

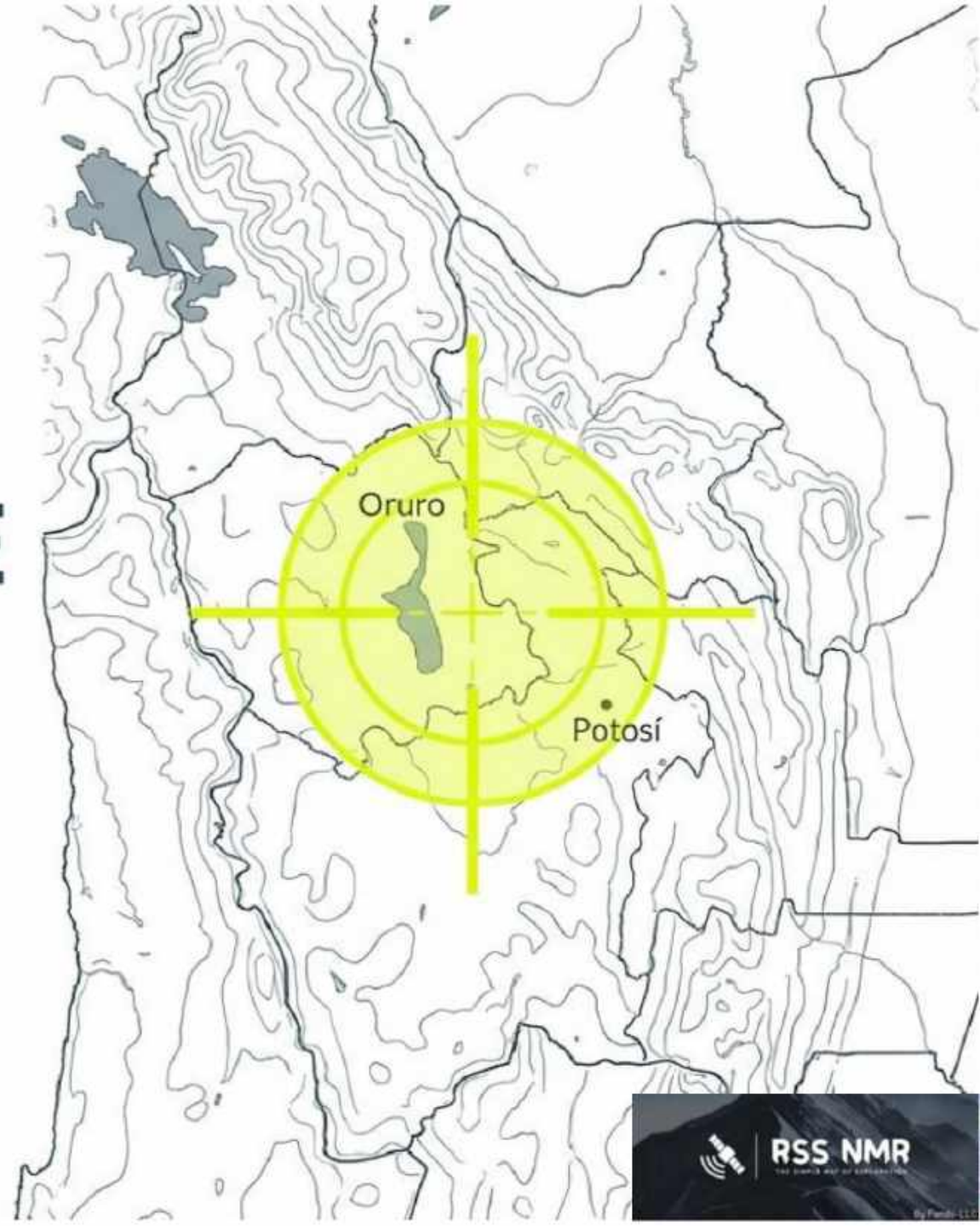


FANDS-LLC
Inteligencia
Económica
Proactiva

ÉTUDE COMPLÉMENTAIRE : PLAN D'EXPLORATION RAPIDE DE L'URANIUM EN BOLIVIE

Application du modèle « Macusani-like »
pour le criblage des ignimbrites andines

Auteur : Michel L. Friedman (DESTOM Chartered 67/11)
Entité : FANDS-LLC / Inteligencia Económica Proactiva
Date : 10 Février 2026



SYNTHÈSE EXÉCUTIVE : UN NOUVEAU PRISME POUR L'EXPLORATION ANDINE

ARGUMENTATION

Le Défi

L'exploration de l'Uranium dans l'Altiplano est complexe en raison des volumes massifs d'ignimbrites stériles.

La Solution

L'application du modèle péruvien « Macusani » (Macusani-like) agit comme un filtre géologique précis.

