifiant d'échantillon à 4 chiffres, pour les bases de données *LocalisationsPrincipales.mdb* et *MasterChem.mdb*. Cela a résolu le problème pour 3 205 échantillons, mais nous n'étions pas en mesure de lier la géochimie aux 2 929 échantillons restants.

Le tableau *tbl_Enchantillons_200k500k* avait, au départ, des coordonnées insuffisamment précises ; les coordonnées pour chacun des 8 518 échantillons du tableau ont été tronquées à deux décimales (ayant pour résultat une précision de ± 1107 m à la latitude 20°). Cependant, ce problème a été corrigé dès réception d'un nouveau fichier de coordonnées correspondant à ce tableau, envoyé par PRISM le 31 juillet 2012. Les nouveaux numéros d'échantillons ont des coordonnées à 5 décimales (précision au sol d'environ un mètre).

Au sein de la base de données, nous avons créé un tableau de localisation principal des échantillons avec des champs correspondant au numéro de l'échantillon, à la latitude, à la longitude, à la base de données d'origine contenant les coordonnées, au tableau d'origine contenant les coordonnées, au type d'échantillon en français, au type d'échantillon en anglais, et à la région informelle d'échantillonnage. Le tableau principal final des emplacements d'échantillons (*tblSamples*) de la base de données *LocalisationsPrincipales.mdb* contient un total de 39 294 numéros d'échantillons uniques avec leurs coordonnées.

Annexe 2. – Notes sur la fusion et la compilation des ensembles de données géochimiques au sein du fichier de géochimie principal, *MasterChem.mdb*.

Les présentes notes décrivent en détail le processus de création de la base de données géochimiques *MasterChem.mdb* à partir de différents fichiers Excel et Access existants, et la mise en place des fichiers de formes créés dans le cadre de PRISM I, et fusionnés avec d'autres données au sein de rapports analytiques effectués par le laboratoire ALS-Chemex dans le cadre de PRISM I. Ces rapports analytiques ont été fournis à l'USGS par les homologues mauritaniens de PRISM en mars 2007, à Nouakchott, afin de traiter la question du manque de données géochimiques décrites dans le rapport de synthèse de la Phase I (U.S. Geological Survey, 2007). Les différentes sources de données géochimiques de PRISM I sont indiquées en gras ci-dessous, suivies de détails décrivant la procédure de fusion pour chacune de ces sources.

(1) Base de données des échantillons : l'original était un fichier Access MDB localisé à l'adresse suivante :
\\mrcicfsI\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Geochimie\Base_de_donnees

Au sein de cette base de données, le tableau *Analyses_chimiques* s'est avéré contenir 12 504 enregistrements avec 72 champs de données géochimiques. Aucune donnée éliminée n'a été identifiée. Cependant, un examen des différents champs suggère fortement que les données éliminées avaient déjà été remplacées en utilisant les règles indiquées par l'homologue mauritaniens de PRISM, Thiam Baidy Abdoulaye, à savoir que les valeurs « < » ont été remplacées par 0,5 fois la limite inférieure la valeur enregistrée, et les valeurs « > » ont été remplacées par la limite supérieure de la valeur enregistrée elle-même ; ces règles seront dénommées ci-après comme les « règles mauritaniennes ». L'ensemble des 12 504 enregistrements ont été ajoutés au fichier de base de données *MasterChem.mdb* sans modification.

Un examen récent de ces données révèle 104 échantillons standards ou doubles d'échantillon (commençant tous par les quatre premiers chiffres 2440). Jusqu'ici, ces échantillons n'ont pas constitué de problème puisqu'il n'y a aucune coordonnée correspondante pour ces numéros d'identification dans la base de données *LocalisationsPrincipale.mdb*.

(2) NouakchottData-March2007 : il s'agit d'un ensemble de données fournies par les homologues mauritaniens de PRISM à Nouakchott, et compilées par le personnel de l'USGS à partir des fichiers XLS trouvés à l'adresse :

\\mrcicfsI\mauritania_work\Geochemistry\NewDataFromNouakchott-March2007

Le processus d'importation des données est décrit en détail dans un document PDF intitulé « *Importing Adobe Files and Excel Spreadsheets* » enregistré à l'adresse :

\\mrcicfsI\mauritania_work\Geochemistry\Literature\Instruction

Les notes et les données compilées se trouvent au sein du fichier *MauritaniaNewChemData.mdb* enregistré à l'adresse :

\\mrcicfsI\mauritania_work\Geochemistry\NewDataFromNouakchott-March2007

MauritaniaNewChemData.mdb contient les tableaux suivants :

ALSChemexMethodCodes - une compilation des différentes abréviations et des codes numériques utilisés par ALS Chemex pour décrire leurs méthodes d'analyse, ainsi que la description de ces méthodes.

Chem_CharacterizedMethods - chimie des fichiers XLS de Nouakchott, où les noms de champ des éléments sont fournis avec les abréviations indiquant la méthode analytique utilisée.

Chem_NumberedMethods - chimie des fichiers XLS de Nouakchott, où un numéro de code a été attribué aux noms de champ des éléments, indiquant la méthode analytique utilisée. Les codes numériques ont été changés plus tard sur la base des valeurs liées enregistrées dans le tableau *ALSChemexMethodCodes*.

Chem_CharacterizedMethods_Modified et Chem_NumberedMethods_Modified – les deux mêmes tableaux que ceux présentés ci-dessus, avec toutes les valeurs éliminées converties sur la base des règles mauritaniennes.

LOR Data – tableau énumérant les « limites d'enregistrement » ou limites de détection inférieures pour l'ensemble des méthodes. Cette information a été compilée à partir des fichiers PDF AQ/CQ fournis par les homologues mauritaniens de PRISM.

QA-QC_PDFS et *QA-QC_PDFS_Modified* – tableaux contenant toute la géochimie pour les matériaux de référence, les blancs et les paires de doubles utilisés pour l'AQ/CQ, à partir des fichiers PDF AQ/CQ fournies par les homologues mauritaniens de PRISM.

Target Range Values 1 et Target Range Values 2 – deux tableaux contenant l'éventail de valeurs attendues pour les différents matériaux de référence analysés par ALS Chemex. En raison du grand nombre de champs analytiques, il a fallu diviser le tableau en deux parties.

Les deux tableaux de chimie des données de Nouakchott ont été regroupés dans un seul tableau au sein du fichier de la base de données *MasterChem.mdb - NouakchottChem_combChar&NumbMethods*. Puisqu'il existe plusieurs méthodes pour chaque élément, il a été nécessaire de créer un seul champ combiné pour chaque élément ou chaque composant. Un tableau – *NouakchottCombinationOrder* – répertorie l'ordre dans lequel différentes méthodes analytiques ont été associées afin de renseigner le champ combiné des éléments distincts. Cet ordre n'est important que là où deux méthodes ou plus ont fourni des résultats pour le même élément, et à partir des mêmes échantillons. En général, l'ordre des méthodes d'analyse utilisées a été le suivant :

- a) Les méthodes qui ont servi à analyser à nouveau des éléments particuliers de façon à fournir des valeurs précises de concentrations notées dans la méthode de base comme « supérieures à une limite de détection spécifiée ».
- b) Les méthodes d'essai à la flamme [pour des métaux précieux particuliers, des métaux de base, et des métaux du groupe du platine (MGP)].
- c) Les méthodes SFX (utilisées seulement pour les oxydes d'éléments majeurs)
- d) L'ensemble des méthodes d'ICP-MS multiéléments
- e) L'ensemble de méthodes d'ICP-AES multiéléments
- f) Toute autre méthode, telle que la SAA, présentant les plus mauvaises valeurs de LIP.

Des commentaires cachés au sein du tableau *NouakchottCombinationOrder* identifient les différentes raisons ayant conduit à chaque décision. Le nombre d'enregistrements ajoutés à chaque étape est également répertorié.

Avant de fusionner avec le tableau *tblMasterChem*, un test a été réalisé pour identifier les enregistrements dont les identifiants d'échantillon n'étaient pas uniques. 96 entrées ont été trouvées pour 47 identifiants uniques d'échantillon. L'ensemble des 96 entrées ont été supprimées du tableau *NouakchottChem_combChar&NumbMethods* et conservés dans le tableau *Prob_NouakchottChem_MultipleSamplesPerSit*.

Lorsque les données de Nouakchott (9 644 enregistrements) ont été fusionnées avec les données de la base *Base de données des échantillons.mdb*, il a été mis en évidence que 3 736 enregistrements partageant 1 868 identifiants d'échantillons identiques (deux enregistrements par identifiant). Les problèmes ont été résolus de la manière suivante :

- a) Un total de 2 334 enregistrements (1 167 identifiants d'échantillon) sont apparus comme des répliques exactes – ensemble des données chimiques identiques. Pour chaque paire, l'enregistrement des données de Nouakchott a été supprimé pour ne laisser qu'une seule entrée par identifiant.
- b) Un total de 1 250 enregistrements (625 identifiants d'échantillon) est apparu être des doubles, À L'EXCEPTION du fait que les nouveaux enregistrements de données de Nouakchott incluaient des données supplémentaires pour le thorium. La seule autre différence remarquable était que, de manière occasionnelle, les nouvelles données de Nouakchott pour ces paires contenaient également « des valeurs éliminées remplacées » correctes pour B ou P. Pour chaque paire, l'enregistrement des données dans *Base de données des échantillons.mdb* a été supprimée pour laisser seulement une entrée par identifiant.
- c) Vingt enregistrements (10 identifiants d'échantillon) sont apparus avoir été analysés deux fois au sein de différents ensembles ou lots. La chimie pouvant être comparée par recouvrement n'était pas très différente. (Une interprétation alternative pour ces enregistrements, était que l'une des entrées pour chaque paire portait un identifiant d'échantillon erroné.) L'une de ces entrées est apparue comme étant une suite d'éléments multiples, et l'autre correspondait souvent seulement à l'or et à l'argent. Pour chacune d'entre elles, l'enregistrement possédant le moins de constituants a été soustrait et a été conservé dans le tableau *ProbRecs_tblMasterChem*. On pourrait estimer que l'ensemble des 20 entrées aurait dû être retiré, plutôt que de procéder au retrait pour seulement 10 d'entre-elles.
- d) Un total de 132 entrées (66 identifiants d'échantillon) est apparu avoir été analysé deux fois dans les différents ensembles ou lots, avec une composition chimique présentant une différence significative entre les paires enregistrées. L'hypothèse qui a été retenue est qu'au moins l'un des enregistrements de chaque paire avait un identifiant d'échantillon erroné. L'ensemble des 132 enregistrements a été éliminé et conservé dans le tableau *ProbRecs_tblMasterChem*.

