

8. Bibliographie

BIRCH G.F., TAYLOR S.E., MATTHAI C. (2001). Small-scale spatial and temporal variance in the concentration of heavy metal in aquatic sediments: a review and some new concepts. *Environmental Pollution* 113, 357-372.

CHIFFOLEAU J.F., AUGER D., CHARTIER E. (2002). Dosage de certains métaux traces (Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) dissous dans l'eau de mer par absorption atomique après extraction liquide-liquide, *Méthodes d'analyse en milieu marin*, Ifremer, Issy-les-Moulineaux, France, 40 p.

COQUERY M., MORIN A., BECUE A., LEPOT B. (2005), Priority substances of the European Water Framework Directive: analytical challenges in monitoring water quality, *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 24, n°2, pp 117-127.

CREED J., MARTIN T., SIVAGANESAN M. (1995) – Preservation of trace metals in water samples. *Journal of American Water Works Association*, vol. February, 104-114.

DUBOIS J.D., PARRIAUX A. (1990) – Hydrogeological characteristics of cristalline aquifers. Exemple of the Mont Blanc and Aiguilles rouges massifs (France, Italy and Switzerland); first results. *Memoires of the 22nd Congress of International Association of hydrogeologists*, vol.22, 504-513.

FORSTNER U., WITTMANN G.T.W. (1981). *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Springer Verlag, Berlin, pp. 119-131.

GARCIA B., BERTIN C., RICARD J., BOURG A., LAVANDIER P., LABROUE L. (1994), Effet de berge, effet de vase, deux facteurs différents de mobilisation du manganese : un exemple dans le champ captant de la vallée du Lot (France), *Annls Limnol.* 30 (1), pp 67-85.

HOENIG M. (2001) – Preparation steps in environmental trace element analysis –facts and traps. *Talanta* 54, 1021-1038.

MOUVET C. (1986) – Métaux lourds et mousses aquatiques – Synthèse méthodologique. Agence de l'eau Rhin-meuse, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, Laboratoire d'Ecologie – Université de Metz. 110 p.

NF ISO 5667-1 (1980), *Qualité de l'eau – Echantillonnage – Partie 1 : Guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage.*

NF ISO 5667-2 (1991), *Qualité de l'eau – Echantillonnage – Partie 2 : Guide général sur les techniques d'échantillonnage.*

NF ISO 5667-3 (1994), *Qualité de l'eau – Echantillonnage – Partie 3 : Guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons (en révision).*

NF ISO 5725 (1994), Exactitude des résultats et méthodes de mesure.

NIMIS P.L., FUMAGALLI F., BIZZOTTO A., CODOGNO M., SKERT N. (2002) – Bryophytes as indicators of trace metals pollution in the River Brenta (NE Italy). *The Science of the Total Environment* 286, 233-242.

PARRIAUX A. (1997) – The analysis of low concentration mineral traces ; a new tool to determinate the origin of water and its pollution. *International Association of Hydrogeological Sciences*, vol.244, 125-132.

QUEVAUVILLER P. (2002). *Quality Assurance for Water Analysis*. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, UK, 262 p.

THOMAS P. (2003) *Metal Analysis in Chemical Analysis of Contaminated Land*. Edited by K.C.Thompson and C.P. Nathanail. Blackwell CRC Press.

YEGHICHEYAN D., CARIGNAN J., VALLADON M., BOUHNİK-Le CAZ M., LE CORNEC F., CASTREC-ROUELLE M., ROBERT M., AQUILINA L., AUBRY E., CHURLAUD C., DIA A., DEBERDT S., DUPRE B., FREYDIER R., GRUAU G., HENIN O., DE KERSABIEC A.M., MACE J., MARIN L., MORIN N., PETITJEAN P. and SERRAT E. (2001). A compilation of silicon and thirty one trace elements measured in the natural river water reference material SLRS-4 (NRC-CNRC). *Geostandards Newsletter* 25, 465-474.

Annexe 1

Liste des points de prélèvement préconisés pour le programme d'acquisition de données

| Secteur | N° du point de prélèvement | Nom du cours d'eau | Lieu de prélèvement | Réseau d'appartenance | Eléments présentant un risque de fond géochimique élevé | Niveau de confiance* |
|---------|----------------------------|---------------------|---|---|---|----------------------|
| 1 | 1.1 | Ognon | Servance | RNB (code 6900) | As, Sb | moyen |
| | 1.2 | Raddon | amont de Belfahy | nv. | As, Sb | moyen |
| | 1.3 | Lanterne | amont de Lantenot | nv. | As, Sb | moyen |
| 2 | 2.1 | Gier | amont de Saint Chamont | nv. | As | moyen |
| | 2.2 | Grosnes occidentale | amont de Mosols | nv. | As | moyen |
| | 2.3 | Azergues | amont de Lamure sur Azergues | nv. | As | moyen |
| | 2.4 | Durèze | amont de Valfleury | nv. | As | moyen |
| | 2.5 | Turdine | l'Arbresle | RNB (code 57200) | As | moyen |
| 3 | 3.1 | ruisseau | amont des Houches | nv. | As | moyen |
| | | | | | Ni | faible |
| 4 | 4.1 | Isère | amont Albertville | nv. | As | élevé |
| | 4.2 | Arc | Argentine | ESU substance dangereuse et réseau de référence | As | élevé |
| | 4.3 | Arc | aval Saint Martin de la Porte | nv. | As, Sb | moyen |
| | 4.4 | Arly | Césarches | RNB (137000) | As, Sb | élevé |
| | 4.5 | Doron de Bozel | Moutiers | RNB (134000) | As, Sb | moyen |
| | 4.6 | Torrent des roches | amont de Saint Colombin des Villards | nv. | As, Sb | moyen |
| | 4.7 | ruisseau | drainant le nord du massif du Beaufortain | nv. | As, Sb | moyen |
| | 4.8 | ruisseau | drainant le massif de l'Argentera | nv. | As | faible |
| | 4.9 | Petit Buech | amont de Rabou | nv. | | n.i. |
| | 4.10 | Drôme | amont de Valdrôme | nv. | | n.i. |
| | 4.11 | ruisseau | drainant les schistes lustrés | nv. | | n.i. |
| 5 | 5.1 | Tech | amont de le Tech | nv. | As, Pb | moyen |
| | 5.2 | Carança | n.i. | nv. | As, Pb | moyen |
| | 5.3 | Orbiel | amont de Mas-Cabardès | nv. | As | élevé |
| | 5.4 | Argent Double | amont de Lespinassière | nv. | As, Zn, Ni, Pb | élevé |
| | 5.5 | Mare | amont Saint-Gervais-sur-Mare | nv. | As | élevé |
| 6 | 6.1 | Orb | amont Ceilhes et Rocozels | nv. | As, Zn, Ni, Pb | élevé |
| 7 | 7.1 | Réal Collobrieu | amont Collobrière | nv. | As, Sb, Ba | faible |
| 8 | 8.1 | Bravone | n.i. | nv. | As, Sb, Cr, Ni | faible |
| | 8.2 | Tavignano | n.i. | nv. | As, Sb, Cr, Ni | faible |
| | 8.3 | Fium'Orbo | n.i. | nv. | As, Sb, Cr, Ni | faible |
| | 8.4 | Golo | n.i. | nv. | As, Sb, Cr, Ni | faible |
| | 8.5 | | n.i. | nv. | As, Ba, Zn | faible |

* Niveau de confiance attribué à chaque zone identifiée comme présentant un fond géochimique élevé en éléments traces

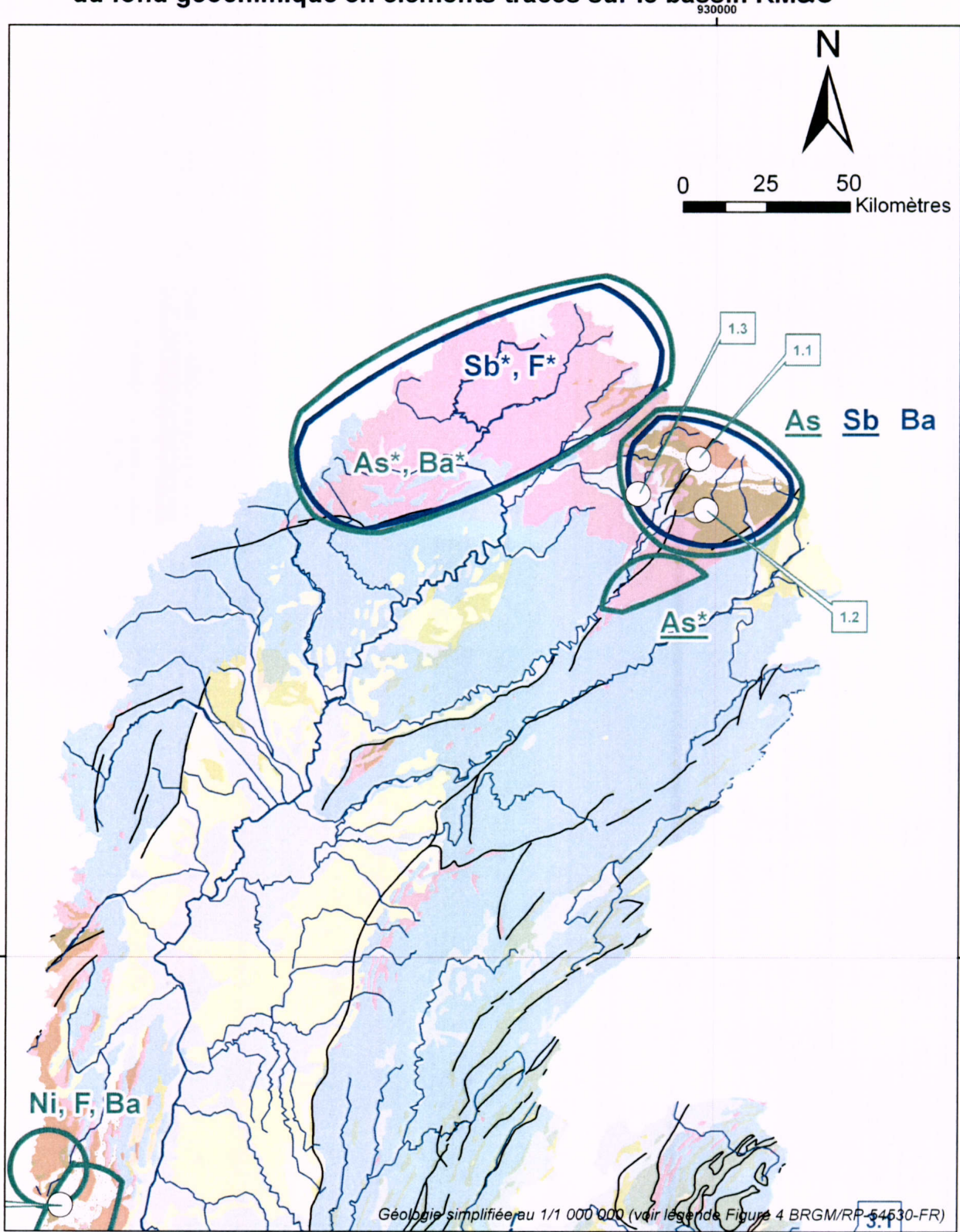
n.i. : non identifié
nv. : nouveau point

