

Caractérisation des aquifères de socle par la résistivité électrique. Pratique de l'implantation des forages et perspectives d'amélioration au Bénin.

Allé, C.^{1,2}; Descloitres, M.²; Vouillamoz, J.-M.²; Yalo, N.¹; Lawson, M.^{1,2}; Adihou, C.¹

(¹ Université d'Abomey-Calavi/Institut National de l'Eau, ² IRD/UJF-Grenoble-1/CNRS/G-INP – UMR LTHE)

Introduction

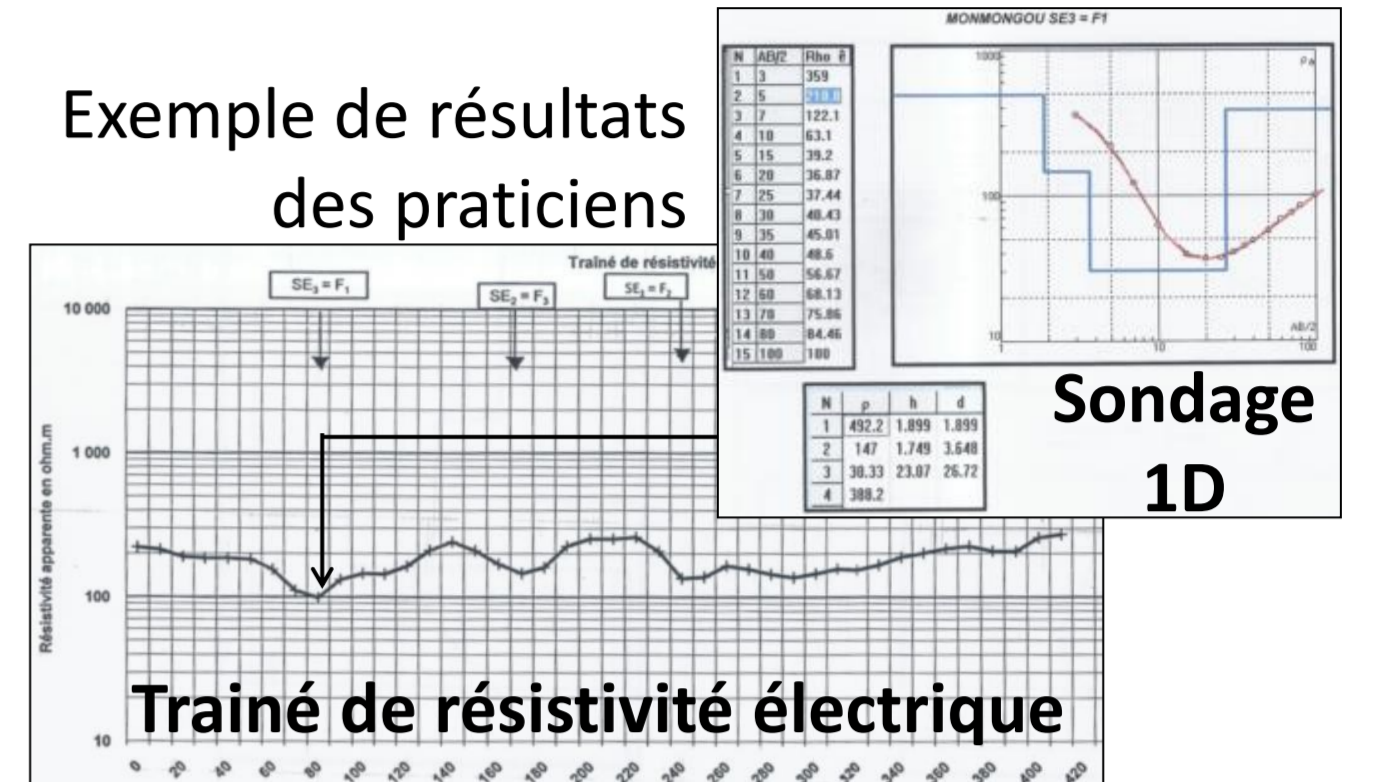
→ Les roches de socle constituent plus de 40% de la superficie de l'Afrique et 80% du Bénin.



→ Le taux d'échec des forages au Bénin est de 40%. (Vouillamoz et al., 2014) → pertes financières et ralentissement de la desserte en eau potable.



→ L'implantation des forages est faite par prospection géophysique (trainé + sondage 1D de résistivité électrique) après photo-interprétation.