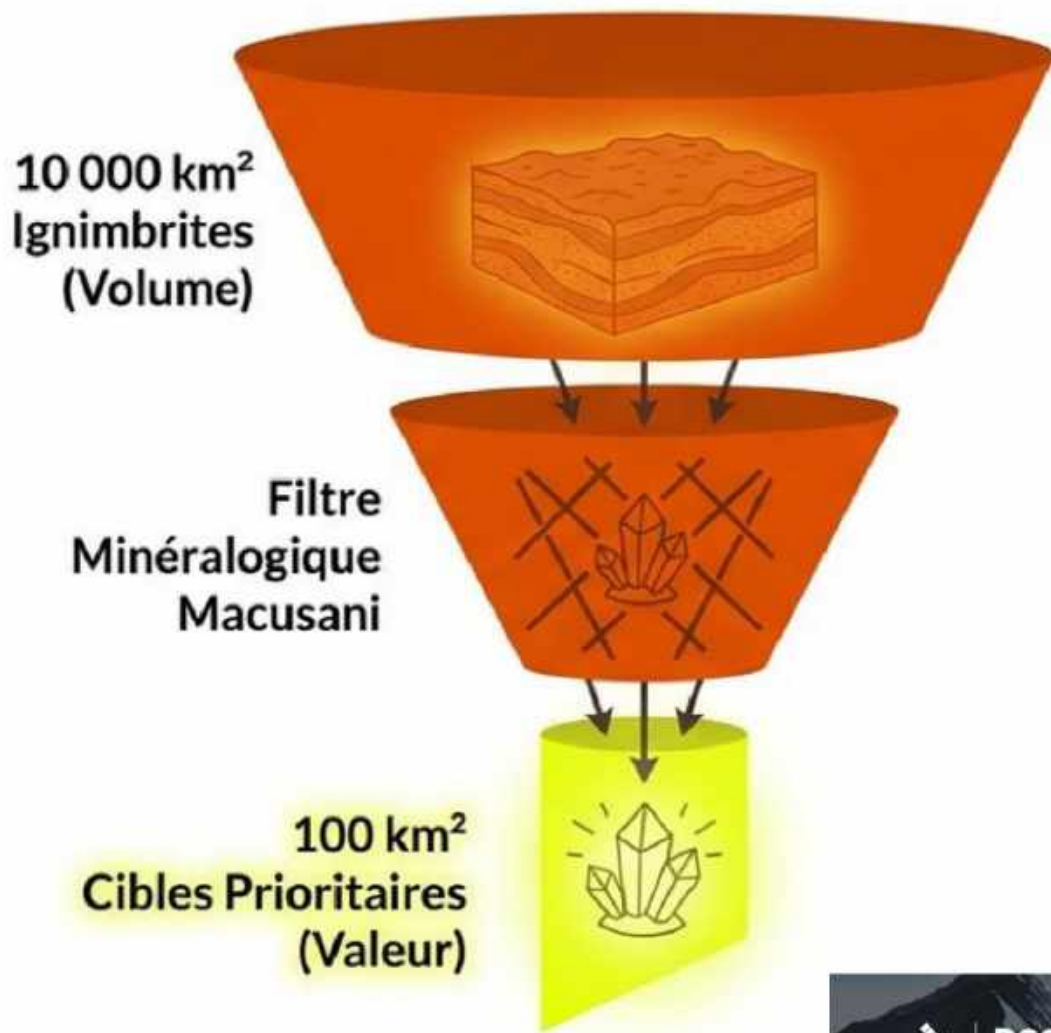
Le Marqueur Clé

La distinction entre roches « Peralumineuses » (fertiles) et « Méta-alumineuses » (stériles) est le facteur critique de succès.

L'Objectif

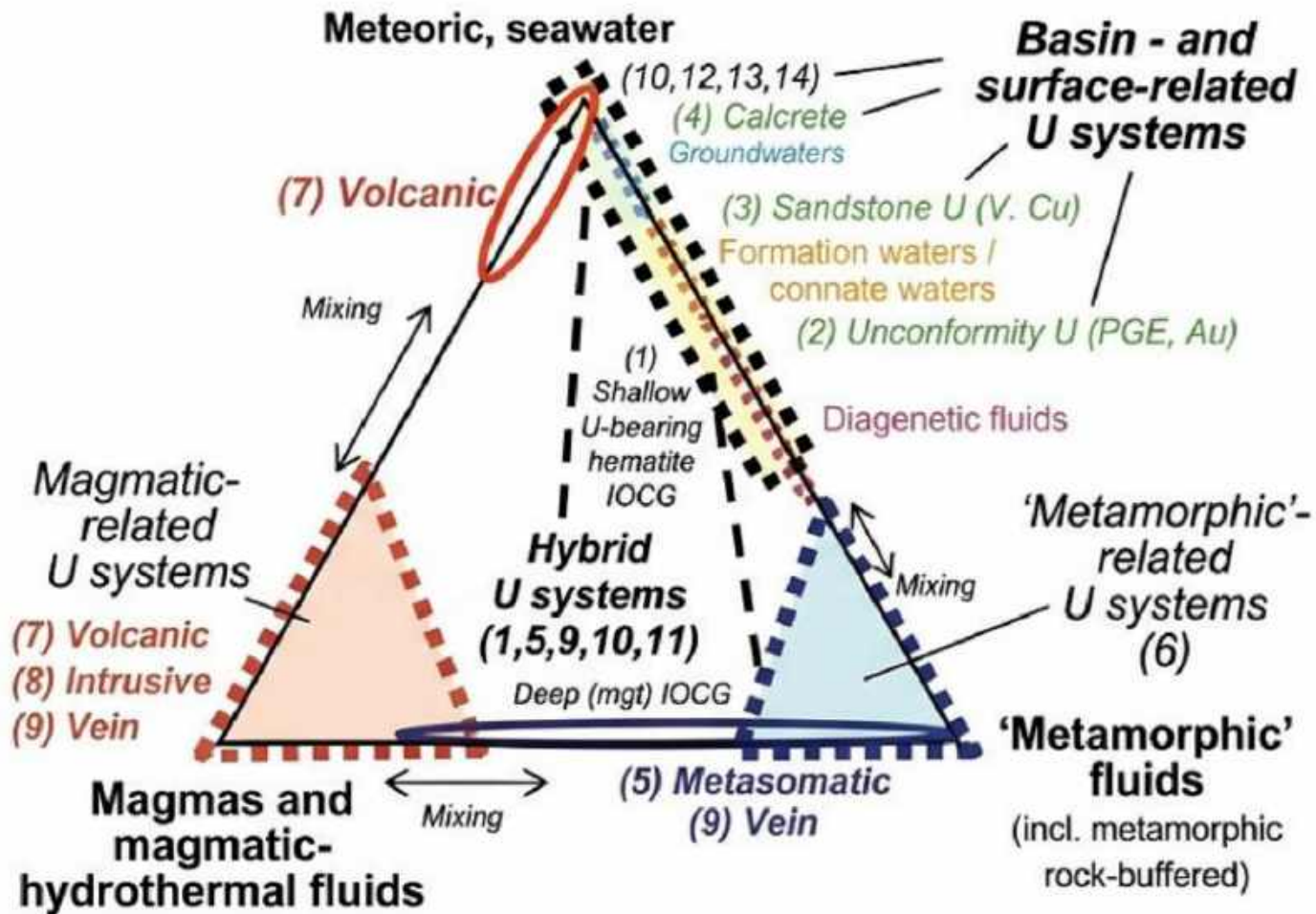
Un plan de criblage rapide et économique (Low-cost) pour réduire la zone de recherche de 10 000 km² à 100 km², en ciblant spécifiquement le district de Los Frailes / Cotaje.