(3) *Enchantillons_sud_phase1* : l'original était un fichier Access MDB enregistré à l'adresse :

\\mrcicf1\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Géochimie\Base_de_donnees

Cette base de données contenait deux tableaux de données géochimiques *Annexe3Majors* et *Annexe3Traces*. Chaque tableau contenait 76 enregistrements pouvant être liés au numéro d'identifiant trouvé dans le champ ECHANTILLON. L'ensemble des 76 enregistrements a été fusionné pour être inclus au fichier de base de données *MasterChem.mdb*. Aucune des données géochimiques associées aux analyses minérales uniques n'a été évaluée ou ajoutée au fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

Aucun des champs d'élément/de composant ne contenait d'indication de l'unité utilisée. *Il a été fait l'hypothèse* que les éléments majeurs et les oxydes sont exprimés en pourcent. *Il a été fait l'hypothèse* que l'or était exprimé en parties par milliard, et converti en ppm. *Il a également été fait l'hypothèse* que tous les autres éléments traces et les métaux étaient exprimés en parties par million. Les données éliminées ont été enregistrées avec des symboles « < » et elles ont été remplacées sur la base des règles mauritaniennes avant leurs fusion avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

Lorsque les données provenant d'*Enchantillons_sud_phase1.mdb* ont été ajoutées au fichier de base de données *MasterChem.mdb*, un nouveau problème d'identifiants multiples d'échantillon a été rencontré dans la base de données. 56 enregistrements ont été trouvés correspondants à 28 identifiants uniques d'échantillon. Ces problèmes ont été résolus de la manière suivante :

- a) Il a été mis en évidence 22 enregistrements (11 identifiants d'échantillon) que sont apparus très comparables par recouvrement des données de chimie entre *Base de données des échantillons.mdb* et *Enchantillons_sud_phase1.mdb*. Ces deux enregistrements ont été regroupés en un seul en remplissant les vides de l'une des entrées avec les valeurs contenues dans l'autre. L'enregistrement résultant de ce regroupement est enregistré dans le tableau *tblMasterChem* par la valeur «*Enchantillons_sud_phase1 and Base de données comb.*» dans le champ TABLE. Les enregistrements supplémentaires ont été reportés dans le tableau *ProbRecs_tblMasterChem*. (On peut estimer que l'ensemble des 22 enregistrements aurait dû être retiré.)
- b) Il a été mis en évidence quatorze enregistrements (sept identifiants d'échantillon) dont la chimie associée de l'entrée dans *NouakchottData-March2007* et de l'entrée dans *Enchantillons_sud_phase1.mdb* était très similaire. Ces deux enregistrements ont été regroupés en un seul en remplissant les vides d'une entrée avec les valeurs contenues dans l'entrée correspondante. Les enregistrements combinés correspondants peuvent être identifiés dans le Tableau *tblMasterChem* par la valeur «*Enchantillons_sud_phase1 and Nouakchott combined*» dans le champ TABLE. Les enregistrements supplémentaires ont été conservés dans le Tableau *ProbRecs_tblMasterChem*. (On pourrait faire valoir que l'ensemble des 14 entrées aurait dû être retirées.)
- c) Il a été mis en évidence vingt enregistrements (dix identifiants d'échantillon) où la chimie associée entre les deux enregistrements était significativement différente. On a supposé que l'un des enregistrements, au moins, avait un identifiant d'échantillon erroné. L'ensemble des 20 enregistrements ont été enlevés et conservés dans le Tableau *ProbRecs_tblMasterChem*.

(4) *Echants_phase1a_24305* : l'original était un fichier Access MDB enregistré à l'adresse :
\\mrcicfs1\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Géochimie\Base_de_donnees

Dans cette base de données étaient présents trois tableaux contenant des données géochimiques – *A404027_majors* ; *A404027A_trace elements* ; et *A404027B_metals*. Un quatrième tableau (*A404027A*) contenait également des données géochimiques, mais il s'est avéré être identique au tableau *A404027A_traces*. Chaque tableau peut être lié sur la base d'un identifiant trouvé dans le champ SAMPLES. Un certain travail a été nécessaire, avant la fusion, pour réparer les valeurs provenant de tableaux distincts dans le champ SAMPLES – certaines valeurs possédaient des espaces intercalés ou étaient dépourvues de suffixes. En outre, on a trouvé quelques échantillons entièrement dupliqués. Ces doubles ont été comparés, et réduits à un seul enregistrement complet. Les enregistrements identifiés soit dans les champs d'identifiant soit dans un champ de commentaire comme un « standard » ont été supprimés. Sur les 89 (ou 87) enregistrements d'origine présents dans les différents tableaux, seuls 81 ont été fusionnés et conservés pour être ajoutés au fichier de base de données *MasterChem.mdb*

Aucun des champs des éléments/des composants ne portait d'indication de l'unité utilisée. *Il a été fait l'hypothèse* que les éléments majeurs et les oxydes sont exprimés en pourcent. *Il a été fait l'hypothèse* que l'or était exprimé en parties par milliard et a été converti en ppm. *Il a été fait l'hypothèse* que tous les autres éléments trace et les métaux étaient exprimés en parties par million. Les données éliminées ont été

enregistrées avec des symboles « < », et elles ont été remplacées sur la base des règles mauritaniennes avant leur fusion avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

(5) m40_regional_BLEG_sample_9697 : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfs1\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Géochimie\GGI

L'en-tête de ce fichier identifie cet ensemble de données comme provenant du « Projet du sud de la Mauritanie de la société GENERAL GOLD INTERNATIONAL SA » et contenant des « Résultats d'échantillonnage de drainage (Type d'échantillon OELU) » provenant d'un « Programme régional 1996-1997 ».

Le fichier contenait 1 127 enregistrements. Les numéros d'échantillons ne présentaient que quatre chiffres (par exemple 1020). En se basant sur la méthode utilisée dans la base de données *LocalisationsPrincipales.mdb*, le préfixe « M40b0 » a été ajouté à chaque identifiant d'échantillon (c'est-à-dire 1001 = M40b01001). Seuls 97 entrées contenaient des données géochimiques – or (ppb) ± huit autres métaux avec des teneurs exprimées en ppm.

Les données éliminées ont été enregistrées avec le symbole « < ». Les données concernant l'or ont été converties en ppm, et les valeurs éliminées ont été remplacées sur la base des règles mauritaniennes avant leur fusion avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

(6) m40_regionaldrainagesample_9697 : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfs1\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Géochimie\GGI

L'en-tête de ce fichier identifie cet ensemble de données comme provenant du « Projet du sud de la Mauritanie de la société GENERAL GOLD INTERNATIONAL SA » et contenant des « Résultats d'échantillonnage de drainage (échantillons 132 microns) » d'un « Programme régional ».

Le fichier contient 5 007 enregistrements. Les numéros d'échantillons ne présentent que quatre chiffres (par exemple 1020). En se basant sur la méthode utilisée dans la base de données *LocalisationsPrincipales.mdb*, un préfixe « M40d0 » a été ajouté à chaque identifiant d'échantillon (c'est-à-dire 1020 = M40d01020). Quinze enregistrements ont été identifiés dans le champ « %Gravel » comme STANDARD. Dans tous les champs associés aux enregistrements n'étaient présentes absolument aucune données identifiées comme STANDARD. Seuls 2 988 enregistrements contenaient des données géochimiques – or (ppb) ± 10 autres métaux en ppm (deux éléments – Ag et Mo – ont été seulement analysés pour un plus petit sous-ensemble d'échantillons (492 enregistrements) et ne présentent presque aucune variation au-dessus de leur limite de détection.

Les données éliminées ont été repérés par le symbole « < ». Les données concernant l'or ont été converties en ppm, et les valeurs éliminées ont été remplacées sur la base des règles mauritaniennes avant leur fusion avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

(7) m40_regional_soil_sample_9697 : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfsI\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Geochimie\GGI

L'en-tête de ce fichier identifie cet ensemble de données comme provenant du « Projet du sud de la Mauritanie de la société GENERAL GOLD INTERNATIONAL SA 1996-1997 » et contenant « des résultats d'échantillonnage de sol » concernant « des sols régionaux ».

Le fichier contenait 23 enregistrements ; seuls 22 enregistrements contenaient des données géochimiques – or (ppb) ± huit autres métaux en ppm (pas Ag ou Mo). Les numéros d'échantillons ne présentaient que quatre chiffres (par exemple 10300). En se basant sur la méthode utilisée dans la base de données *LocalisationsPrincipale.mdb*, le préfixe « M40 » a été ajouté à chaque identifiant d'échantillon (c'est-à-dire 10300 = M40s10300).