Annexe 2

Localisation des nouveaux points d'échantillonnage préconisés pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C

Eaux superficielles

Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :

- Faible
- Moyen
- Elevé

Fond géochimique identifié pour :

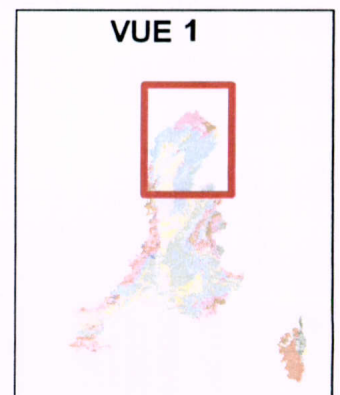
- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés :

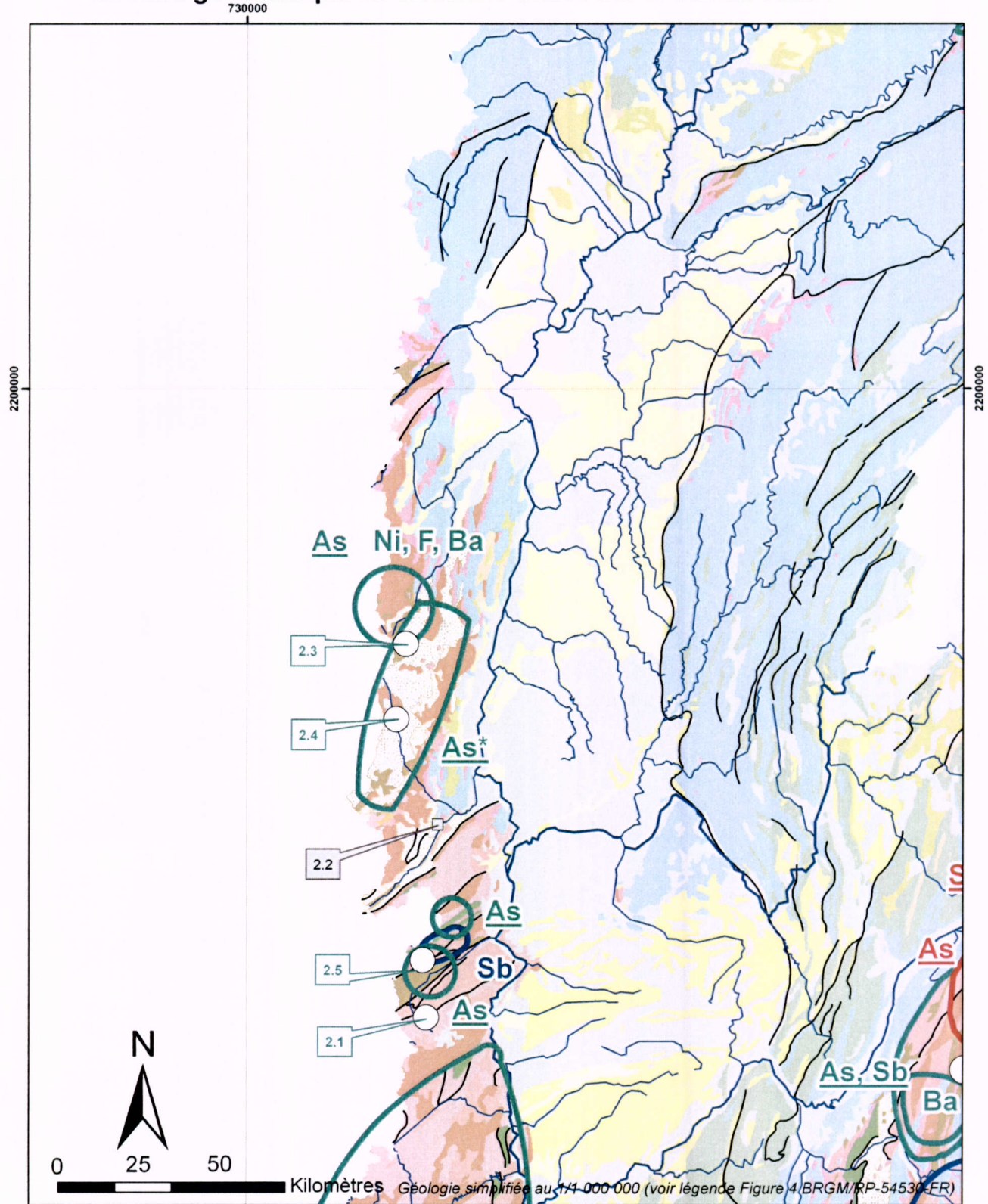
- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

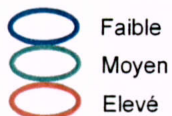
- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :



Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

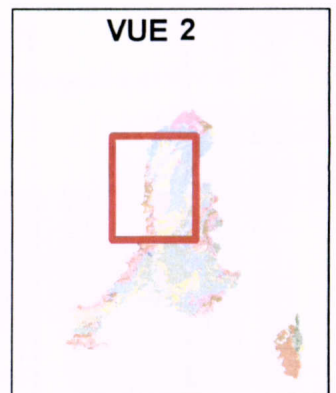
Points de prélèvements préconisés :

- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

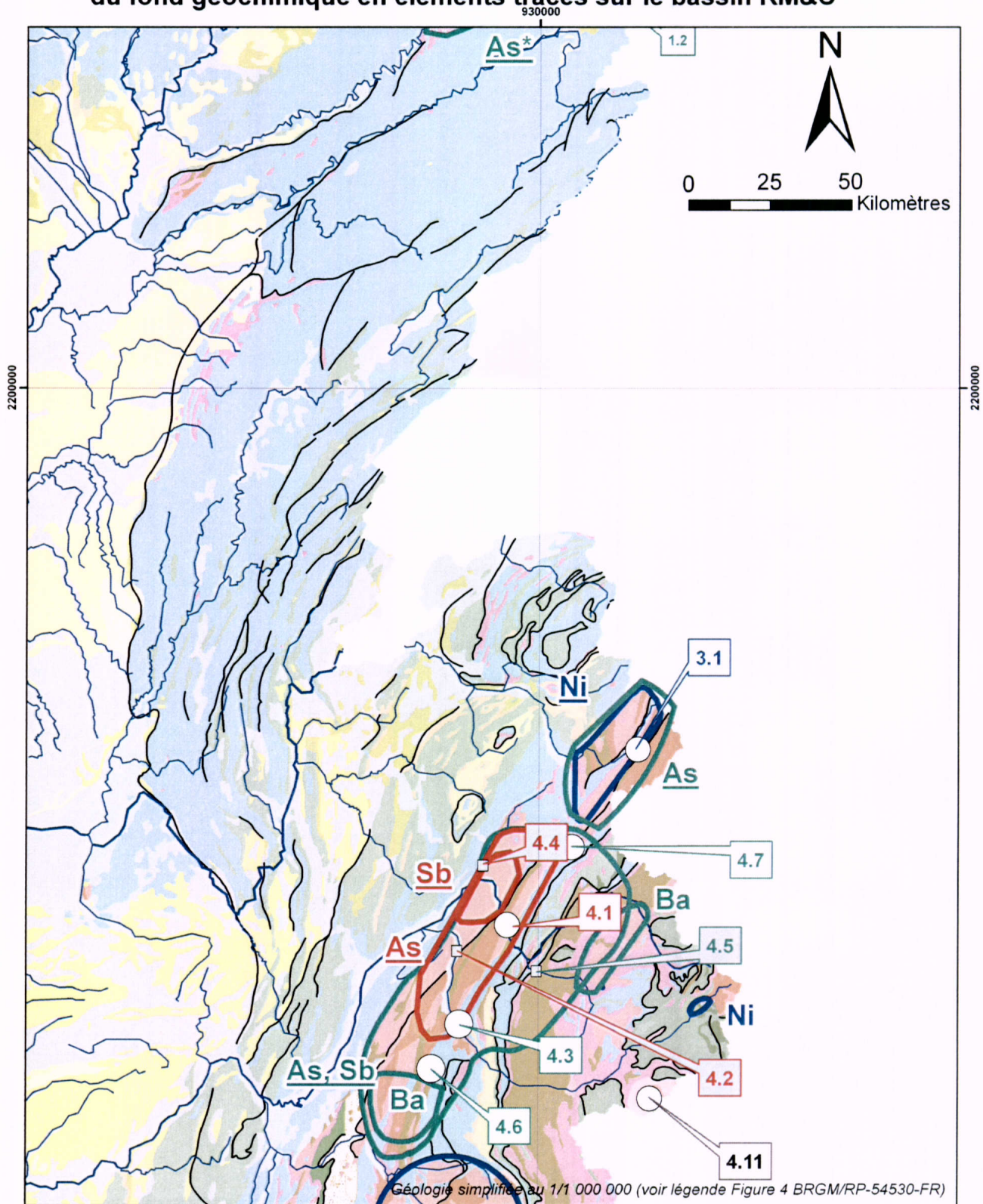
Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est à priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer

VUE 2



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Géologie simplifiée au 1/1 000 000 (voir légende Figure 4 BRGM/RP-54530-FR)

Niveau de confiance attribué :

- Faible
- Moyen
- Elevé

Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés :

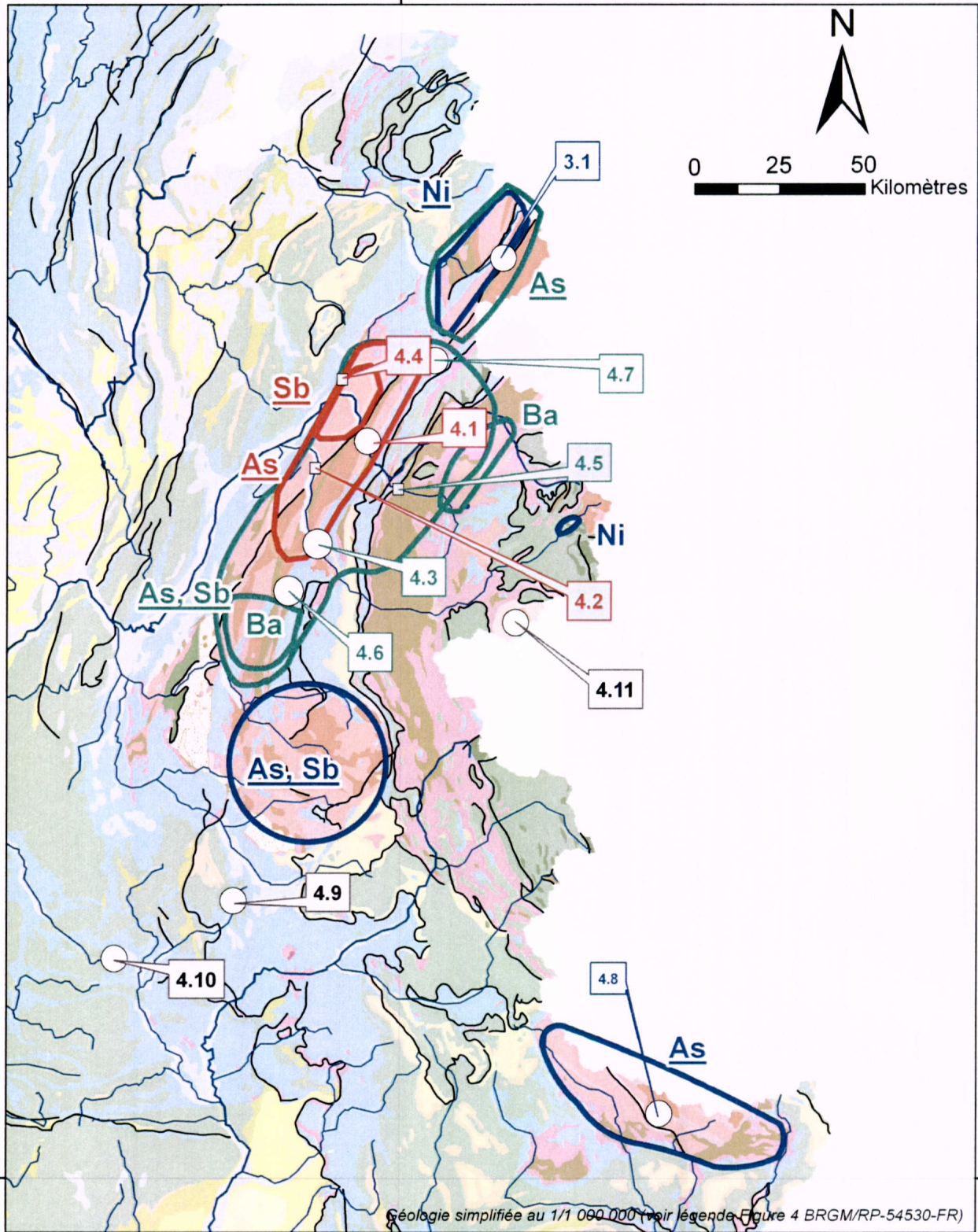
- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est à priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Géologie simplifiée au 1/1 000 000 (voir légende Figure 4 BRGM/RP-54530-FR)

Niveau de confiance attribué :

- Faible
- Moyen
- Elevé

Fond géochimique identifié pour :

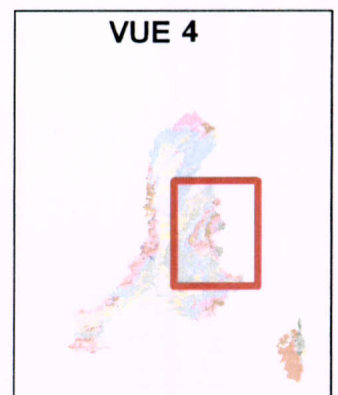
- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés :

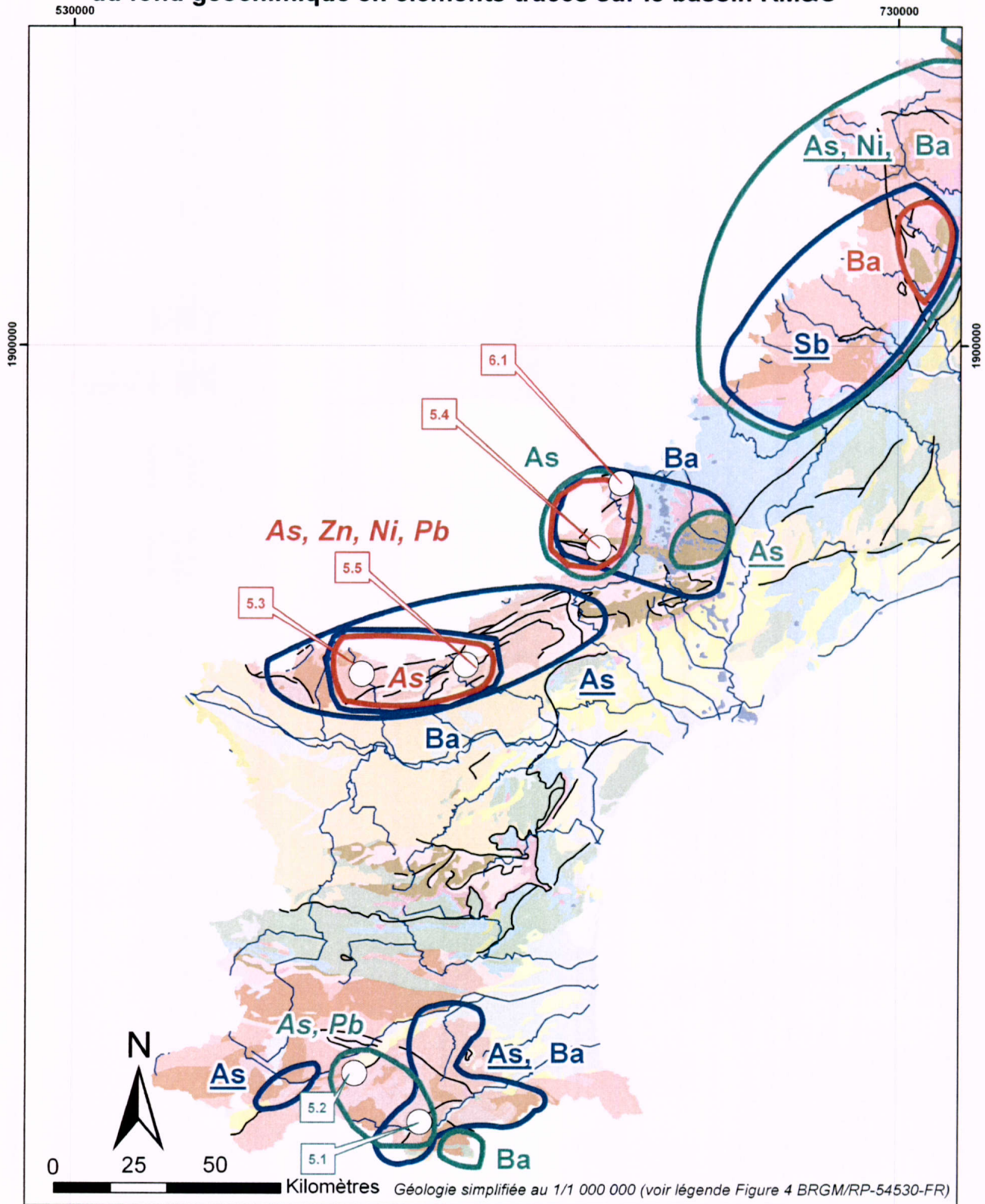
- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :



Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés :

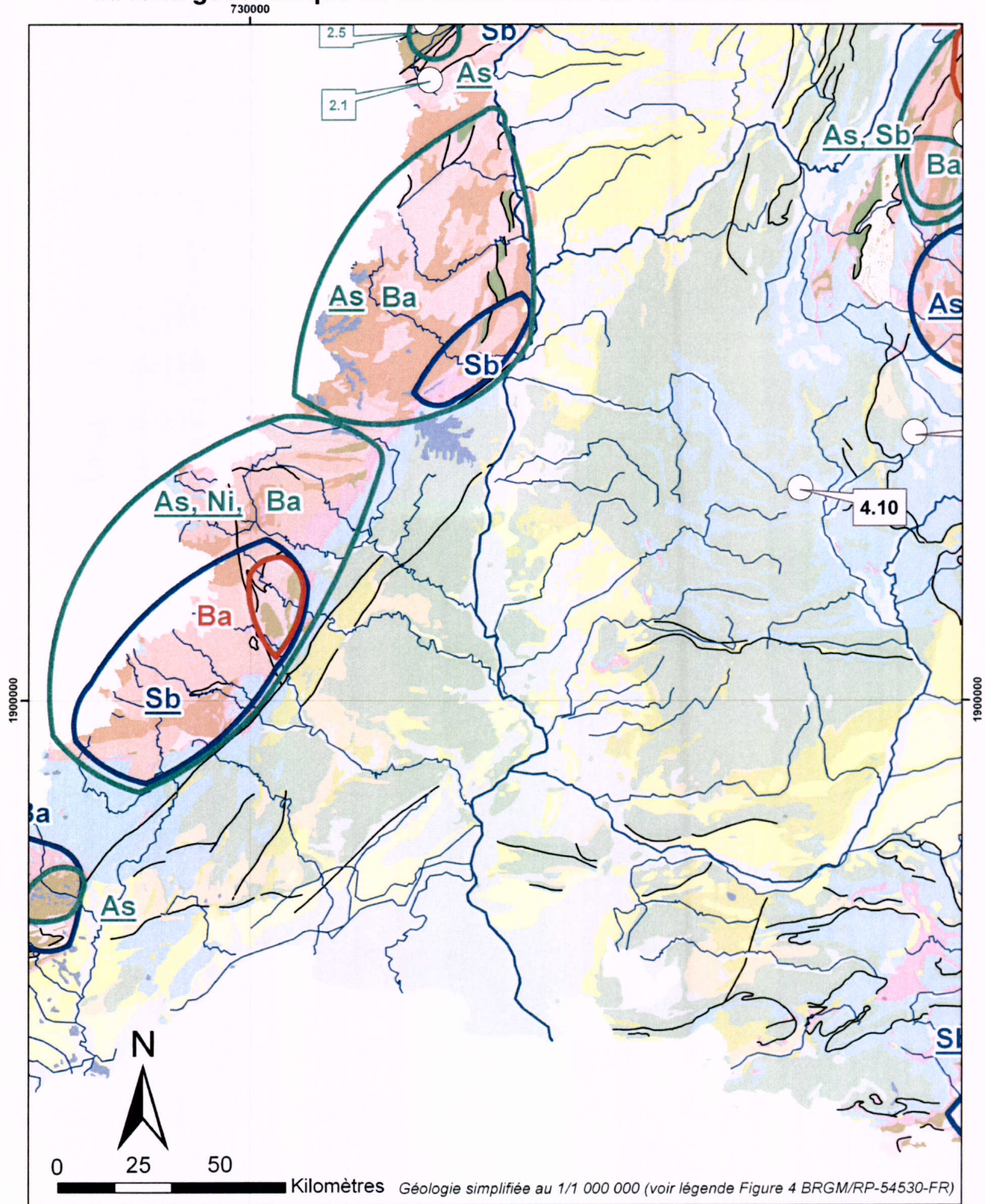
- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est à priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :

- Faible
- Moyen
- Elevé

Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés :

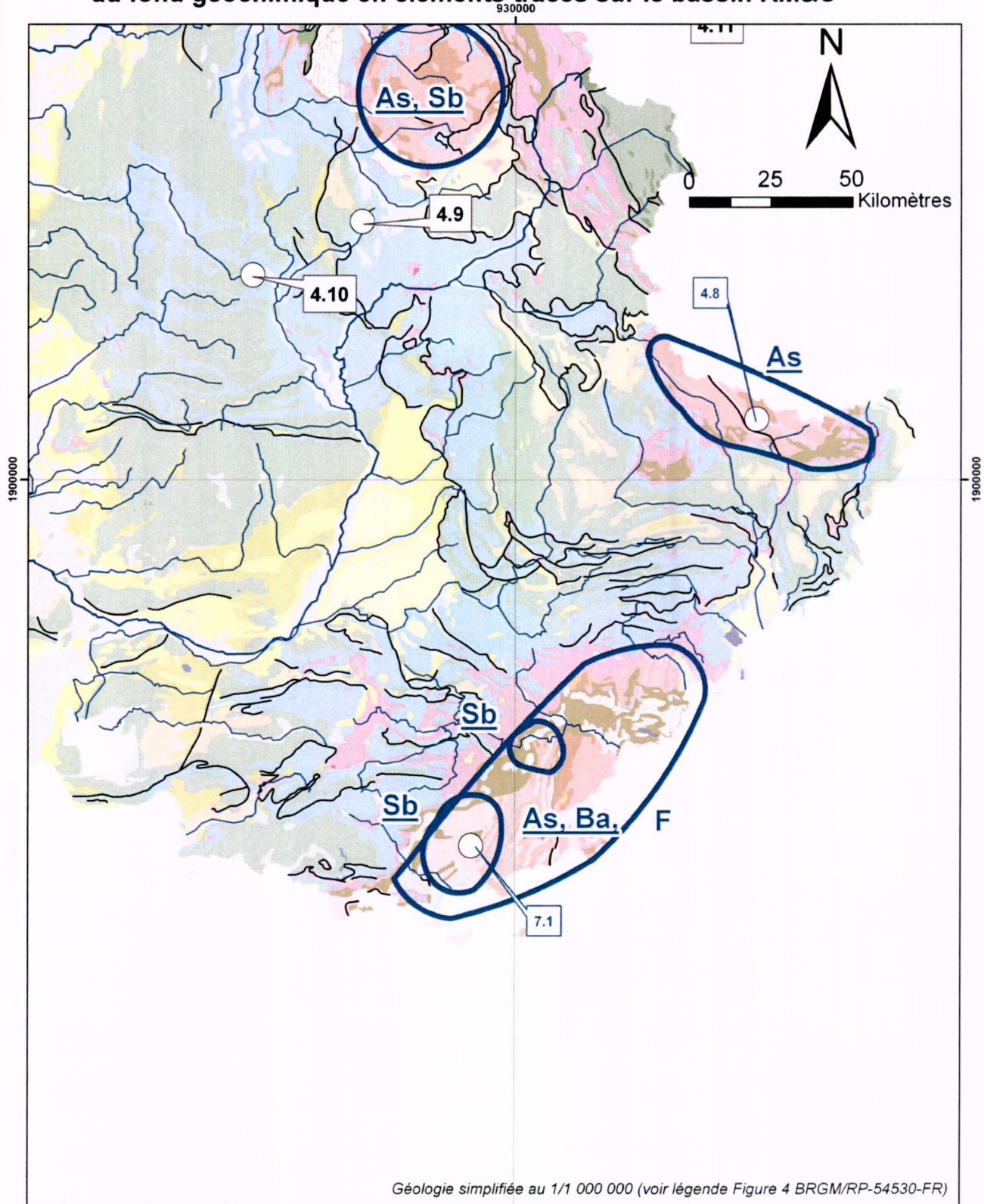
- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est à priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Géologie simplifiée au 1/1 000 000 (voir légende Figure 4 BRGM/RP-54530-FR)

Niveau de confiance attribué :

- Faible
- Moyen
- Elevé

Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés:

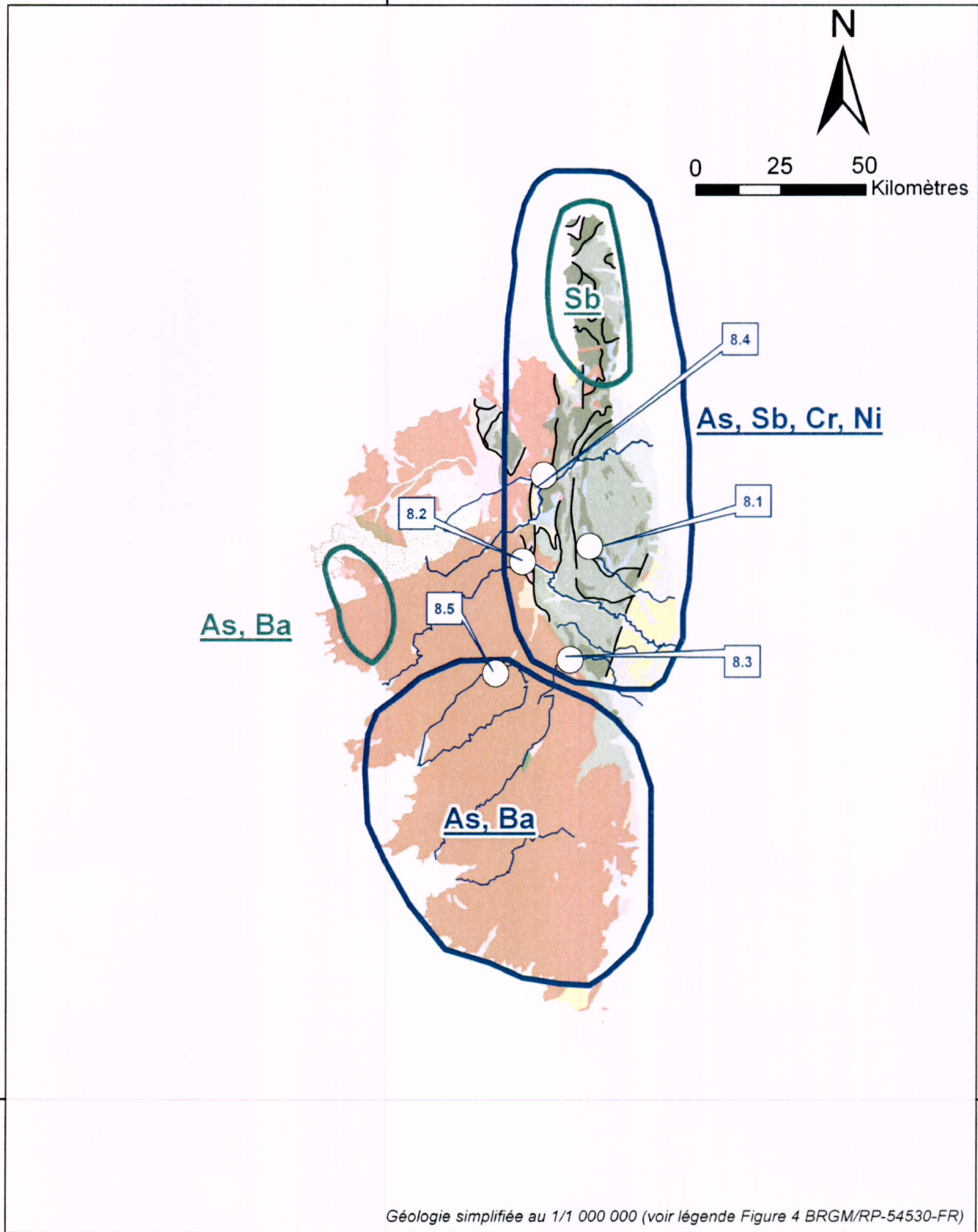
- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