SYNTHÈSE



LE MODÈLE DE RÉFÉRENCE : L'ANOMALIE MACUSANI

Uranium mineral systems and fluids

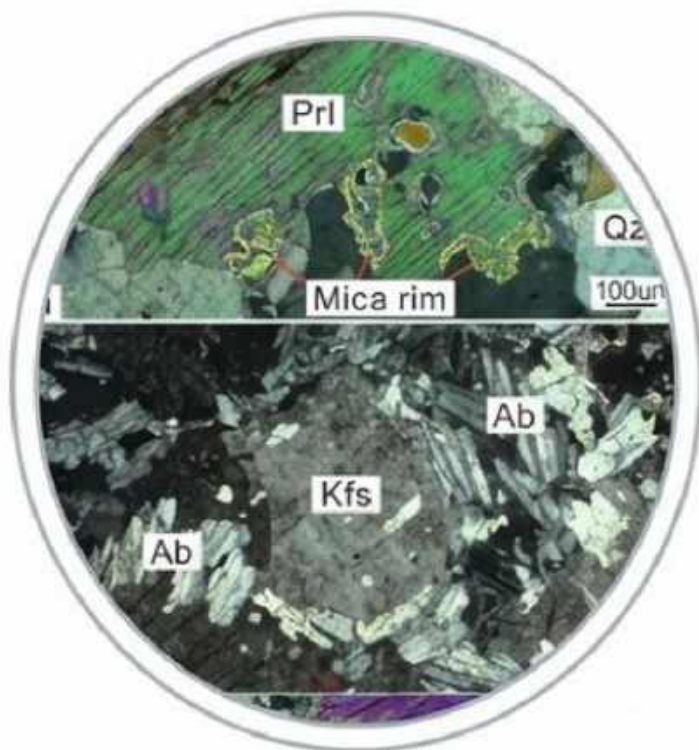


Macusani (Pérou) est un système « hybride » volcano-sédimentaire, distinct des modèles classiques (Athabasca, Roll-front).

Caractéristiques Clés

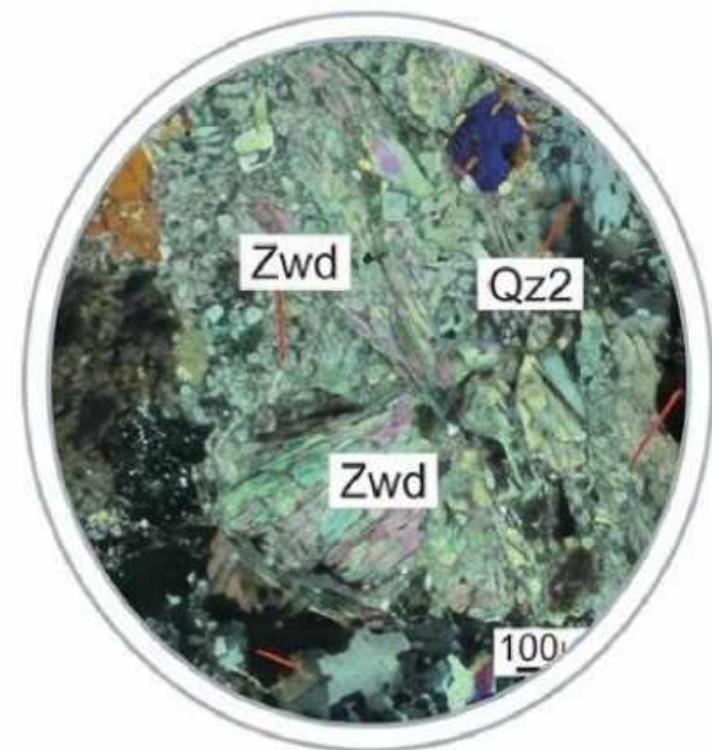
- **Environnement** : Système oxydé supergène (précipitation de U sous forme U(VI)).
- **Hôte** : Tufs et ignimbrites rhyolitiques acides.
- **Minéralogie** : Dominance absolue de la Méta-autunite (phosphates d'uranyle) sur la pechblende/uraninite.

LES MARQUEURS MINÉRALOGIQUES : LA SIGNATURE « MACUSANI-LIKE »



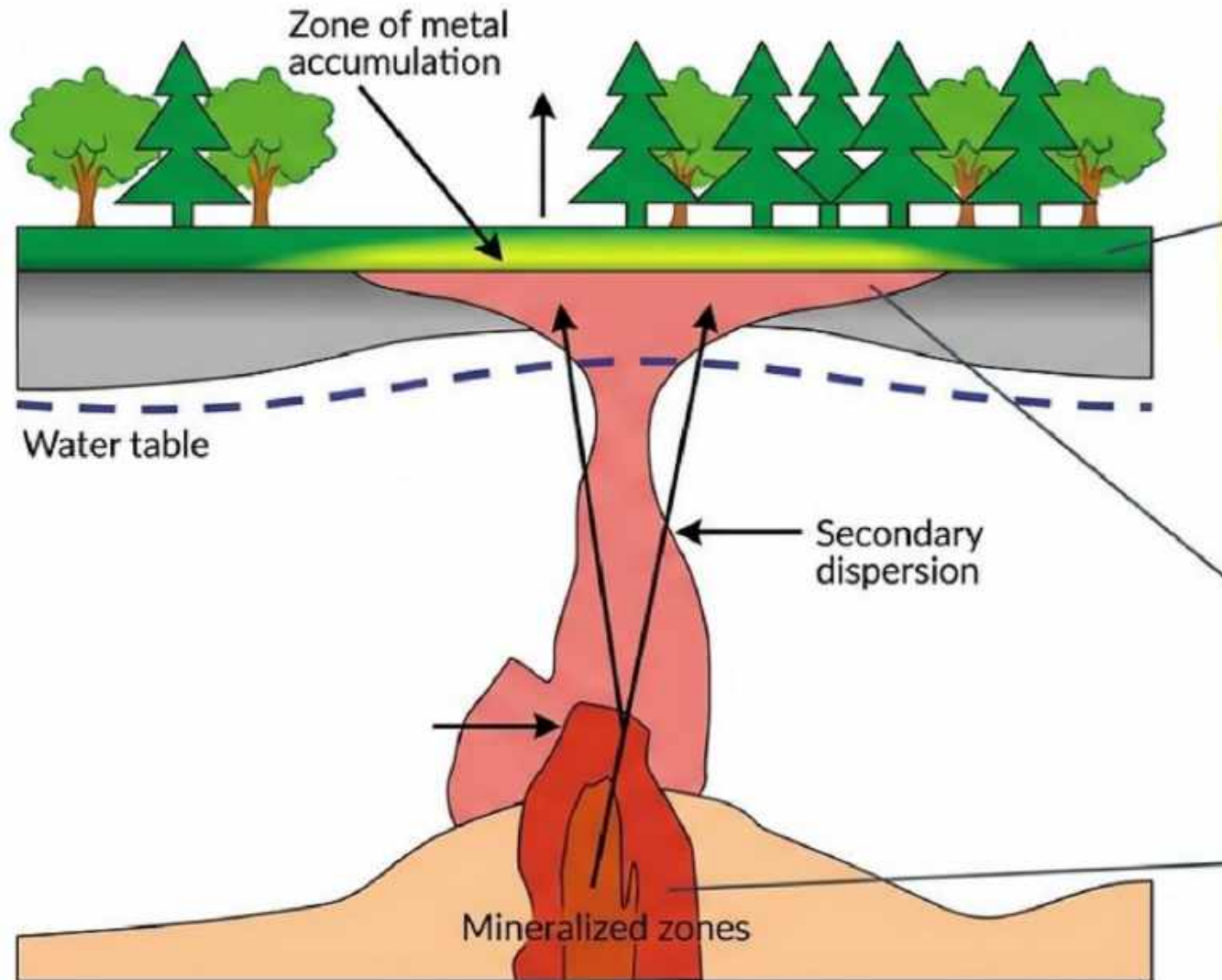
Structure "Mica Rim"
(Signature Peralumineuse)