Les données éliminées ont été repérées par le symbole « < ». Les données concernant l'or ont été converties en ppm, et les valeurs éliminées ont été remplacées sur la base des règles mauritaniennes avant leurs fusion avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

(8) Normandie_La_Source_FEDSTRA : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfsI\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Geochimie\Normandie_La_Source

Le fichier contenait 6 554 enregistrements avec seulement 4 628 valeurs géochimiques pour l'or. (Six enregistrements supplémentaires avaient des valeurs nulles (zéro) pour l'or – ils n'ont pas été conservés). La colonne intitulée INDC a été utilisée comme identifiant d'échantillon après comparaison avec les enregistrements de la base de données *LocalisationsPrincipale.mdb*. Les valeurs éliminées concernant l'or ont été enregistrées sous forme de nombres négatifs. Aucune indication n'a été fournie concernant l'unité de mesure analytique. Parce que les valeurs LIP de cet ensemble de données étaient < 5, *il a été fait l'hypothèse* que les valeurs étaient exprimées en parties par milliard. C'est pourquoi toutes les valeurs ont été converties en ppm (LIP = < 0,005 ppm), avant de fusionner avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

(9) Normandie_La_Source_FEDTACT : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfsI\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Geochimie\Normandie_La_Source

Le fichier contenait 4 628 enregistrements avec seulement des valeurs géochimiques pour l'or. La colonne intitulée INDC a été utilisée comme identifiant d'échantillon après comparaison avec les enregistrements de la base de données *LocalisationsPrincipale.mdb*. Les valeurs éliminées concernant l'or ont été enregistrées sous forme de nombres négatifs. Aucune indication n'a été fournie concernant l'unité de mesure analytique. Parce que les valeurs LIP de cet ensemble de données étaient < 5, *il a été fait l'hypothèse* que les valeurs étaient en parties par milliard. C'est pourquoi toutes les valeurs ont été converties en ppm (LIP = < 0,005 ppm), avant de fusionner avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

(10) TST_38Anal_Maj_Tr_Hadji : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfsI\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Geochimie\Normandie_La_Source

Le fichier contenait 38 enregistrements détaillant les oxydes majeurs de la roche totale, les éléments trace, les métaux et les terres rares. Les 25 premiers enregistrements n'avaient pas de valeurs éliminées, mais contenaient de nombreuses valeurs nulles (zéro). Les 13 derniers enregistrements n'avaient pas de valeurs égales à 0, mais contenaient de nombreuses valeurs « < inférieures à la valeur de détection (LD) ». Aucune information n'a été trouvée concernant les valeurs de LIP de ces échantillons, pas plus qu'il n'y avait de corrélation évidente entre les plus faibles valeurs réelles des éléments distincts du tableau, ainsi que la liste des valeurs de LIP par élément, et la méthode présentée lors de la saisie additionnelle des données de Nouakchott de mars 2003. En fin de compte, 0 et <LD ont été traités comme équivalent, et simplement remplacés par une valeur nulle.

Il était évident qu'au moins deux méthodes d'analyse avaient été utilisées pour déterminer les éléments traces – l'une des méthodes a fourni des valeurs à deux chiffres significatifs, et l'autre méthode a indiqué des valeurs à quatre décimales sans tenir compte des chiffres significatifs. Environ cinq éléments avaient des analyses effectuées par les deux différentes méthodes, mais sans précision. Les valeurs de ces paires analytiques ont été comparées visuellement, et seulement peu de différences significatives ont été observées. Pour des raisons purement visuelles, lorsqu'il a fallu opérer un choix entre deux analyses d'un même élément, ce sont les valeurs de la méthode à deux chiffres significatifs qui ont été conservées. S'il y avait une valeur « nulle » (à l'origine 0 ou < LD) dans les résultats d'analyses conservées, ces valeurs ont été ajoutées à la dernière colonne provenant de la deuxième méthode d'analyse (en utilisant seulement deux chiffres significatifs).

(11) TST_413Anal_Maj_Tr_Brgm : l'original était un fichier XLS enregistré à l'adresse :
\\mrcicfs1\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Géochimie\Normandie_La_Source

Le fichier contenait 413 enregistrements indiquant les oxydes majeurs pour la roche totale, les éléments trace et les métaux. Dans le tableau d'origine, les valeurs éliminées ont été enregistrées sous forme de nombres négatifs. Certains de ces éléments ont des valeurs élevées de LIP (par exemple Bi < 10 ppm ; Pb < 10 ppm ; La < 20 ppm). Ces valeurs élevées de LIP ont été converties sur la base des règles mauritaniennes pour le traitement des valeurs éliminées, ce qui pourrait engendrer des problèmes si elles devaient être utilisées pour évaluer la géochimie régionale.

Les concentrations en éléments mafiques (Cr, Ni, etc...) semblaient élevées tandis que les concentrations en terres rares et en éléments felsiques étaient généralement faibles. *Au_ppb* a été converti en ppm et *P2O5_ppm* a été converti en pourcent avant la fusion. Des caractères surprenants ou certaines mises en forme de la première ligne du fichier ont posé des problèmes lors de la conversion à partir de XLS vers la base de données Access MDB. *Bien que ces échantillons soient provisoirement identifiés comme des sols, la chimie semble plus caractéristique d'une sélection d'échantillons de roches.*

Une comparaison des sites avec les coordonnées présentes dans la base de données *LocalisationsPrincipal.mdb* montre que l'ensemble des 413 échantillons est seulement décrit par six coordonnées précises. En raison de cette irrégularité et de l'ambiguïté concernant le type de milieu, ces 413 échantillons ont été exclus de la base de données *MasterChem.mdb*. Des coordonnées plus précises ont été reçues le 31 juillet 2012 et ces nouvelles coordonnées pourraient en effet corriger les emplacements imprécis des 413 échantillons, mais il était trop tard pour intégrer ces données dans le présent rapport et pour les reporter sur les cartes.

(12) Géochimie_nord_phase1 : l'original était un fichier DBF enregistré à l'adresse :
\\mrcicfs1\mauritania\NewData\SIG_M\L'information\Géochimie\SIG_Géochimie_500

Le fichier contenait 200 enregistrements avec des informations pétrographiques et des informations sur les oxydes majeurs de la roche totale, les éléments trace et les métaux. Note : il n'y avait AUCUNE valeur éliminée dans cet ensemble de données. Cependant, il y avait plusieurs valeurs nulles (zéro) présentes dans différents champs. Bien que celles-ci aient pu être remplacées par des valeurs « inférieur à », il est également possible qu'elles représentent des valeurs « non-analysées ». Toutes les valeurs nulles ont été supprimées avant fusion avec le fichier de base de données *MasterChem.mdb*.

Annexe 3. – Synthèse des résultats de l'évaluation du Contrôle Qualité pour les matériaux de référence standards

Tableau A3.1. Synthèse des statistiques concernant l'ensemble des combinaisons d'éléments, des méthodes analytiques et 12 matériaux de référence standards. [Données présentant au mieux trois chiffres significatifs. N/A : non-applicable]

<u>Méthode</u>	<u>Matériau de référence standard</u>	<u>LIP</u>	<u>N</u>	<u>Valeur cible</u>	<u>Limite inférieure de contrôle</u>	<u>Limite supérieure de contrôle</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Ecart type</u>	<u>% ETR</u>	<u>% de récupération</u>
Ag-AA61	BMAA-02	0,5	62	13,3	11,9	14,7	13,6984	0,4229	3,09	103,00
Ag-AA61	G2000	0,5	67	3,55	2,7	4,4	3,7313	0,3606	9,67	105,11
Ag-AA61	GS01-2	0,5	44	23,1	21	25,2	22,5136	0,7581	3,37	97,46
Ag-AA61	JWB-JV-1	0,5	65	22,5	20	25	23,1308	0,9432	4,08	102,80
Ag-AA63	BMAA-02	1	89	13,3	11,9	14,7	13,6067	0,9246	6,80	102,31
Ag-AA63	JWB-JV-1	1	85	22,5	20	25	22,8471	0,9941	4,35	101,54
Ag-ICP61	G2000	0,5	21	3,55	2,7	4,4	3,6000	0,3606	10,02	101,41
Ag-ICP61	GS01-2	0,5	20	23,1	21	25,2	23,3550	1,1993	5,14	101,10
Ag-MS61	G2000	0,01	106	3,55	2,7	4,4	3,8233	1,2279	32,12	107,70
Ag-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,76	0,67	0,85	0,7365	0,0411	5,58	96,90
Al-ICP61	G2000	0,01	21	5,03	4,66	5,4	5,0595	0,1990	3,93	100,59
Al-ICP61	GS01-2	0,01	20	7,38	6,63	8,13	7,5060	0,2721	3,63	101,71
Al-MS61	G2000	0,01	106	5,03	4,66	5,4	5,0752	0,1892	3,73	100,90
Al-MS61	GEOMS-03	0,01	31	5,13	4,61	5,65	5,3023	0,1986	3,75	103,36
As-AA61	BMAA-02	5	57	188	170	206	190,2456	9,4704	4,98	101,19
As-AA61	G2000	5	69	484	435	533	497,4058	24,4951	4,92	102,77
As-AA61	GS01-2	5	66	363	322	404	366,7121	17,4803	4,77	101,02
As-AA61	JWB-JV-1	5	63	520	478	562	534,6508	19,6076	3,67	102,82
As-AA63	BMAA-02	5	58	188	170	206	180,8276	10,0562	5,56	96,18
As-AA63	JWB-JV-1	5	78	520	478	562	535,6795	27,3992	5,11	103,02
As-ICP61	G2000	5	21	484	435	533	485,8095	21,0870	4,34	100,37
As-ICP61	GS01-2	5	20	363	322	404	380,8500	20,5945	5,41	104,92
As-MS61	G2000	0,2	106	484	435	533	481,9434	20,8134	4,32	99,58
As-MS61	GEOMS-03	0,2	31	633,5	570	697	649,3548	16,8058	2,59	102,50
Au-AA23	NA-03	0,005	35	0,194	0,172	0,216	0,1933	0,0065	3,36	99,62
Au-AA23	OX5	0,005	14	0,9655	0,866	1,065	0,9689	0,0354	3,66	100,35
Au-AA23	OX8	0,005	11	0,19	0,162	0,218	0,1905	0,0110	5,79	100,24
Au-AA23	SC-02	0,005	31	0,7	0,625	0,775	0,7145	0,0196	2,75	102,07
Au-ICP21	NA-03	0,001	75	0,194	0,172	0,216	0,1924	0,0087	4,53	99,18
Au-ICP21	OX5	0,001	22	0,9655	0,866	1,065	0,9872	0,0560	5,67	102,25
Au-ICP21	OX8	0,001	34	0,19	0,162	0,218	0,1917	0,0098	5,10	100,90
Au-ICP21	SC-02	0,001	81	0,7	0,625	0,775	0,7188	0,0332	4,63	102,69
Au-ICP23	OX5	0,001	8	0,9655	0,866	1,065	0,9570	0,0565	5,91	99,12
Au-ICP23	PGMS-3	0,001	13	0,33	0,296	0,364	0,3328	0,0244	7,33	100,84
Au-ICP23	SC-02	0,001	10	0,7	0,625	0,775	0,7137	0,0514	7,20	101,96
B-MS61	G2000	10	91	12,5	5	20	< 10	--	N/A	N/A
B-MS61	GEOMS-03	10	16	7,5	5	10	< 10	--	N/A	N/A
Ba-ICP61	G2000	10	21	2230	2000	2460	2213,333	456,205	20,61	99,25