Question : La pratique de prospection (trainé + sondage 1D) peut-elle être un des facteurs qui expliquerait les 40% de taux d'échec des forages au Bénin ?

Méthodologie

→ Réalisation de diagraphie de résistivité sur 6 sites (Fig.1) pour vérifier si la résistivité est un paramètre capable de discriminer les différents compartiments hydrogéologiques (Zone altérée: ZA, Zone fissurée altérée: ZFA, et Socle: S). La résistivité discrimine bien les différents compartiments (Fig. 2).

→ Représentation de modèles synthétiques simplifiés de différentes situations du sous-sol afin de déterminer les situations qui, en trainé, pourraient conduire à une mauvaise implantation de forage, et celles où il est intéressant de forer.

- Les résistivités affectées aux différents compartiments des modèles ont été déduites des médianes de résistivités par compartiments sur les six sites. (ZA, ZFA et S ont respectivement 150, 800 et 8000 ohm.m).

- L'épaisseur de chaque compartiment (géométrie 1D, Fig. 3) a été obtenue par une statistique faite sur 2122 forages (Vouillamoz et al., ce colloque).

- Les différentes situations du sous sol (catégories de structures 2D, Fig. 3) ont été inspirées du modèle hydrogéologique de Lachassagne et al., 2011.

→ Modélisation synthétique (Fig. 4) permettant de comparer traînés, sondages électriques et images de tomographie 2D de résistivité (ERT).

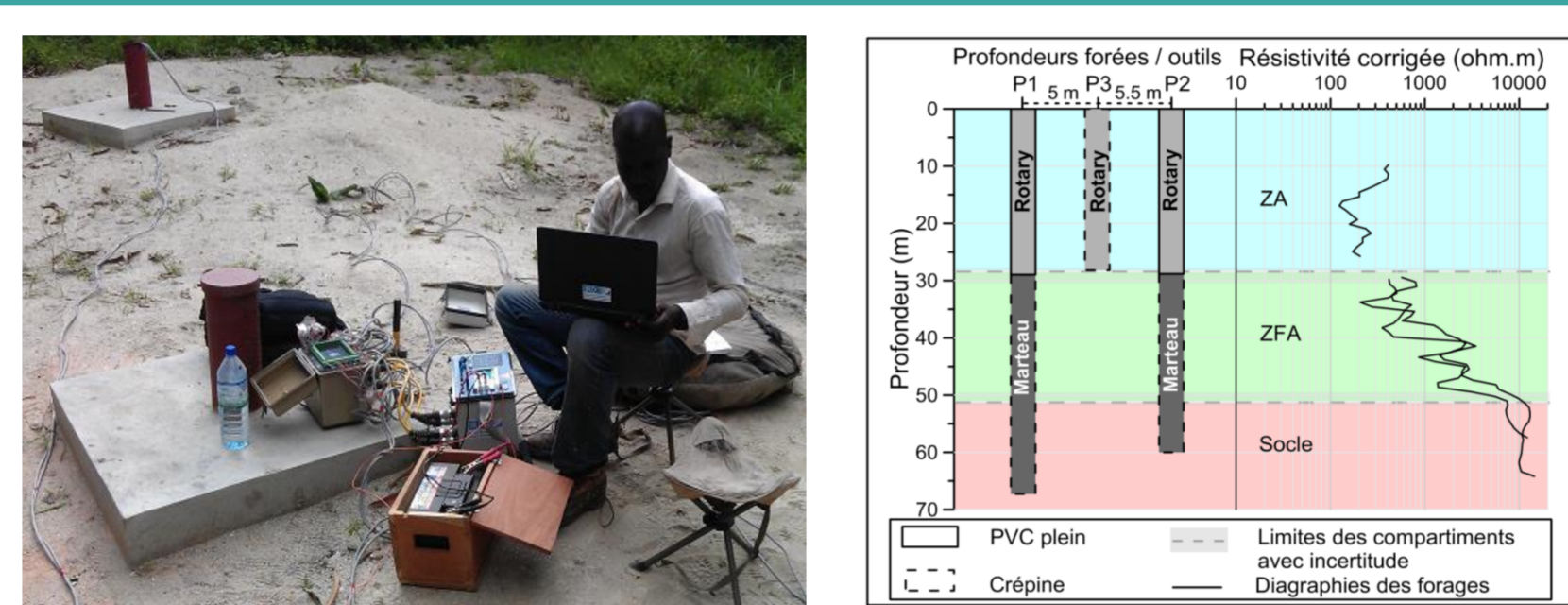


Figure 1: Réalisation de diagraphie (site F68) Figure 2: Diagraphies et profondeurs forées par outils (site F68)