Marqueurs Positifs (Macusani)	Marqueurs Négatifs (Dépôts Classiques)
<p>Minéraux Index : Tourmaline (Schorl-Dravite), Andalousite, Muscovite, Muscovite.</p>	<p>Absence de halos sulfureux massifs (Pyrite massive).</p>
<p>Signification : Indiquent un caractère Peralumineux ($A/CNK > 1.1$) et des fluides riches en Bore/Fluor.</p>	<p>Absence de Chlorite dominante ou de Carbonates de fer.</p>
<p>Cibles Économiques : Méta-autunite, Weeksite (Minéraux jaunes/verts de surface).</p>	<p>Altération : Argillicité avancée (Kaolinite-Quartz) plutôt que Chloritisation.</p>



Texture Zinnwaldite-Quartz
(Faciès Spécialisé)

LE MODÈLE DE ZONATION : DE LA SOURCE AU GISEMENT



Stade 3 : Supergène (La Cible Économique)

Enrichissement de surface (0-50m).
Oxydation acide : Formation de Méta-autunite.
C'est la zone exploitable par lixiviation (ISL).

Stade 2 : Syn-Ore (Remobilisation Hydrothermale)

Veines de Quartz-Albite-Tourmaline. Mobilisation de l'Uranium (Coffinite) via fractures (150-250°C).

Stade 1 : Pré-Ore (Héritage Magmatique)

Ignimbrites rhyolitiques peralumineuses. Verre riche en U (>10 ppm). Présence de phénocristaux de Tourmaline/Andalousite.

CRIBLAGE DE L'ALTIPLANO : LE FILTRE LITHOLOGIQUE

Contexte :

- L'Altiplano bolivien (Oruro-Potosí-La Paz) contient des volumes immenses ($>1000 \text{ km}^3$) d'ignimbrites du Miocène (10-6 Ma).

Le Problème :

- Volume \neq Valeur.
La majorité est stérile.

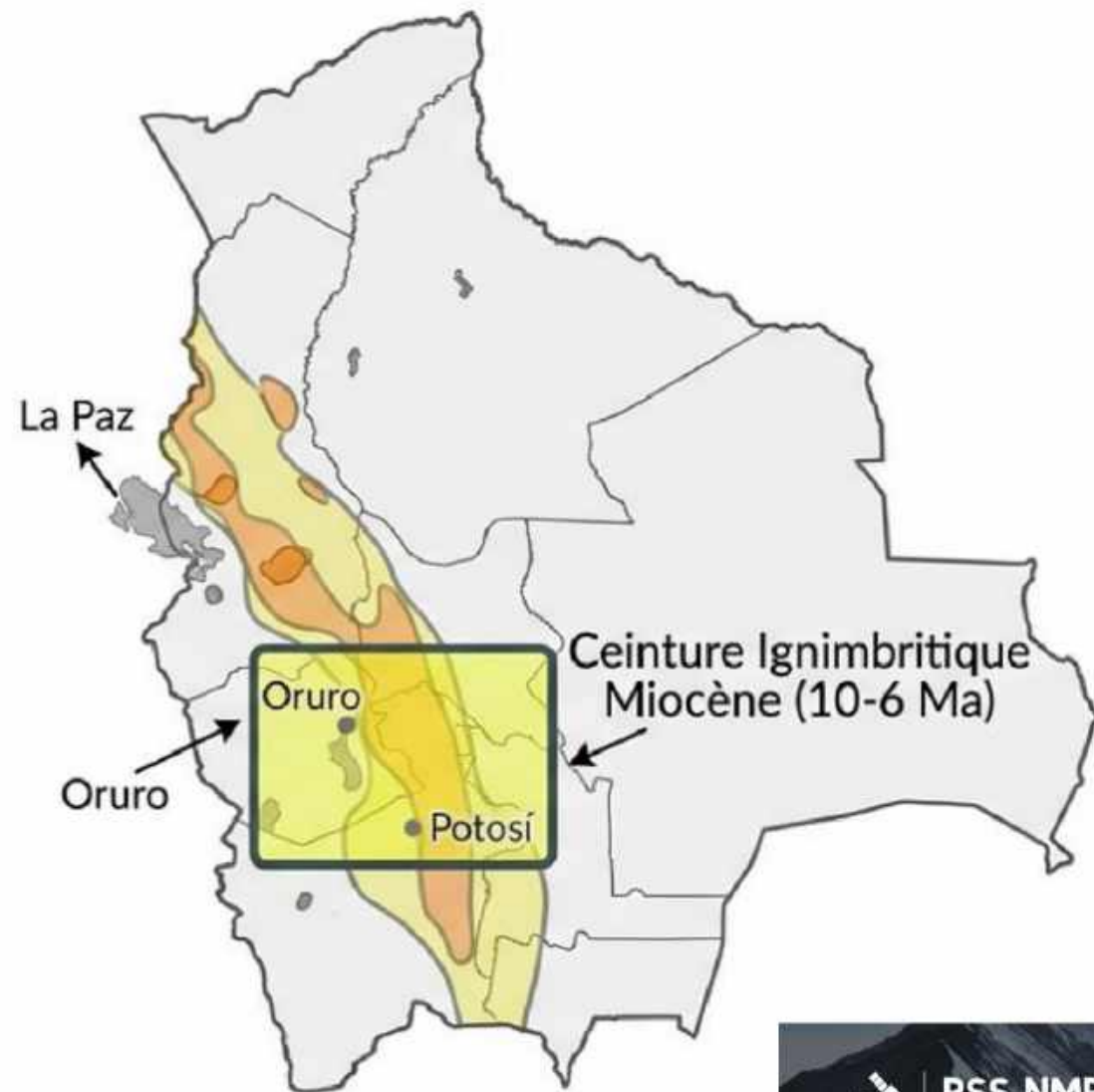
La Règle de Criblage :