<u>Méthode</u>	<u>Matériau de référence standard</u>	<u>LIP</u>	<u>N</u>	<u>Valeur cible</u>	<u>Limite inférieure de contrôle</u>	<u>Limite supérieure de contrôle</u>	<u>Moyenn e</u>	<u>Ecart type</u>	<u>% ETR</u>	<u>% de récupération</u>
Ba-ICP61	GS01-2	10	20	610	540	680	375,000	311,423	83,05	61,48
Ba-MS61	G2000	0,5	106	2230	2070	2390	2049,151	484,194	23,63	91,89
Ba-MS61	GEOMS-03	0,5	31	2435	2180	2690	2499,677	125,020	5,00	102,66
Be-ICP61	G2000	0,5	21	1,4	0,8	2	1,4095	0,1044	7,41	100,68
Be-ICP61	GS01-2	0,5	20	0,925	0,25	1,6	1,3500	0,0513	3,80	145,95
Be-MS61	G2000	0,05	106	1,44	1,29	1,59	1,4701	0,1159	7,88	102,09
Be-MS61	GEOMS-03	0,05	31	1,47	1,27	1,67	1,5081	0,2515	16,68	102,59
Bi-ICP61	G2000	2	21	2,5	1	4	< 2	--	N/A	N/A
Bi-ICP61	GS01-2	2	20	33	28	38	33,7500	1,9967	5,92	102,27
Bi-MS61	G2000	0,01	106	1,07	0,98	1,16	1,1083	0,0538	4,86	103,58
Bi-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,36	0,31	0,41	0,3710	0,0237	6,39	103,05
Ca-ICP61	G2000	0,01	21	0,58	0,51	0,65	0,5924	0,0274	4,62	102,13
Ca-ICP61	GS01-2	0,01	20	5,29	4,75	5,83	5,3325	0,1592	2,98	100,80
Ca-MS61	G2000	0,01	106	0,58	0,53	0,63	0,5902	0,0224	3,79	101,76
Ca-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,4	0,35	0,45	0,3897	0,0130	3,34	97,42
Cd-ICP61	G2000	0,5	21	7,6	6,3	8,9	7,4571	0,5016	6,73	98,12
Cd-ICP61	GS01-2	0,5	20	24	21,1	26,9	24,5900	1,7947	7,30	102,46
Cd-MS61	G2000	0,02	106	7,6	7,04	8,16	7,6750	0,3253	4,24	100,99
Cd-MS61	GEOMS-03	0,02	31	0,36	0,3	0,42	0,3571	0,0194	5,42	99,19
Ce-MS61	G2000	0,01	106	50,7	47,1	54,3	51,4821	2,0470	3,98	101,54
Ce-MS61	GEOMS-03	0,01	31	53	47,7	58,3	51,2258	2,0973	4,09	96,65
Co-ICP61	G2000	1	21	25,5	22	29	24,5238	1,5690	6,40	96,17
Co-ICP61	GS01-2	1	20	96	85	107	94,1500	3,8426	4,08	98,07
Co-MS61	G2000	0,1	106	25,2	23,3	27,1	25,4660	1,0661	4,19	101,06
Co-MS61	GEOMS-03	0,1	31	12	10,7	13,3	12,2742	0,3941	3,21	102,28
Cr-ICP61	G2000	1	45	74	66	82	75,6222	9,2104	12,18	102,19
Cr-ICP61	GS01-2	1	40	64	57	71	63,4750	4,9717	7,83	99,18
Cr-MS61	G2000	1	106	72	64	80	69,3962	7,0247	10,12	96,38
Cr-MS61	GEOMS-03	1	31	80	71	89	83,4839	9,1465	10,96	104,35
Cs-MS61	G2000	0,05	106	12,475	11,55	13,4	12,6137	0,4946	3,92	101,11
Cs-MS61	GEOMS-03	0,05	31	9,77	8,74	10,8	10,1345	0,3080	3,04	103,73
Cu-ICP61	G2000	1	45	303	272	334	305,7556	9,6322	3,15	100,91
Cu-ICP61	GS01-2	1	40	6060	5450	6670	6258,250	213,912	3,42	103,27
Cu-MS61	G2000	0,2	106	303	281	325	307,3962	13,9848	4,55	101,45
Cu-MS61	GEOMS-03	0,2	31	134	120,5	147,5	143,6129	32,9380	22,94	107,17
Fe-ICP61	G2000	0,01	21	3,8	3,41	4,19	3,9029	0,1534	3,93	102,71
Fe-ICP61	GS01-2	0,01	20	3,72	3,34	4,1	3,7870	0,1238	3,27	101,80
Fe-MS61	G2000	0,01	106	3,8	3,52	4,08	3,8427	0,1280	3,33	101,12
Fe-MS61	GEOMS-03	0,01	31	4,06	3,64	4,48	4,2290	0,1546	3,66	104,16
Ga-MS61	G2000	0,05	106	12,375	11,45	13,3	12,6580	0,5384	4,25	102,29
Ga-MS61	GEOMS-03	0,05	31	13,375	12	14,75	13,8565	1,7260	12,46	103,60
Ge-MS61	G2000	0,05	106	0,26	0,19	0,33	0,2101	0,0611	29,06	80,81
Ge-MS61	GEOMS-03	0,05	31	0,17	0,1	0,24	0,1587	0,0593	37,34	93,36
Hf-MS61	G2000	0,1	106	1	0,8	1,2	0,9085	0,1455	16,01	90,85
Hf-MS61	GEOMS-03	0,1	31	0,65	0,5	0,8	0,8484	0,2743	32,33	130,52
In-MS61	G2000	0,005	106	0,38	0,348	0,412	0,3925	0,0155	3,96	103,29
In-MS61	GEOMS-03	0,005	31	0,044	0,035	0,053	0,0433	0,0052	11,95	98,39