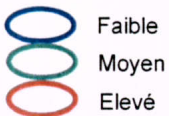
- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :



Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Points de prélèvements préconisés:

- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

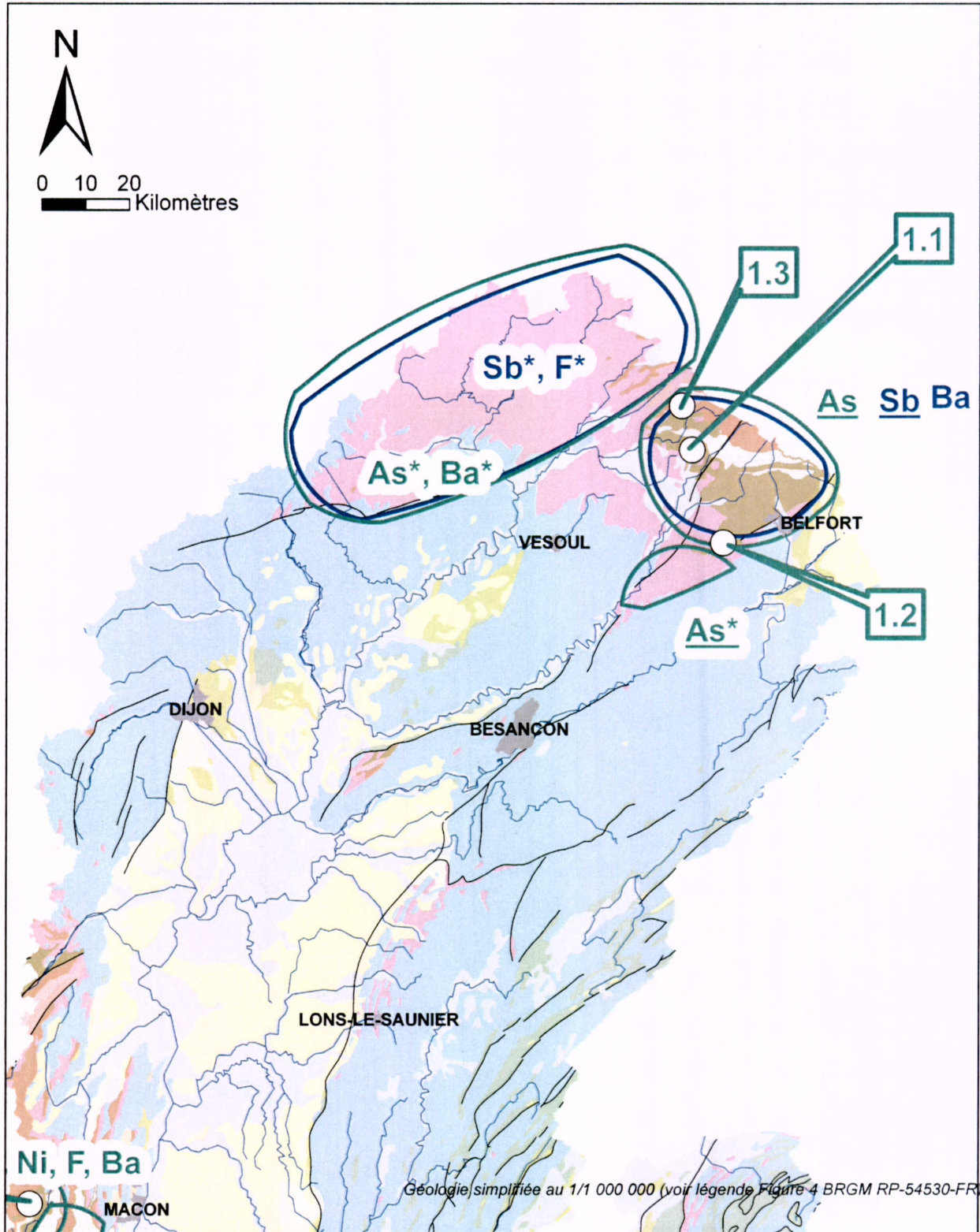
Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est à priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer

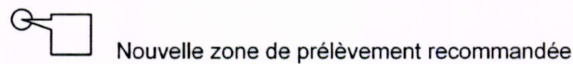


Eaux souterraines

Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :



Fond géochimique identifié pour :

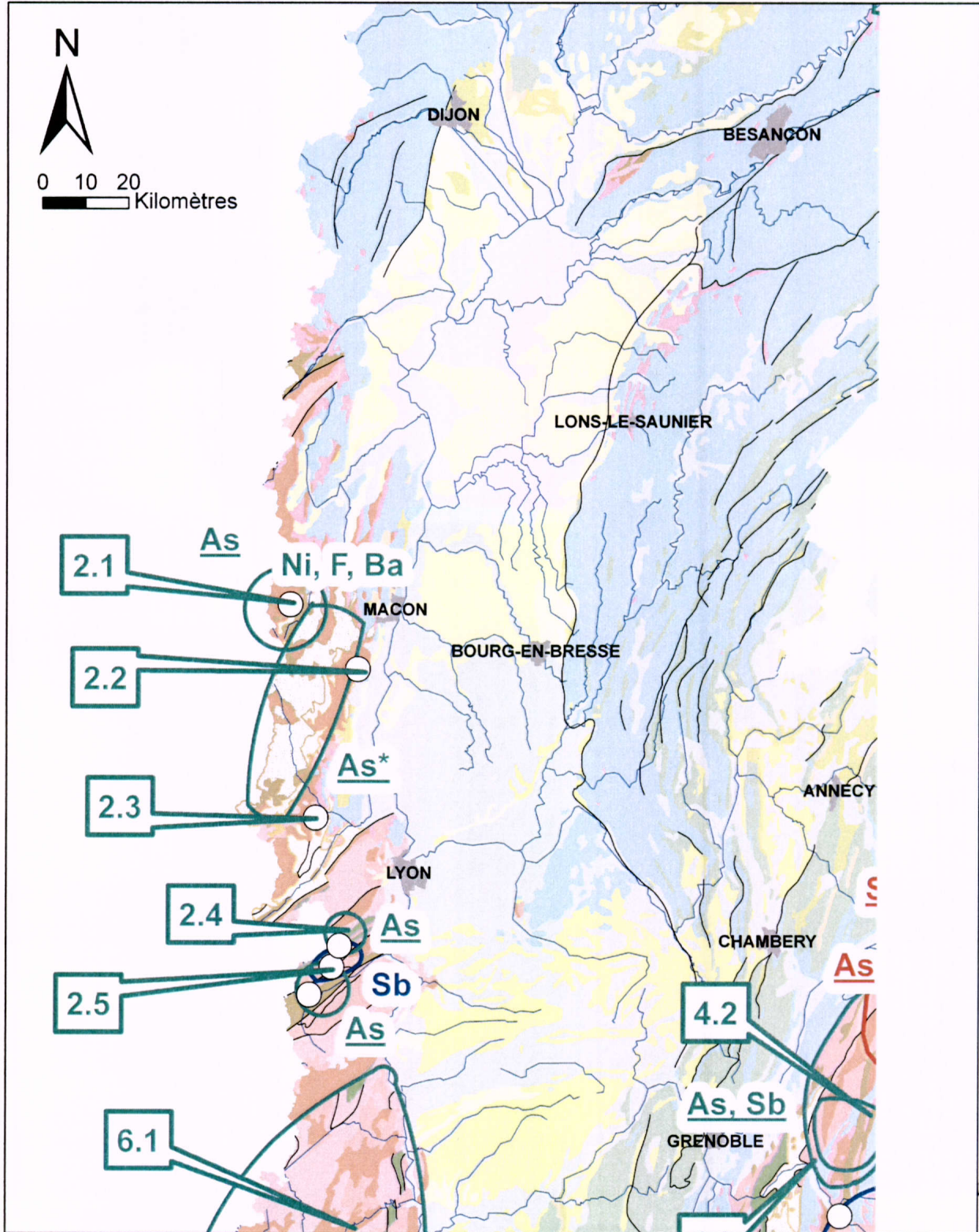
- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Objectif du programme d'acquisition :

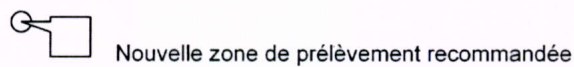
- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :

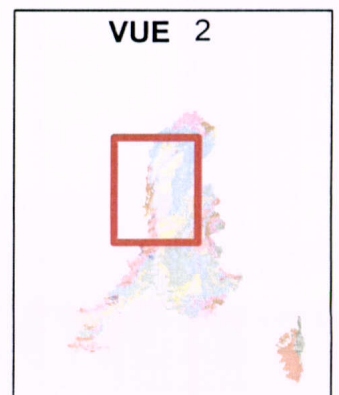


Fond géochimique identifié pour :