REJETER (Stérile) :

- Andésites, Basaltes
- Rhyolites Méta-alumineuses (Biotite-Amphibole)

CIBLER (Fertile) :

- Rhyolites Peralumineuses
- Indicateurs : Muscovite et Tourmaline magmatique



CAS D'ÉTUDE A : PASTOS GRANDES (LA FAUSSE PISTE)

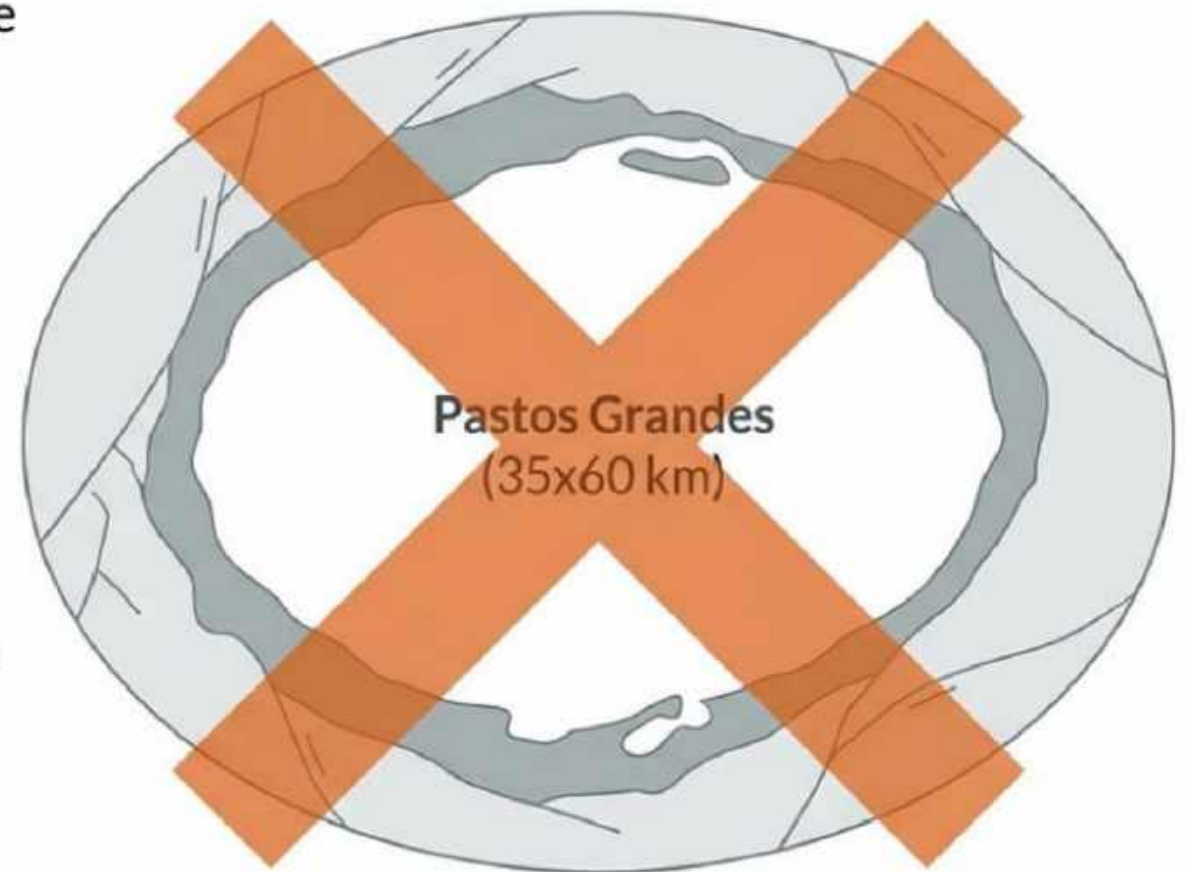
- **Observation** : Caldeira massive, âge Miocène similaire à Macusani.

VERDICT DU MODÈLE : **NÉGATIF**

L'Analyse Minéralogique :

- **Magmatisme** : Méta-alumineux (Dominance Biotite-Amphibole-Plagioclase).
- **Absence** : Pas de Tourmaline ou Muscovite dominante (signatures peralumineuses manquantes).
- **Minéralisation** : Altération propylitique (Chlorite-Épidote) et système polymétallique (Sn-W), mais aucune minéralisation Uranium significative.

Conclusion : Une cible géologique tentante mais chimiquement stérile pour l'Uranium « Macusani-like ».