<u>Méthode</u>	<u>Matériau de référence standard</u>	<u>LIP</u>	<u>N</u>	<u>Valeur cible</u>	<u>Limite inférieure de contrôle</u>	<u>Limite supérieure de contrôle</u>	<u>Moyenn e</u>	<u>Ecart type</u>	<u>% ETR</u>	<u>% de récupération</u>
K-ICP61	G2000	0,01	21	1,3	1,16	1,44	1,2729	0,0630	4,95	97,91
K-ICP61	GS01-2	0,01	20	1,77	1,58	1,96	1,8435	0,0550	2,98	104,15
K-MS61	G2000	0,01	106	1,3	1,2	1,4	1,2934	0,0431	3,33	99,49
K-MS61	GEOMS-03	0,01	31	1,16	1,03	1,29	1,1387	0,0363	3,19	98,16
La-MS61	G2000	0,5	106	29,3	26,7	31,9	28,9925	1,4160	4,88	98,95
La-MS61	GEOMS-03	0,5	31	28,4	25,1	31,7	28,5968	1,5698	5,49	100,69
Li-MS61	G2000	0,2	106	38,1	35,2	41	38,6311	2,7080	7,01	101,39
Li-MS61	GEOMS-03	0,2	31	41,15	36,8	45,5	39,9968	3,2580	8,15	97,20
Mg-ICP61	G2000	0,01	21	0,76	0,67	0,85	0,7567	0,0337	4,45	99,56
Mg-ICP61	GS01-2	0,01	20	1,74	1,56	1,92	1,7595	0,0654	3,72	101,12
Mg-MS61	G2000	0,01	106	0,76	0,7	0,82	0,7642	0,0245	3,20	100,55
Mg-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,54	0,48	0,6	0,5284	0,0177	3,35	97,85
Mn-ICP61	G2000	5	21	568	506	630	576,3810	23,1959	4,02	101,48
Mn-ICP61	GS01-2	5	20	2430	2180	2680	2316,000	85,6799	3,70	95,31
Mn-MS61	G2000	5	106	568	523	613	566,0377	16,5615	2,93	99,65
Mn-MS61	GEOMS-03	5	31	542	483	601	550,0968	57,5849	10,47	101,49
Mo-ICP61	G2000	1	21	6	4	8	5,4286	0,9783	18,02	90,48
Mo-ICP61	GS01-2	1	20	1267,5	1140	1395	1232,750	58,9709	4,78	97,26
Mo-MS61	G2000	0,05	111	6,13	5,65	6,61	6,2202	0,3318	5,34	101,47
Mo-MS61	GEOMS-03	0,05	32	3,34	3,05	3,63	3,4709	0,2077	5,99	103,92
Na-ICP61	G2000	0,01	21	0,155	0,13	0,18	0,1429	0,0085	5,92	92,17
Na-ICP61	GS01-2	0,01	20	2,855	2,56	3,15	2,7130	0,1164	4,29	95,03
Na-MS61	G2000	0,01	106	0,15	0,13	0,17	0,1459	0,0090	6,19	97,30
Na-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,08	0,06	0,1	0,0845	0,0077	9,08	105,65
Nb-MS61	G2000	0,1	106	9,1	8,4	9,8	8,8396	0,8779	9,93	97,14
Nb-MS61	GEOMS-03	0,1	31	10,45	9,3	11,6	10,3484	1,1619	11,23	99,03
Ni-ICP61	G2000	1	36	286	256	316	283,5000	10,7291	3,78	99,13
Ni-ICP61	GS01-2	1	31	4190	3770	4610	4237,097	141,756	3,35	101,12
Ni-MS61	G2000	0,2	106	286	266	306	283,3491	9,0880	3,21	99,07
Ni-MS61	GEOMS-03	0,2	31	53,7	48,1	59,3	54,4323	1,5001	2,76	101,36
P-ICP61	G2000	10	21	945	840	1050	964,7619	33,4094	3,46	102,09
P-ICP61	GS01-2	10	20	1360	1210	1510	1382,500	38,2340	2,77	101,65
P-MS61	G2000	10	106	950	870	1030	974,5283	45,9012	4,71	102,58
P-MS61	GEOMS-03	10	31	1120	1000	1240	1107,097	32,5775	2,94	98,85
Pb-ICP61	G2000	2	21	670	601	739	691,2381	70,6137	10,22	103,17
Pb-ICP61	GS01-2	2	20	244	218	270	245,8500	15,9019	6,47	100,76
Pb-MS61	G2000	0,5	106	670	622	718	674,4811	24,2170	3,59	100,67
Pb-MS61	GEOMS-03	0,5	31	6,55	5,4	7,7	7,3935	1,4047	19,00	112,88
Pd-ICP23	OX5	0,001	8	0,0013	0,0005	0,002	< 0,001	--	N/A	N/A
Pd-ICP23	PGMS-3	0,001	13	0,59	0,53	0,65	0,6065	0,0239	3,94	102,79
Pd-ICP23	SC-02	0,001	10	0,0013	0,0005	0,002	< 0,001	--	N/A	N/A
Pt-ICP23	OX5	0,005	8	0,0063	0,0025	0,01	< 0,005	--	N/A	N/A
Pt-ICP23	PGMS-3	0,005	13	0,13	0,112	0,148	0,1365	0,0094	6,89	104,97
Pt-ICP23	SC-02	0,005	10	0,0063	0,0025	0,01	< 0,005	--	N/A	N/A
Pt-MS61	G2000	0,1	107	0,125	0,05	0,2	< 0,1	--	N/A	N/A
Pt-MS61	GEOMS-03	0,1	31	0,125	0,05	0,2	< 0,1	--	N/A	N/A
Rb-MS61	G2000	0,1	106	65,1	60,4	69,8	67,0491	2,6622	3,97	102,99

<u>Méthode</u>	<u>Matériau de référence standard</u>	<u>LIP</u>	<u>N</u>	<u>Valeur cible</u>	<u>Limite inférieure de contrôle</u>	<u>Limite supérieure de contrôle</u>	<u>Moyenn e</u>	<u>Ecart type</u>	<u>% ETR</u>	<u>% de récupération</u>
Rb-MS61	GEOMS-03	0,1	31	59,1	53,1	65,1	59,0871	2,8048	4,75	99,98
Re-MS61	G2000	0,002	106	0,006	0,003	0,009	0,0060	0,0012	19,81	99,53
Re-MS61	GEOMS-03	0,002	31	0,0025	0,001	0,004	0,0021	0,0010	49,80	83,87
S-ICP61	G2000	0,01	21	0,265	0,23	0,3	0,2624	0,0151	5,77	99,01
S-ICP61	GS01-2	0,01	20	1,21	1,08	1,34	1,2435	0,0618	4,97	102,77
S-MS61	G2000	0,01	106	0,26	0,23	0,29	0,2601	0,0140	5,40	100,04
S-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,04	0,03	0,05	0,0384	0,0037	9,74	95,97
Sb-ICP61	G2000	5	21	32	24	40	31,6190	2,7654	8,75	98,81
Sb-ICP61	GS01-2	5	20	666	594	738	598,0000	74,5329	12,46	89,79
Sb-MS61	G2000	0,05	106	32,2	29,9	34,5	31,9896	1,4540	4,55	99,35
Sb-MS61	GEOMS-03	0,05	31	16,15	14,5	17,8	16,1806	1,0031	6,20	100,19
Se-MS61	G2000	1	106	5,5	4	7	5,2075	1,0754	20,65	94,68
Se-MS61	GEOMS-03	1	31	3	2	4	2,7742	0,8450	30,46	92,47
Sn-MS61	G2000	0,2	106	2,2	1,8	2,6	2,2472	0,1236	5,50	102,14
Sn-MS61	GEOMS-03	0,2	31	2,55	2,1	3	2,5323	0,1869	7,38	99,30
Sr-ICP61	G2000	1	21	116	103	129	114,2857	4,7554	4,16	98,52
Sr-ICP61	GS01-2	1	20	711	639	783	731,0000	30,9618	4,24	102,81
Sr-MS61	G2000	0,2	106	116	107,5	124,5	118,2406	3,5951	3,04	101,93
Sr-MS61	GEOMS-03	0,2	31	171,5	154	189	176,3226	4,7461	2,69	102,81
Ta-MS61	G2000	0,05	106	0,4	0,32	0,48	0,3493	0,1274	36,46	87,33
Ta-MS61	GEOMS-03	0,05	31	0,26	0,18	0,34	0,3039	0,1435	47,23	116,87
Te-MS61	G2000	0,05	106	0,155	0,09	0,22	0,1648	0,0431	26,16	106,33
Te-MS61	GEOMS-03	0,05	31	0,13	0,07	0,19	0,1148	0,0245	21,31	88,34
Th-MS61	G2000	0,2	106	7,7	6,8	8,6	7,5943	0,3964	5,22	98,63
Th-MS61	GEOMS-03	0,2	31	7,1	6,2	8	7,9903	1,1728	14,68	112,54
Ti-ICP61	G2000	0,01	21	0,355	0,31	0,4	0,3424	0,0187	5,46	96,45
Ti-ICP61	GS01-2	0,01	20	0,325	0,28	0,37	0,3145	0,0139	4,43	96,77
Ti-MS61	G2000	0,01	106	0,355	0,32	0,39	0,3471	0,0129	3,73	97,78
Ti-MS61	GEOMS-03	0,01	31	0,46	0,4	0,52	0,4667	0,0139	2,98	101,46
Tl-MS61	G2000	0,02	106	0,98	0,89	1,07	1,0076	0,0437	4,33	102,82
Tl-MS61	GEOMS-03	0,02	31	1,19	1,05	1,33	1,2094	0,0800	6,61	101,63
U-MS61	G2000	0,1	111	3,3	3	3,6	3,3018	0,1618	4,90	100,05
U-MS61	GEOMS-03	0,1	32	3,65	3,2	4,1	3,5250	0,1849	5,25	96,58
V-ICP61	G2000	1	21	108	96	120	104,1905	4,3545	4,18	96,47
V-ICP61	GS01-2	1	20	213	191	235	216,1500	4,8262	2,23	101,48
V-MS61	G2000	1	111	108	99	117	107,4324	4,5898	4,27	99,47
V-MS61	GEOMS-03	1	32	120	107	133	118,5000	2,5145	2,12	98,75
W-ICP61	G2000	10	21	12,5	5	20	< 10	--	N/A	N/A
W-ICP61	GS01-2	10	20	12,5	5	20	< 10	--	N/A	N/A
W-MS61	G2000	0,1	106	15,4	14,2	16,6	15,4915	0,7137	4,61	100,59
W-MS61	GEOMS-03	0,1	31	18,9	16,9	20,9	18,5355	1,0704	5,77	98,07
Y-MS61	G2000	0,1	106	19,3	17,8	20,8	19,9717	0,8248	4,13	103,48
Y-MS61	GEOMS-03	0,1	31	19,55	17,5	21,6	19,6677	0,9108	4,63	100,60
Zn-ICP61	G2000	2	21	1257,5	1130	1385	1276,905	53,1854	4,17	101,54
Zn-ICP61	GS01-2	2	20	3855	3470	4240	3906,500	171,841	4,40	101,34
Zn-MS61	G2000	2	106	1257,5	1165	1350	1276,321	45,0095	3,53	101,50
Zn-MS61	GEOMS-03	2	31	47	40	54	47,6774	2,2418	4,70	101,44
Zr-MS61	G2000	0,5	106	31	27,4	34,6	27,0575	6,2379	23,05	87,28
Zr-MS61	GEOMS-03	0,5	31	21,3	18,7	23,9	19,6613	8,8417	44,97	92,31