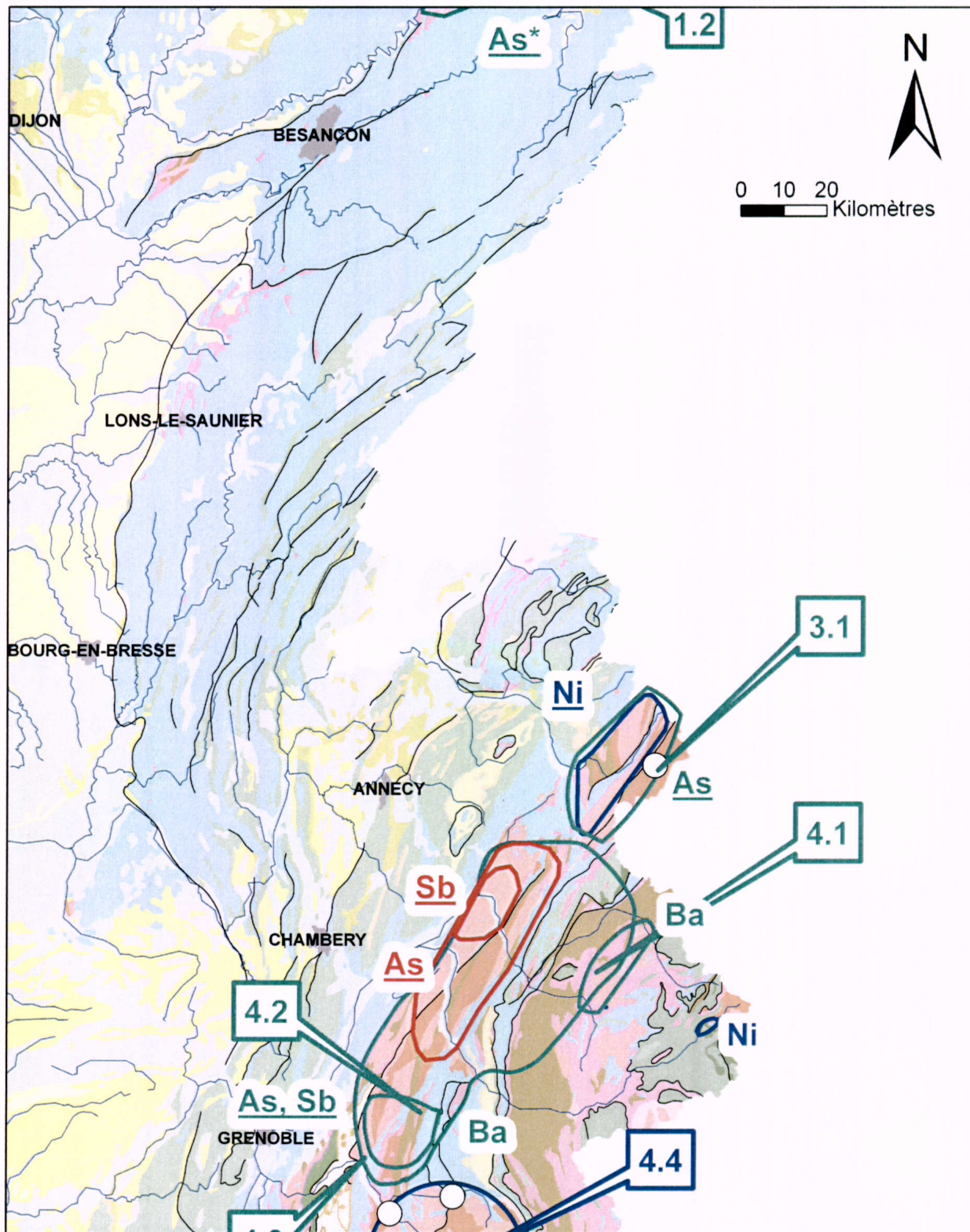
- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Objectif du programme d'acquisition :

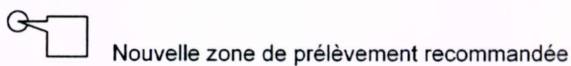
- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :

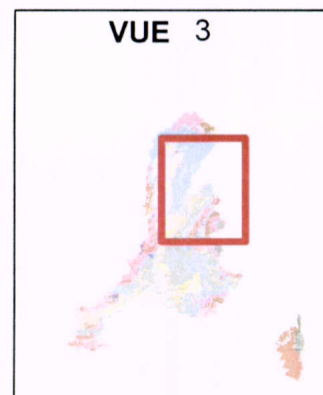


Fond géochimique identifié pour :

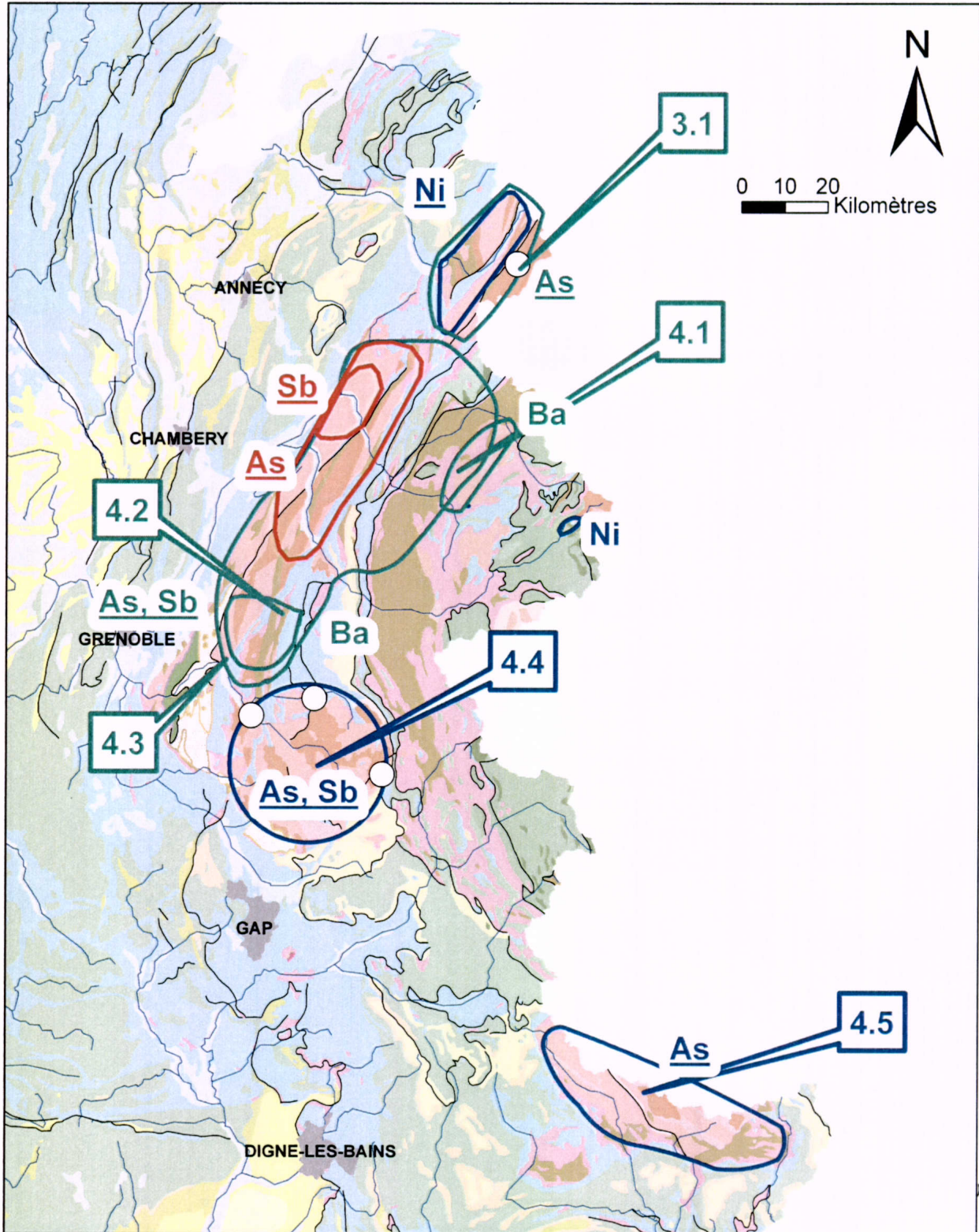
- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C

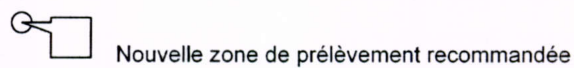


Niveau de confiance attribué :



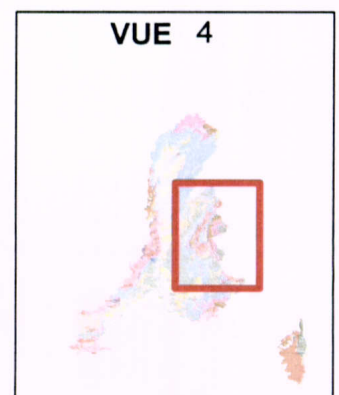
Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