CAS D'ÉTUDE B : LOS FRAILES & COTAJE (LA CIBLE PRIORITAIRE)

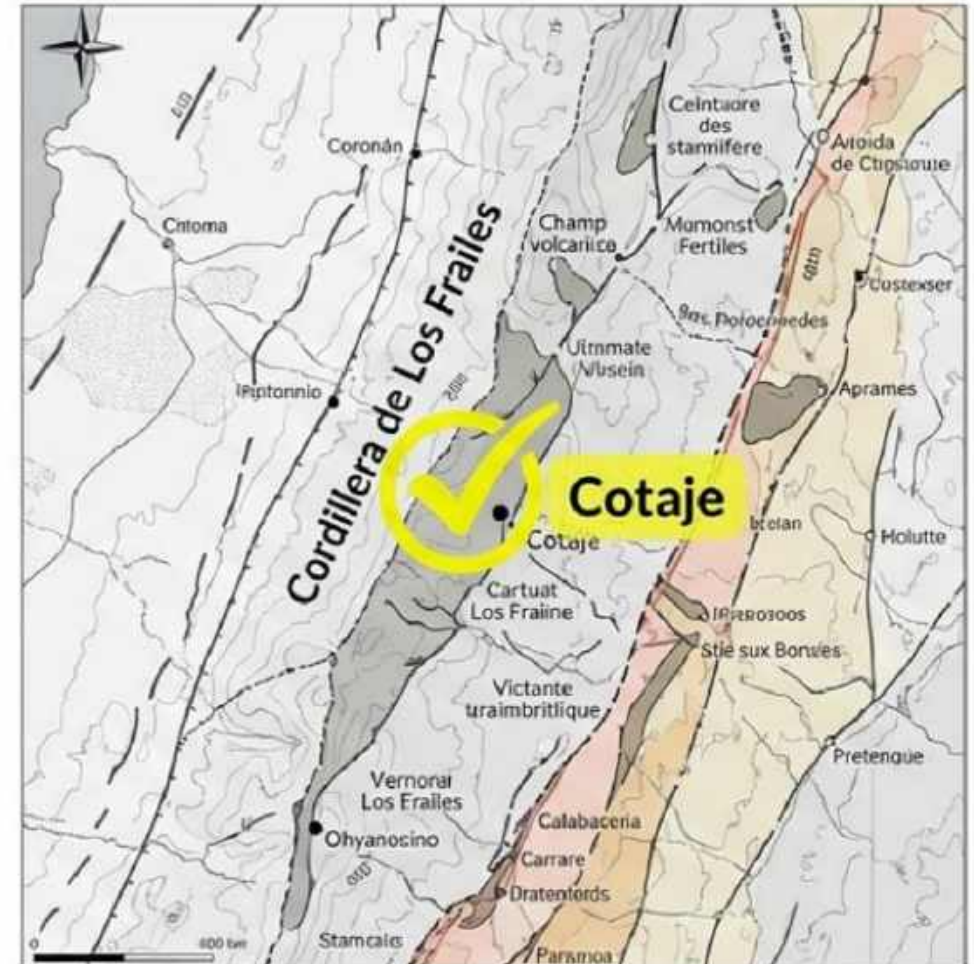
Observation : Champ volcanique ignimbritique (25-20 Ma) dans la ceinture stannifère.

VERDICT DU MODÈLE : POSITIF

Preuves de Fertilité :

- **Chimie :** Rhyodacites peralumineuses.
- **Historique :** Gisement de Cotaje découvert en 1970 (COBEAN).
- **Production :** Production expérimentale de Yellowcake (60% pureté) dans les années 70-80.
- **Association :** Polymétallique (Sn-Ag-U), typique des fluides boronés fertiles.

Activité Actuelle : Reprise de l'exploration (Intérêt Rosatom / Uranium One Group).