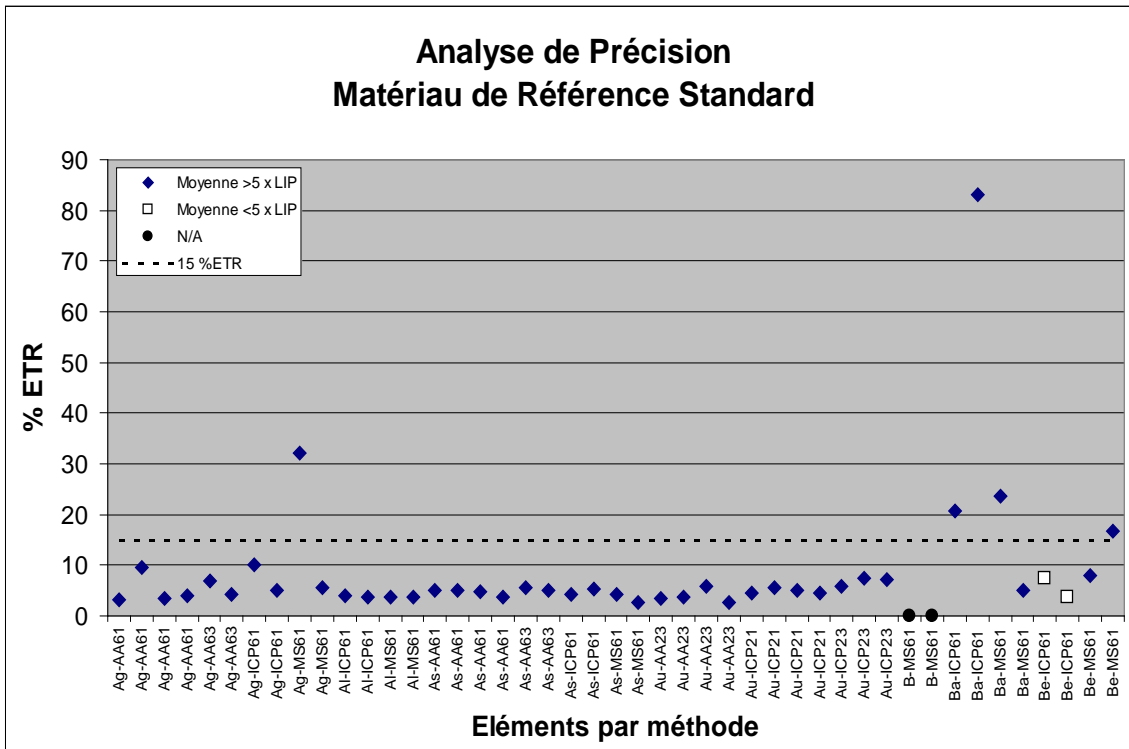


Figure A3.1. Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Ag – Be).

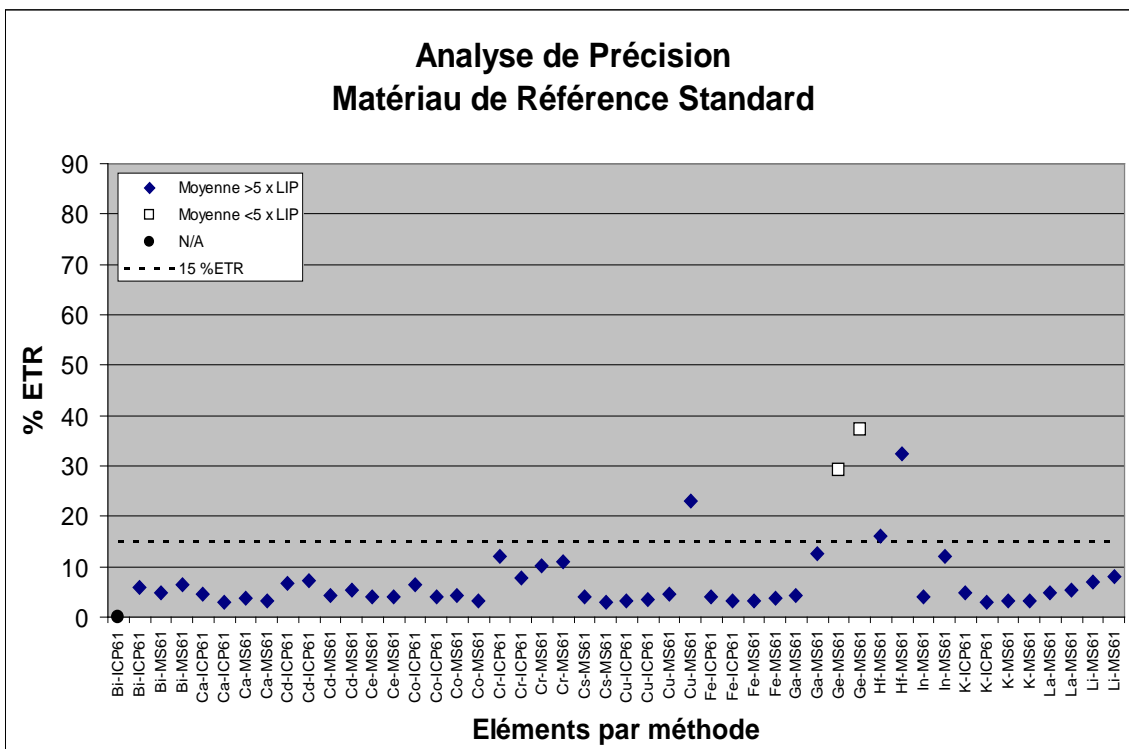


Figure A3.2. Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Bi – Li).

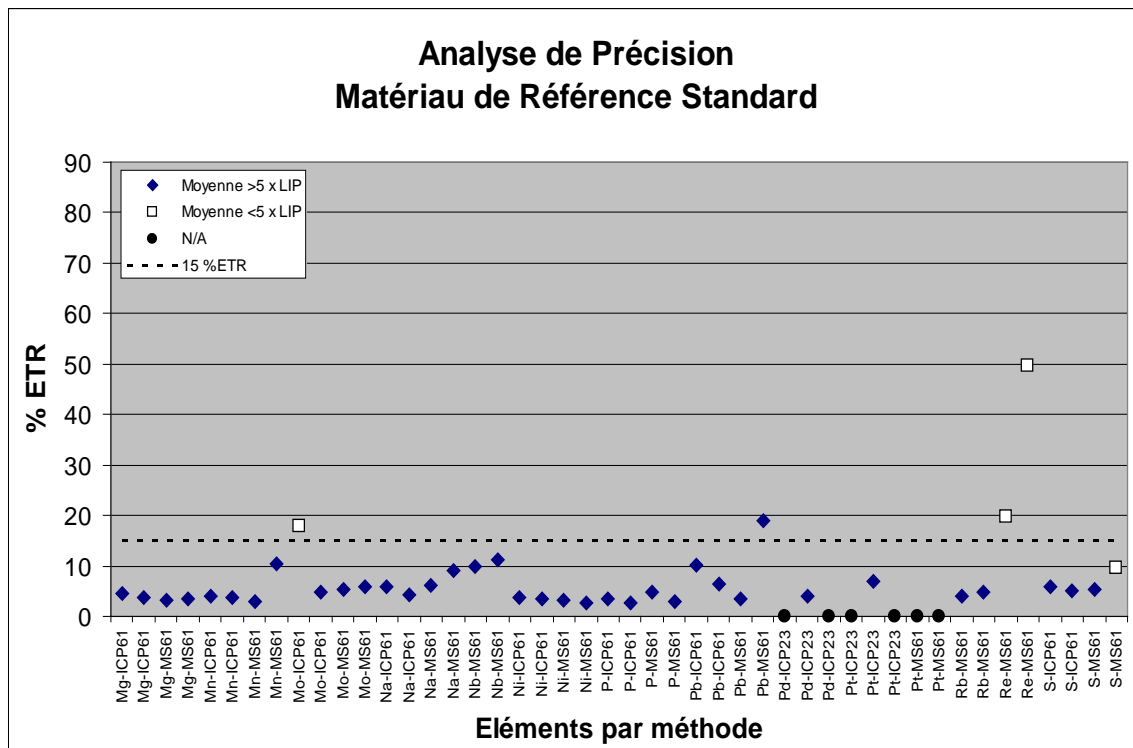


Figure A3.3. Graphique portant sur la précision des analyses du matériau de référence standard (Mg - S).

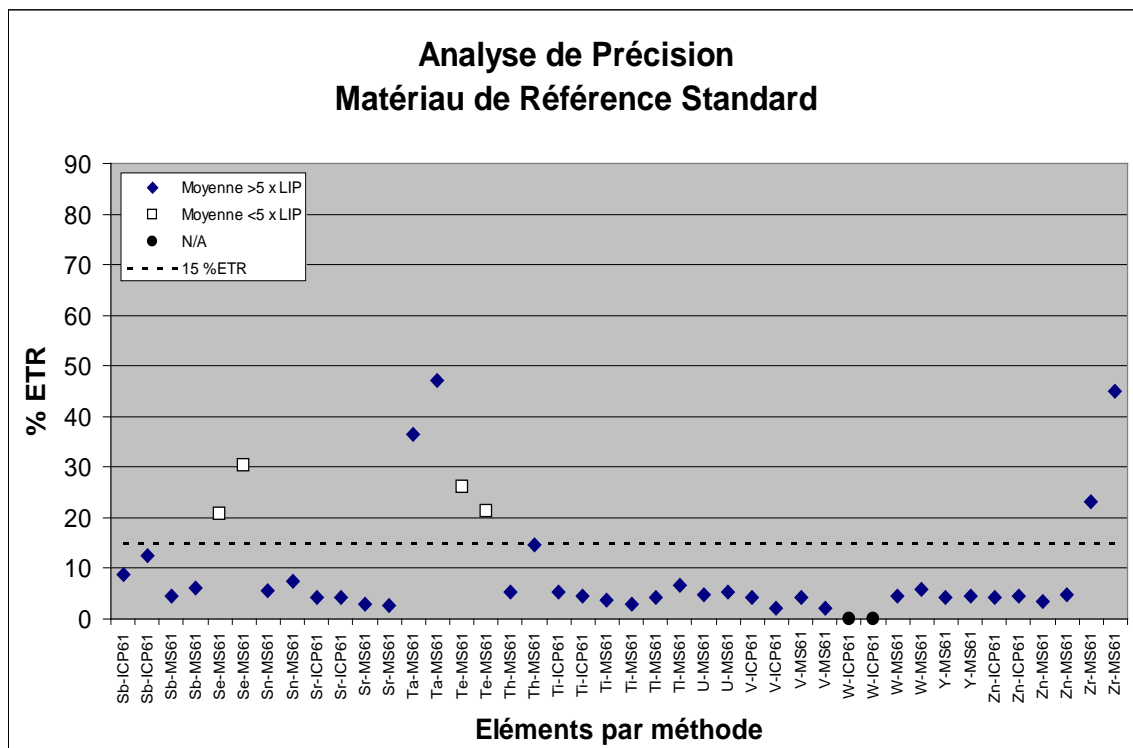


Figure A3.8. Graphique portant sur l'exactitude des analyses d du matériau de référence standard (Sb – Zr).