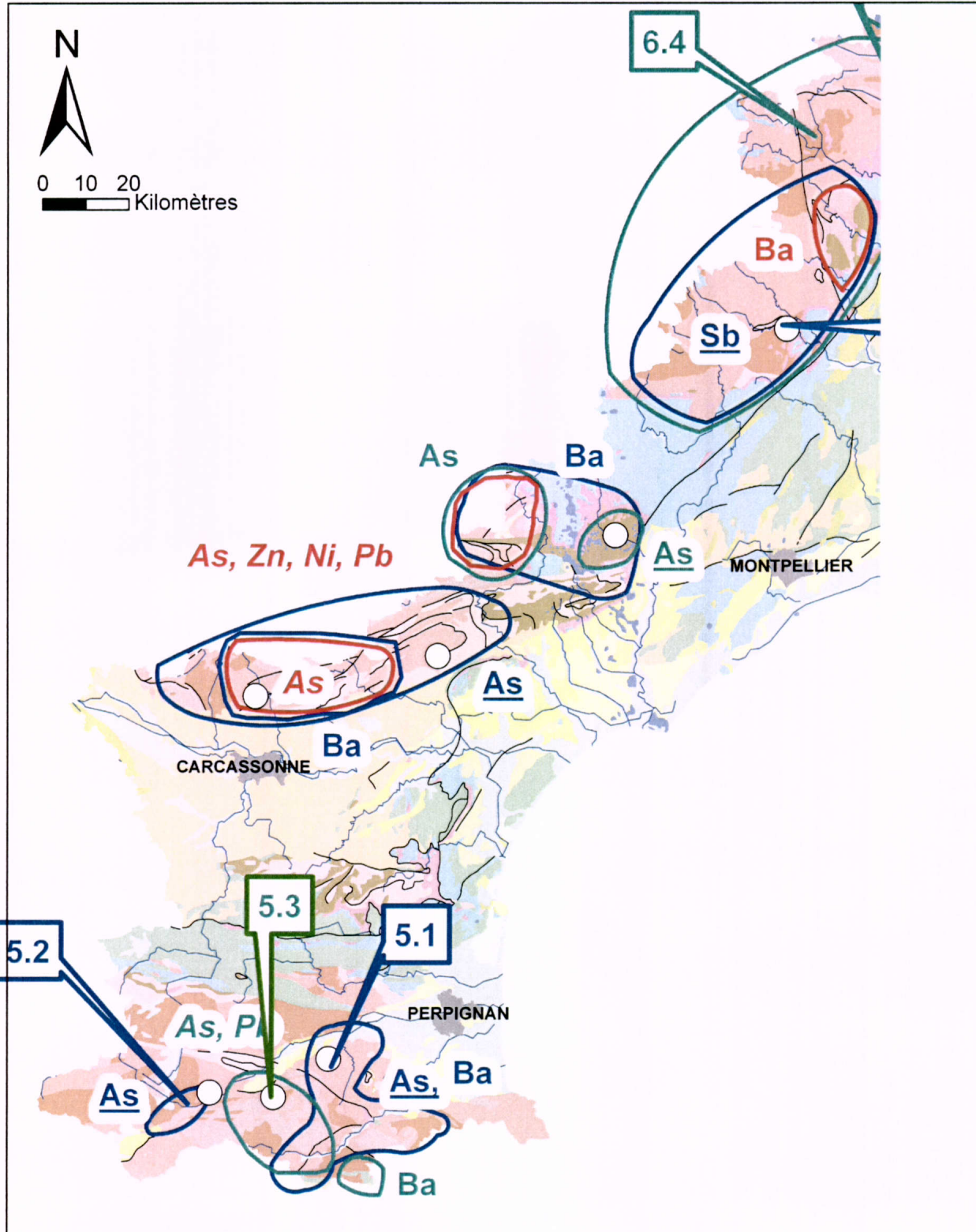


Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer




Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C







Niveau de confiance attribué :



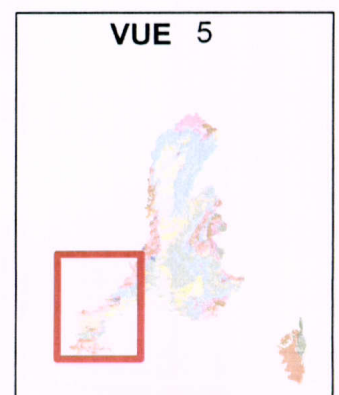
 Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

-  5.1 Identifier le risque de fond géochimique
-  5.1 Préciser le risque de fond géochimique
-  5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
-  5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer

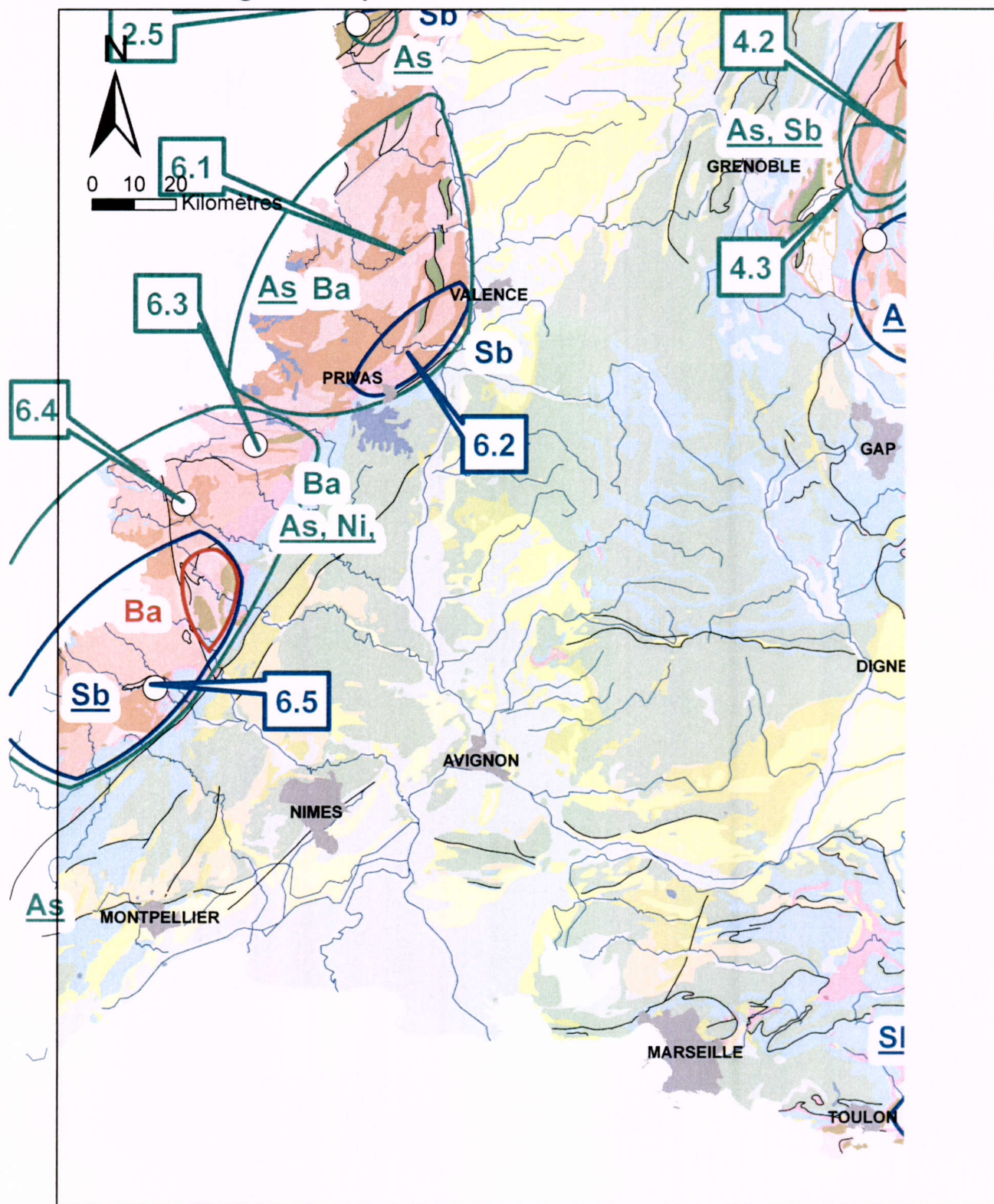
Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

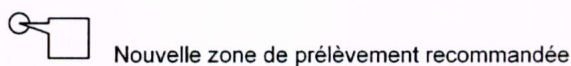


Eaux souterraines

Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :

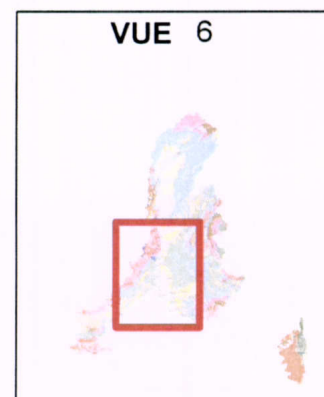


Fond géochimique identifié pour :