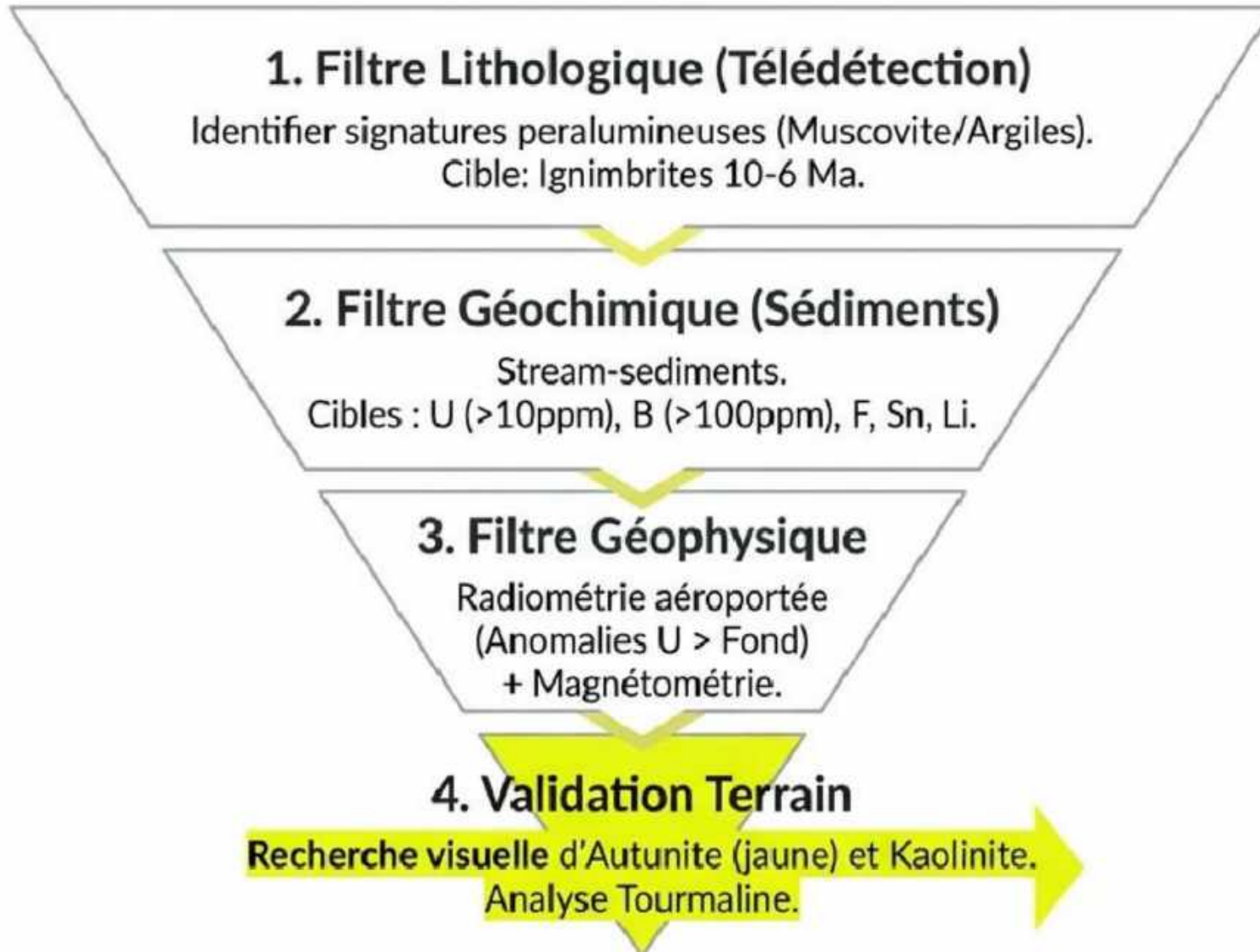


MATRICE COMPARATIVE : PÉROU VS. BOLIVIE

	Macusani (Référence)	Pastos Grandes (Exclu)	Los Frailes / Cotaje (Cible)
Magma	Rhyolite Peralumineuse	Méta-alumineux (K-Riche)	Rhyodacite Peralumineuse
Phénocristaux	Muscovite-Tourmaline- Andalousite	Biotite-Amphibole	Biotite-Tourmaline- Quartz
Altération	Kaolinite-Quartz	Chlorite-Séricite (Sn-W)	Quartz-Séricite-Pyrite
Uranium	Méta-autunite (U oxydé)	Traces U faibles/nulles	Uraninite/Autunite (Historique prouvé)

Insight : La corrélation entre « Magma Peralumineux » et « Fertilité Uranium » est absolue.

STRATÉGIE D'EXPLORATION : LE CRIBLAGE SÉQUENTIEL



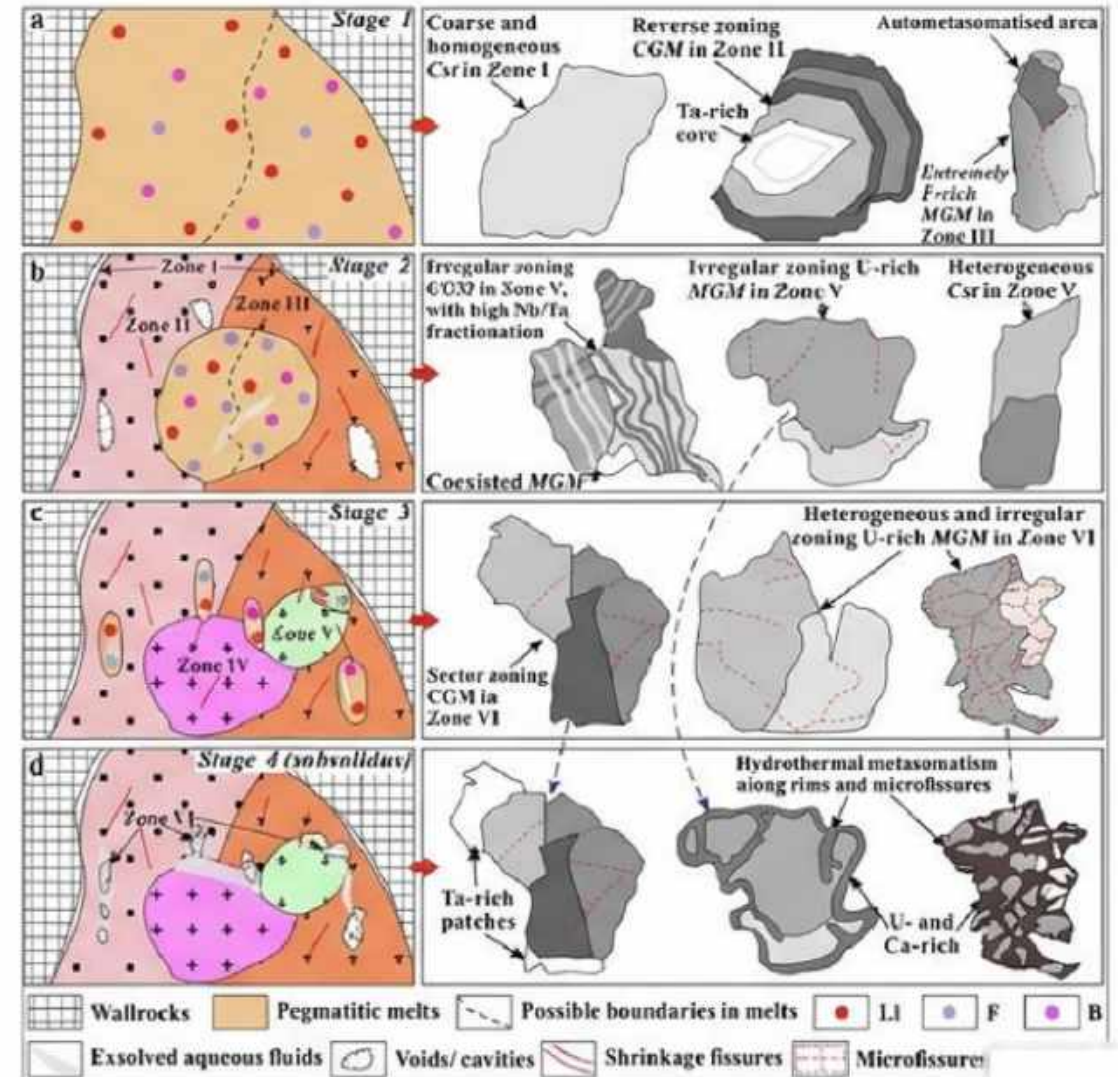
TECHNOLOGIES AVANCÉES & INNOVATION

Au-delà de la prospection traditionnelle.

RSS-NMR (Résonance Magnétique) :
Pour le criblage rapide des anomalies de subsurface.

Chimie de la Tourmaline :
Utilisation de la Tourmaline (LA-ICP-MS) comme vecteur vers le minerai (traces U, Sn, $\delta^{11}\text{B}$).

Réinterprétation Radiométrique :
Traitement moderne des données existantes pour isoler les signatures « Macusani ».