Annexe 4. – Synthèse des résultats pour l'évaluation du Contrôle Qualité des doubles analytiques

Tableau A4.1. Synthèse des statistiques concernant les doubles analytiques d'échantillons par la méthode analytique [données présentant au mieux trois chiffres significatifs] N/A : non-applicable

<u>Elément/ méthode</u>	<u>Unités</u>	<u>LIP</u>	<u>Paires (k)</u>	<u>Par paire (n)</u>	<u>Min</u>	<u>Max</u>	<u>Somme</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Ecart type des doubles</u>	<u>% ETR</u>
Ag-AA61	ppm	0,5	61	2	0,25	13	67,8	0,5557	0,1103	19,85
Ag-AA63	ppm	1	81	2	0,5	1	91	< 1	--	N/A
Ag-ICP61	ppm	0,5	12	2	0,25	1,4	8	< 0,5	--	N/A
Ag-MS61	ppm	0,01	59	2	0,01	0,35	6,58	0,0558	0,0115	20,62
Al-ICP61	%	0,01	12	2	0,45	9,67	112,41	4,6838	0,1555	3,32
Al-MS61	%	0,01	59	2	0,03	10,6	585,29	4,9601	0,2305	4,65
As-AA61	ppm	5	59	2	2,5	133	984,5	8,3432	1,0922	13,09
As-AA63	ppm	5	81	2	2,5	32	526	< 5	--	N/A
As-ICP61	ppm	5	12	2	2,5	368	1113,5	46,3958	3,3370	7,19
As-MS61	ppm	0,02	59	2	0,1	5800	13177,7	111,6754	3,3948	3,04
Au-AA23	ppm	0,005	76	2	0,0025	2,59	6,432	0,0423	0,0162	38,24
Au-ICP21	ppm	0,001	199	2	0,0005	1,15	2,6345	< 0,005	--	N/A
Au-ICP23	ppm	0,001	27	2	0,0005	0,014	0,0835	0,0015	0,0006	36,55
B-MS61	ppm	10	49	2	5	280	4370	44,5918	14,8805	33,37
Ba-ICP61	ppm	10	12	2	50	1660	11010	458,7500	16,9558	3,70
Ba-MS61	ppm	0,5	59	2	20	5860	81330,8	689,2441	123,4178	17,91
Be-ICP61	ppm	0,5	12	2	0,25	7,5	41,8	1,7417	0,1080	6,20
Be-MS61	ppm	0,05	59	2	0,025	3,49	99,8	0,8458	0,0748	8,84
Bi-ICP61	ppm	2	12	2	1	18	69	2,8750	1,7912	62,30
Bi-MS61	ppm	0,01	59	2	0,005	10	28,83	0,2443	0,0152	6,23
Ca-ICP61	%	0,01	12	2	0,03	24	70,38	2,9325	0,1265	4,31
Ca-MS61	%	0,01	59	2	0,01	25	384,04	3,2546	0,1875	5,76
Cd-ICP61	ppm	0,5	12	2	0,25	9,5	33,6	1,4000	0,2380	17,00
Cd-MS61	ppm	0,02	59	2	0,01	15,5	55,97	0,4743	0,0750	15,81
Ce-MS61	ppm	0,01	59	2	2,86	284	4900,17	41,5269	2,6069	6,28
Co-ICP61	ppm	1	12	2	0,5	75	442,5	18,4375	0,9186	4,98
Co-MS61	ppm	0,1	59	2	0,4	77,3	2066,5	17,5127	1,0523	6,01
Cr-ICP61	ppm	1	34	2	7	10000	54842	806,5000	15,8902	1,97
Cr-MS61	ppm	1	59	2	0,5	836	8864,5	75,1229	6,2777	8,36
Cs-MS61	ppm	0,05	59	2	0,025	4,79	96,53	0,8181	0,0506	6,18
Cu-AA62	%	0,01	7	2	1,02	14,05	60,49	4,3207	0,0454	1,05
Cu-ICP61	ppm	1	34	2	2	10000	24392	358,7059	3,2854	0,92
Cu-MS61	ppm	0,2	59	2	2,4	10000	23801,8	201,7102	9,8242	4,87
Fe-ICP61	%	0,01	12	2	0,4	25	196,83	8,2013	0,2191	2,67
Fe-MS61	%	0,01	59	2	0,34	25	455,81	3,8628	0,1397	3,62
Ga-MS61	ppm	0,05	59	2	0,46	46,6	1418,82	12,0239	0,8178	6,80
Ge-MS61	ppm	0,05	59	2	0,025	0,56	20,585	0,1744	0,0252	14,44
Hf-MS61	ppm	0,1	59	2	0,05	6,5	159,95	1,3555	0,3997	29,49
In-MS61	ppm	0,005	59	2	0,0025	4,93	13,3935	0,1135	0,0177	15,56
K-ICP61	%	0,01	12	2	0,01	2,93	20,7	0,8625	0,0324	3,76

<u>Elément/ méthode</u>	<u>Unités</u>	<u>LIP</u>	<u>Paires (k)</u>	<u>Par paire (n)</u>	<u>Min</u>	<u>Max</u>	<u>Somme</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Ecart type des doubles</u>	<u>% ETR</u>
K-MS61	%	0,01	59	2	0,005	3,52	98,585	0,8355	0,0976	11,68
La-MS61	ppm	0,5	59	2	0,5	412	3120,1	26,4415	1,6583	6,27
Li-MS61	ppm	0,2	59	2	0,2	32,7	1230,2	10,4254	1,1371	10,91
Mg-ICP61	%	0,01	12	2	0,01	3,71	21,46	0,8942	0,0695	7,77
Mg-MS61	%	0,01	59	2	0,005	7,45	167,625	1,4206	0,1053	7,41
Mn-ICP61	ppm	5	12	2	31	2190	22704	946,0000	33,0025	3,49
Mn-MS61	ppm	5	59	2	32	10000	126502	1072,0508	31,3093	2,92
Mo-ICP61	ppm	1	12	2	0,5	4	26,5	1,1042	0,6847	62,01
Mo-MS61	ppm	0,05	61	2	0,14	10,15	250,03	2,0494	0,1129	5,51
Na-ICP61	%	0,01	12	2	0,005	5,14	30,525	1,2719	0,0494	3,88
Na-MS61	%	0,01	59	2	0,005	5,5	128,03	1,0850	0,0469	4,32
Nb-MS61	ppm	0,1	59	2	0,1	42,1	571,6	4,8441	1,0997	22,70
Ni-ICP61	ppm	1	34	2	2	3480	40319	592,9265	9,2092	1,55
Ni-MS61	ppm	0,2	59	2	2,1	687	6226,5	52,7669	2,7858	5,28
P-ICP61	ppm	10	12	2	110	7030	25060	1044,1667	73,8805	7,08
P-MS61	ppm	10	59	2	30	10000	82190	696,5254	22,1513	3,18
Pb-ICP61	ppm	2	12	2	1	39	336	14,0000	1,7795	12,71
Pb-MS61	ppm	0,5	59	2	0,9	526	2023,3	17,1466	1,0229	5,97
Pd-ICP23	ppm	0,001	27	2	0,0005	0,03	0,2525	0,0047	0,0007	15,19
Pt-ICP23	ppm	0,005	27	2	0,0025	0,079	0,5395	0,0100	0,0026	25,83
Pt-MS61	ppm	0,1	59	2	0,05	0,4	6,81	< 0,1	--	N/A
Rb-MS61	ppm	0,1	59	2	0,05	361	4533,7	38,4212	1,6681	4,34
Re-MS61	ppm	0,002	59	2	0,001	0,004	0,181	< 002	--	N/A
S-ICP61	%	0,01	12	2	0,005	0,81	2,44	0,1017	0,0035	3,48
S-MS61	%	0,01	58	2	0,005	0,2	4,045	0,0349	0,0047	13,38
Sb-ICP61	ppm	5	12	2	2,5	5	62,5	< 5	--	N/A
Sb-MS61	ppm	0,05	59	2	0,025	113	269,58	2,2846	1,0331	45,22
Se-MS61	ppm	1	59	2	0,5	7	160	1,3559	0,4269	31,48
Sn-MS61	ppm	0,2	59	2	0,1	9,6	133,1	1,1280	0,0818	7,25
Sr-ICP61	ppm	1	12	2	27	520	3375	140,6250	4,4861	3,19
Sr-MS61	ppm	0,2	59	2	2,7	3430	29531,4	250,2661	18,7680	7,50
Ta-MS61	ppm	0,05	59	2	0,0025	1,76	21,675	0,1837	0,0948	51,62
Te-MS61	ppm	0,05	59	2	0,025	2,2	9,56	0,0810	0,0151	18,67
Th-MS61	ppm	0,2	59	2	0,1	32,1	716,2	6,0695	0,4892	8,06
Ti-ICP61	%	0,01	12	2	0,02	1,02	6,42	0,2675	0,0138	5,18
Ti-MS61	ppm	0,01	59	2	0,005	0,73	25,14	0,2131	0,0116	5,47
Tl-MS61	ppm	0,02	59	2	0,01	1,54	21,39	0,1813	0,0121	6,68
U-MS61	ppm	0,1	61	2	0,05	78,1	455,25	3,7316	0,1858	4,98
V-ICP61	ppm	1	12	2	7	900	4705	196,0417	8,3989	4,28
V-MS61	ppm	1	61	2	0,5	356	9122	74,7705	2,8943	3,87
W-ICP61	ppm	10	12	2	5	10	165	< 10	--	N/A
W-MS61	ppm	0,1	59	2	0,1	49,6	338,7	2,8703	0,2173	7,57
Y-MS61	ppm	0,1	59	2	0,9	109,5	1778,1	15,0686	0,7646	5,07
Zn-ICP61	ppm	2	12	2	2	515	2324	96,8333	3,2914	3,40
Zn-MS61	ppm	2	59	2	2	1605	8273	70,1102	3,3000	4,71
Zr-MS61	ppm	0,5	59	2	0,25	181	4604,05	39,0174	7,4563	19,11