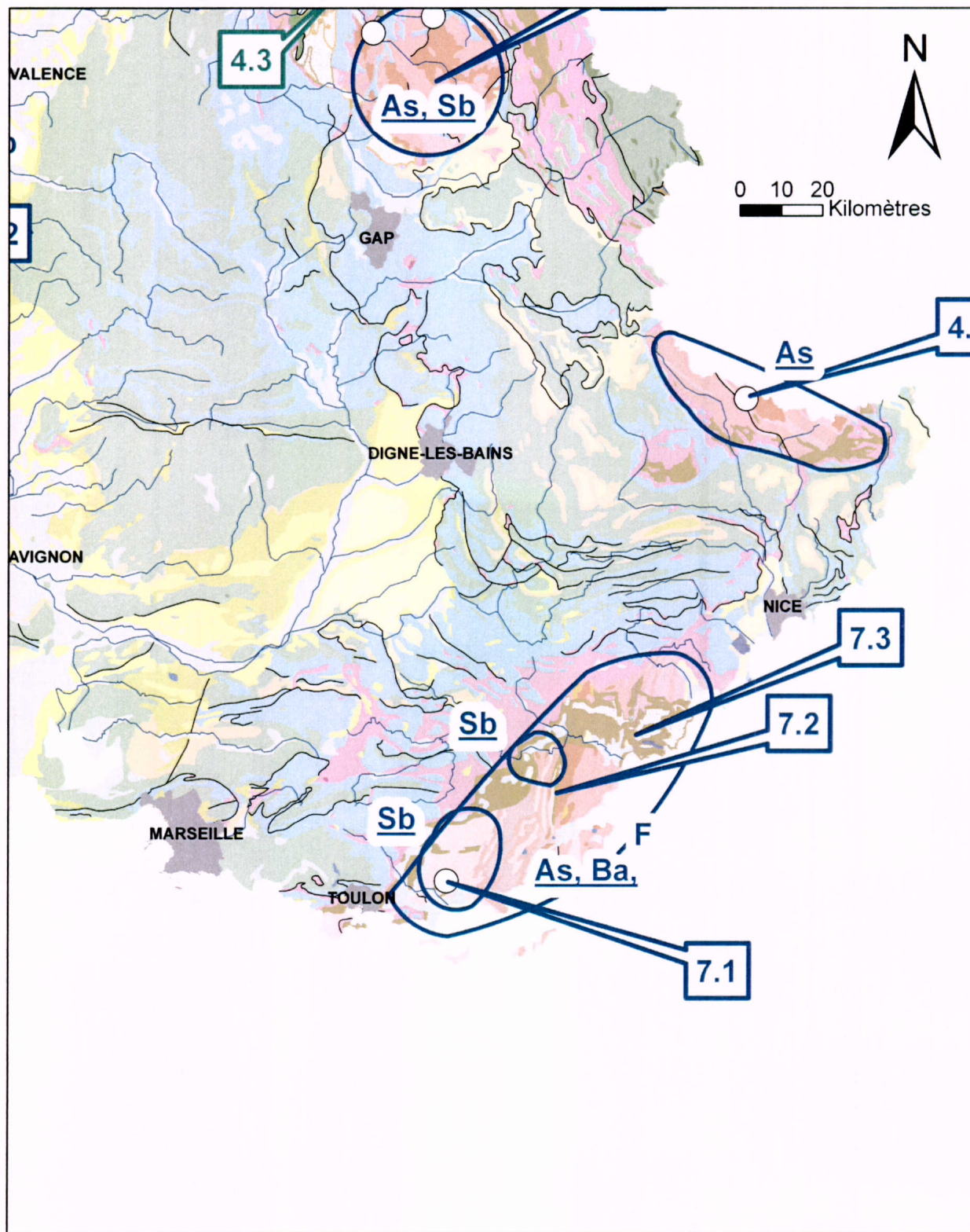
- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C




Niveau de confiance attribué :







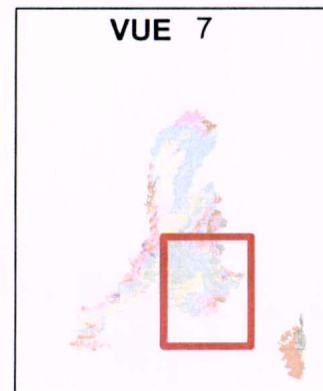
Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

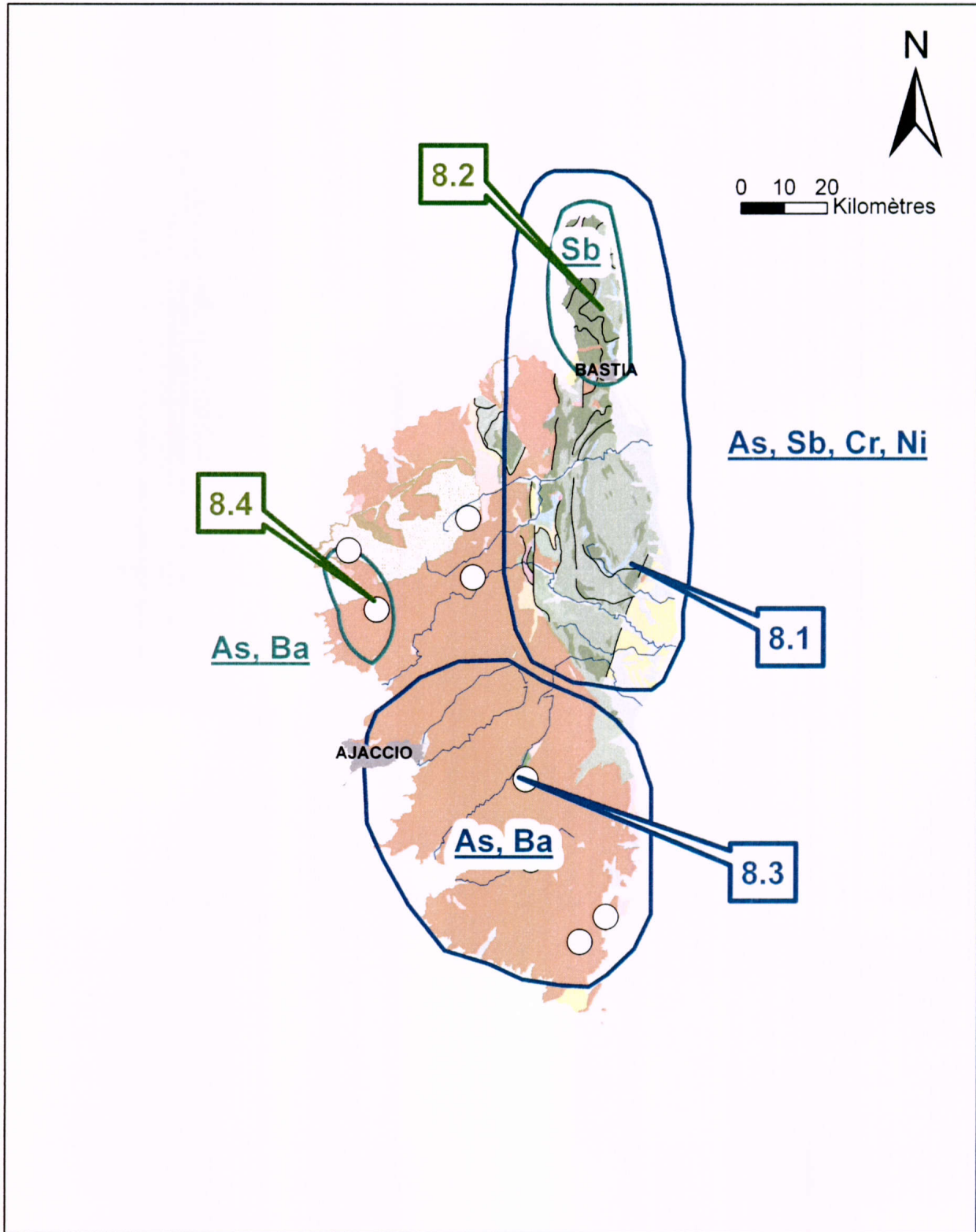
 Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Objectif du programme d'acquisition :

-  5.1 Identifier le risque de fond géochimique
-  5.1 Préciser le risque de fond géochimique
-  5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
-  5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Nouveaux points d'échantillonnages pour améliorer la connaissance
du fond géochimique en éléments traces sur le bassin RM&C



Niveau de confiance attribué :

- Faible
- Moyen
- Elevé

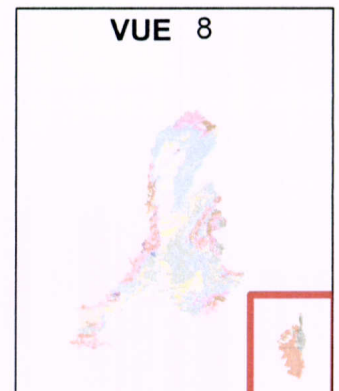
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

Fond géochimique identifié pour :

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Objectif du programme d'acquisition :

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



Annexe 3

CV de reproductibilité de la profession "laboratoires accrédités analystes de l'eau", extraits des essais AGLAE

| ELEMENTS | NIVEAUX DE CONCENTRATIONS (µg/L) | CV _R *de la profession (%) |
|----------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Al | 20 | 40 |
| | 100 | 15 |
| | 400 | 14 |
| Cd | 2.5 | 20 |
| | 5 | 12 |
| | 10 | 10 |
| | 20 | 10 |
| Cr | 10 | 15 |
| | 20 | 13 |
| | 50 | 10 |
| Fe | 100 | 12 |
| | 200 | 10 |
| | 400 | 7 |
| Mn | 40 | 12 |
| | 100 | 9 |
| | 400 | 8 |
| Ni | 10 | 20 |

Définition d'un programme d'acquisition de données pour le fond géochimique en éléments traces

| | | |
|----|-----|-----|
| | 20 | 15 |
| | 50 | 10 |
| Pb | 10 | 10 |
| | 20 | 12 |
| | 50 | 13 |
| Zn | 100 | 7 |
| | 200 | 6.5 |
| | 400 | 6.4 |
| As | 5 | 20 |
| | 10 | 15 |
| | 20 | 14 |
| Hg | 1 | 17 |
| | 2 | 13 |
| | 10 | 12 |
| Se | 10 | 20 |
| | 20 | 20 |
| | 40 | 20 |
| Ba | 70 | 13 |
| | 100 | 11 |
| | 150 | 10 |
| B | 100 | 20 |
| | 200 | 10 |
| | 400 | 5 |
| Cu | 50 | 7 |
| | 100 | 9 |
| | 150 | 10 |

Définition d'un programme d'acquisition de données pour le fond géochimique en éléments traces

| | | |
|----|-----|----|
| Ag | 5 | 30 |
| | 10 | 25 |
| | 20 | 20 |
| Sb | 15 | 17 |
| | 20 | 15 |
| | 40 | 12 |
| F | 100 | 20 |
| | 200 | 15 |
| | 500 | 12 |

Calculs à partir de la norme NF ISO 5725

* CV_R : Coefficient de Variation de reproductibilité

$$CV_R = 100 * 100 * sR / M$$

- la moyenne globale M pour l'ensemble des laboratoires ayant participé à l'analyse
- l'écart-type de reproductibilité sR



Géosciences pour une Terre durable

brgm

**Centre scientifique et technique
Service EAU**

3, avenue Claude-Guillemain
BP 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34