SYNERGIES ÉCONOMIQUES : LE NEXUS LITHIUM-URANIUM



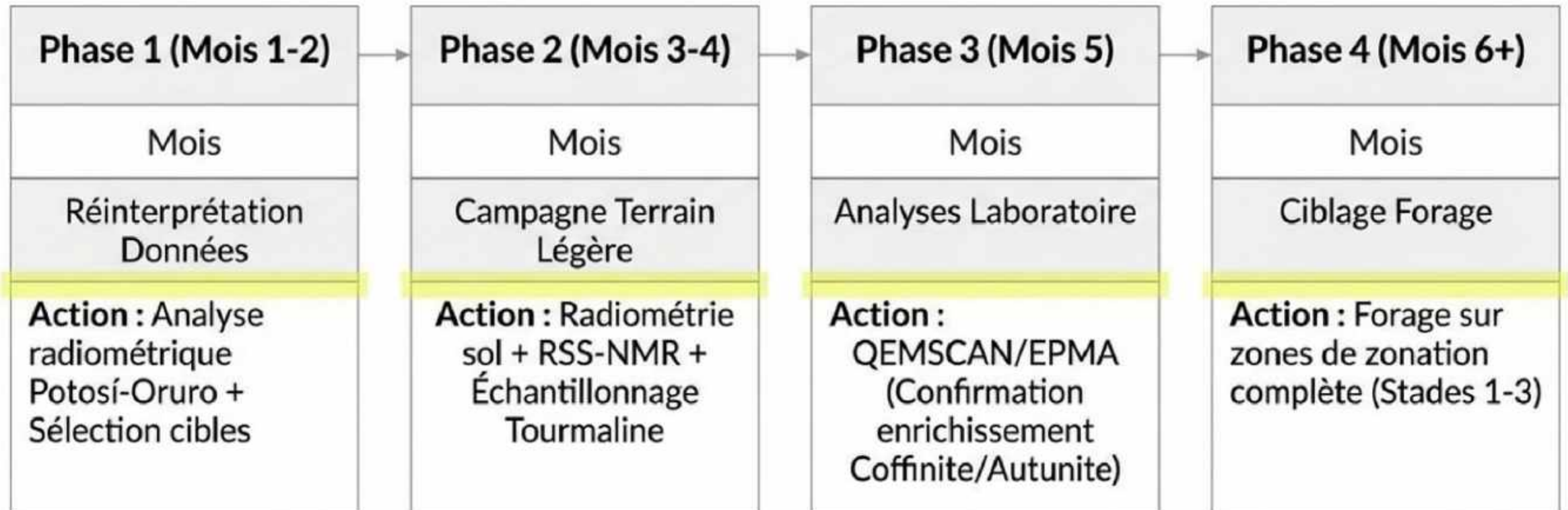
Concept : Proximité géographique entre les Ignimbrites (Los Frailes) et les Salars (Uyuni).

Opportunités :

- **Géologie :** Extension potentielle des anomalies U (> 100 000 ha) vers les marges du Salar d'Uyuni.
- **Logistique :** Mutualisation des infrastructures énergétiques et routières.
- **Chimie :** Fluides boronés communs aux systèmes Li (Salars) et U (Macusani-like).

Note : Rosatom explore déjà ces synergies (Li-U).

FEUILLE DE ROUTE OPÉRATIONNELLE



CONCLUSION & RECOMMANDATIONS

Le modèle « Macusani-like » offre un raccourci scientifique vers la découverte en Bolivie.

Priorité Absolue

➔ ✓ Autunite Yellow

District Los Frailes /
Cotaje (Analogues
prouvés).

À Éviter

⚠ Warning Oxide

Ignimbrites de Pastos
Grandes (Risque stérile
élevé).

Action Immédiate

🕒 Autunite Yellow

Lancer le criblage
radiométrique et l'analyse
RSS-NMR sur les zones
cibles.

Ce filtre réduit la surface de recherche par 100, transformant 10 000 km² de roche en 100 km² de cibles à haute valeur.

MENTIONS LÉGALES & CONTACT

Contact : Michel L. Friedman

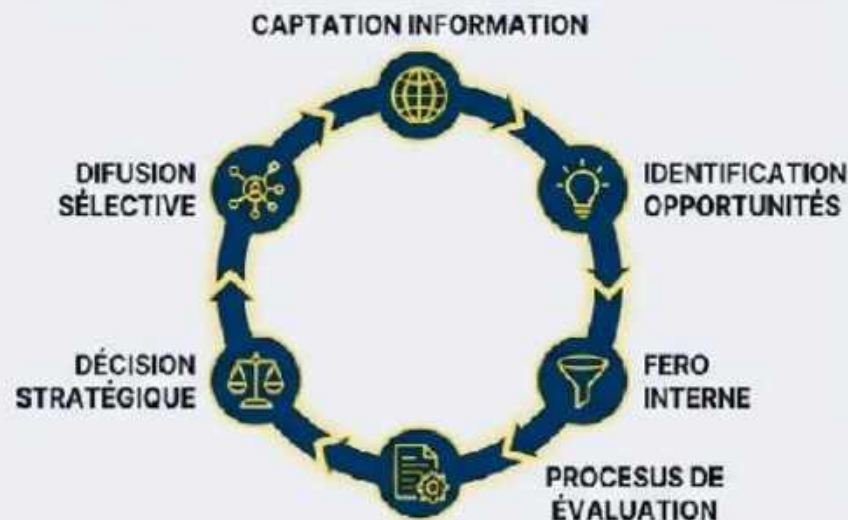
Email : michel.friedman@fands-llc.biz

WhatsApp : +591 71696657

Propriété Intellectuelle : RSS-NMR®
est une marque déposée.

© 2026 Fands-LLC.

**FANDS-LLC - Support Stratégique : Intelligence
Économique Proactive, Bureau de support et gestion.**



Clause de non-responsabilité

Les opinions, analyses et explications exprimées dans ce texte n'engagent que leur auteur, Michel Louis Friedman. Elles n'engagent en aucun cas une institution, une entreprise, un employeur ou toute autre entité. L'auteur décline toute responsabilité quant à l'utilisation ou l'interprétation de ces éléments.

- Législation sur le droit d'auteur © 11 mars 1957 Loi n° 57-298 du 11 mars 1957 relative à la propriété de la littérature et des artistes
- Copyright © 2005-2026 Fands-LLC
- Copyright © 2009-2026 Fands-LLC div. Proactive Economic Intelligence
- Tous les droits d'auteur © et les marques déposées ® sont conformes à la loi américaine sur le droit d'auteur de 1976 et à ses amendements ultérieurs, ainsi qu'aux lois connexes contenues dans le titre 17 du Code des États-Unis.
- Tous les droits des États-Unis, © et les marques déposées ® sont conformes à la législation en vigueur.
- Patents and Trademarks (December 12, 1980) <https://www.copyright.gov/>





Voyez ce que les autres ne voient pas.

L'exploration n'a plus à être un pari. C'est désormais une science de la détection. Contactez-nous pour appliquer la puissance de la détection directe à vos territoires.