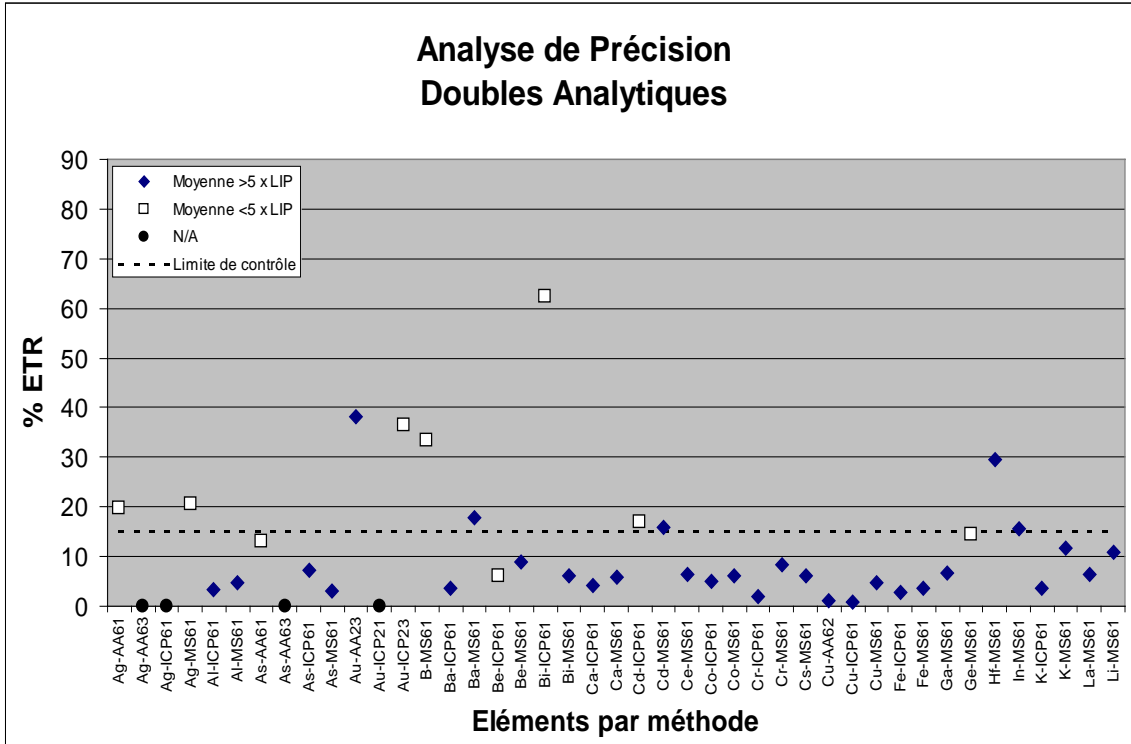


Figure A4.1. Graphique portant sur la précision des échantillons de doubles analytiques (Ag – Li)

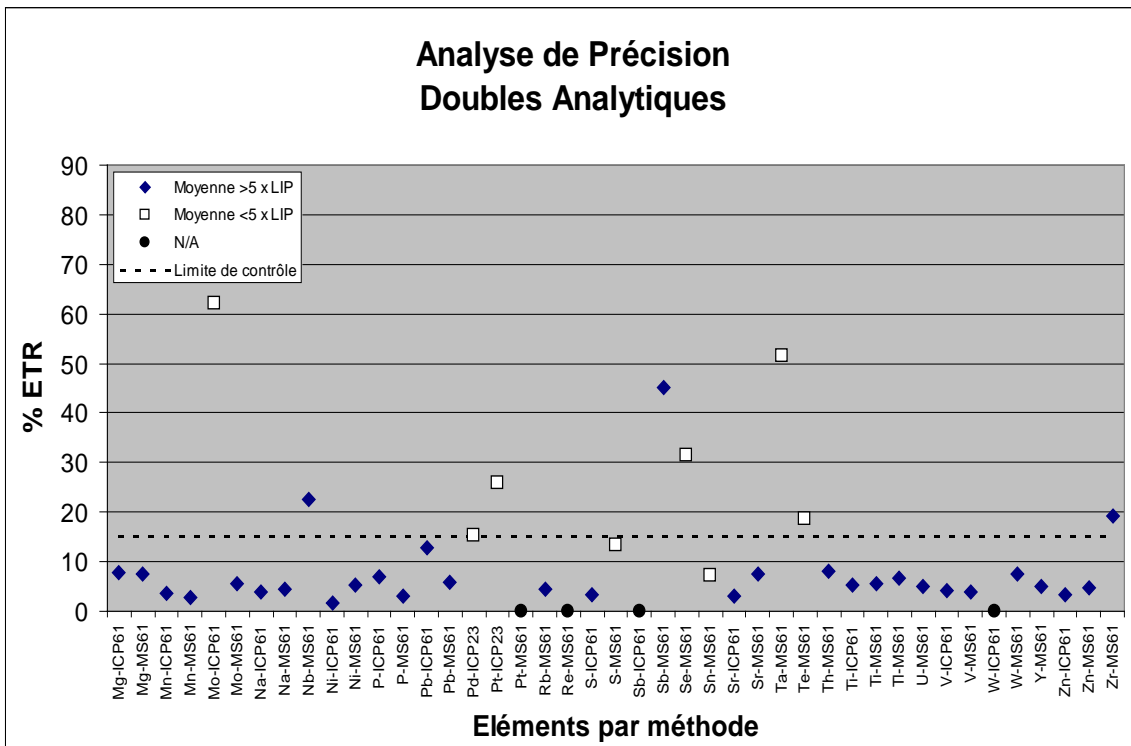


Figure A4.2. Graphique portant sur la précision des échantillons de doubles analytiques (Mg – Zr).

Annexe 5. – Paramètres SIG utilisés pour la création des cartes en courbe de niveau au 1/500 000 des six régions

Les paramètres suivants de courbes de niveau ont été utilisés :

- Logiciel : Geostatistical Wizard, module supplémentaire d'analyse géostatistique d'ESRI pour ArcGIS 9.2.
- Méthode : pondération par l'inverse de la distance (PID)
- Raison de l'emploi de cette méthode : la PID est une interpolation rapide et exacte, nécessitant peu de décisions relativement aux paramètres du modèle ou d'hypothèses sur les données. Elle fournit une bonne première approche de la surface interpolée, bien qu'il n'y ait pas d'évaluation des erreurs de calcul, et qu'elle soit susceptible de générer des représentations concentriques pour les échantillons présentant des valeurs relatives extrêmes.
- Valeurs nulles : utiliser la valeur NODATA de 0.00 quand l'ensemble de données comprend des valeurs nulles (pas d'analyse pour ces éléments particuliers). Les valeurs nulles de ces ensembles de données ne sont pas indicatrices de limites de détection, il est donc important qu'elles ne soient pas incluses dans l'analyse.
- Echantillons identiques : utiliser la valeur maximum de cette localisation géographique pour les échantillons disponibles.
- Puissance de la PID : 4.
- Recherche de voisinage : lissage.
- Facteur de lissage : 1.
- Angle de l'ellipse : 0.
- Demi-axes de l'ellipse : 1 000 mètres (1 km) dans les régions Nord-Est et Nord-Ouest ; 500 mètres (0,5 km) dans la région de Tasiast-Tijirit ; 2 000 mètres (2 km) dans les autres régions. La taille de ces ellipses semble adaptée à la distribution des échantillons de chaque région.
- Symboles : courbes de niveau pleines.
- Palette de couleur : géochimie de bleu à rouge (palette de couleur personnalisée).
- Qualité : présentée, et précisée par l'utilisation du zoom.
- Classification : percentiles (2,5^{ème}, 5^{ème}, 10^{ème}, 25^{ème}, 75^{ème}, 90^{ème}, 95^{ème}, 97,5^{ème}, 99^{ème}), avec un nombre de catégories dépendant de la distribution des valeurs analytiques (voir le dossier *BasicStatistics* sur le CD-ROM ci-joint). Les éléments ayant fait l'objet d'éliminations massives sont classés en parties par million, et non en percentiles.