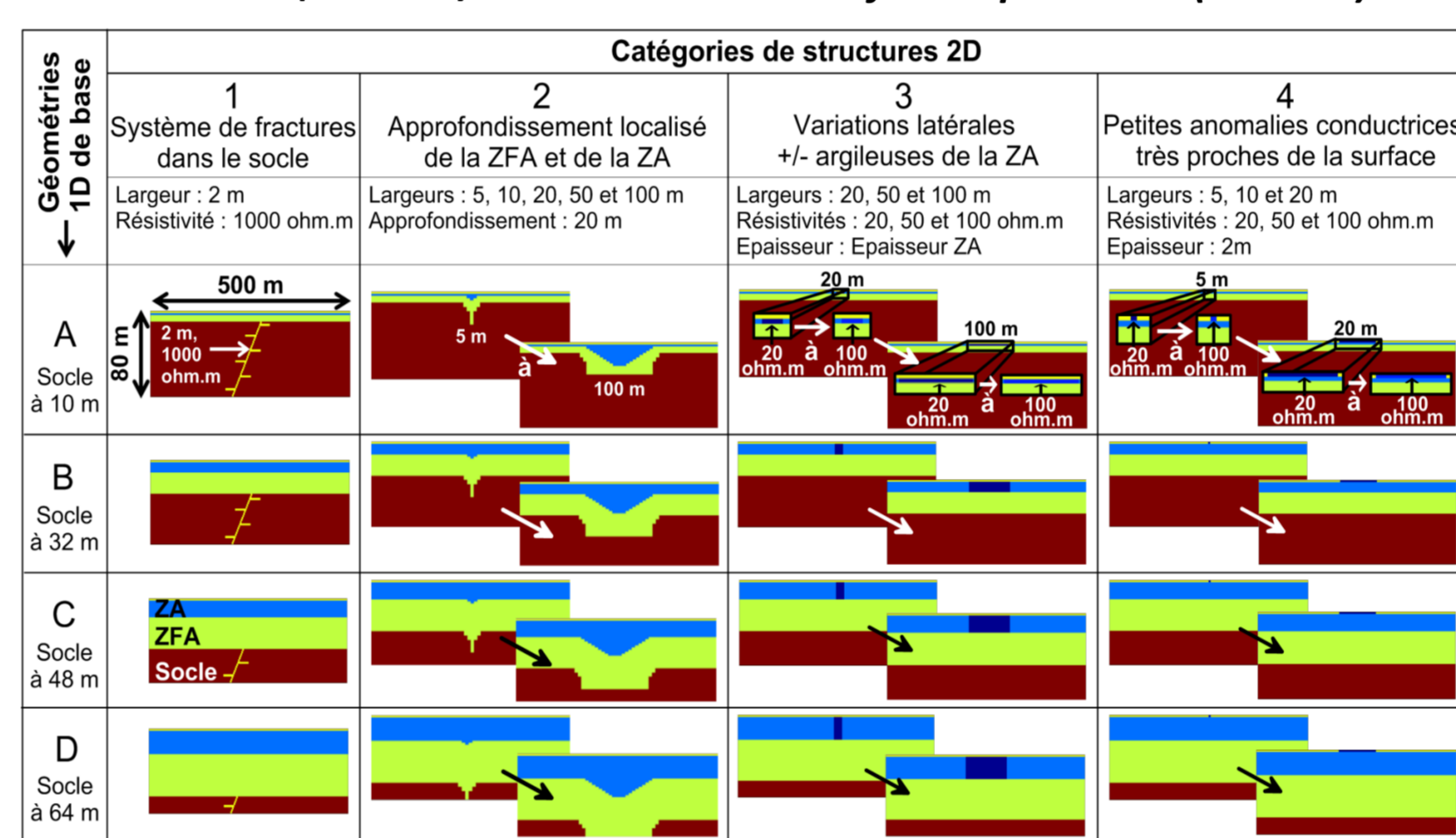


Figure 3: Présentation des modèles synthétiques utilisés.

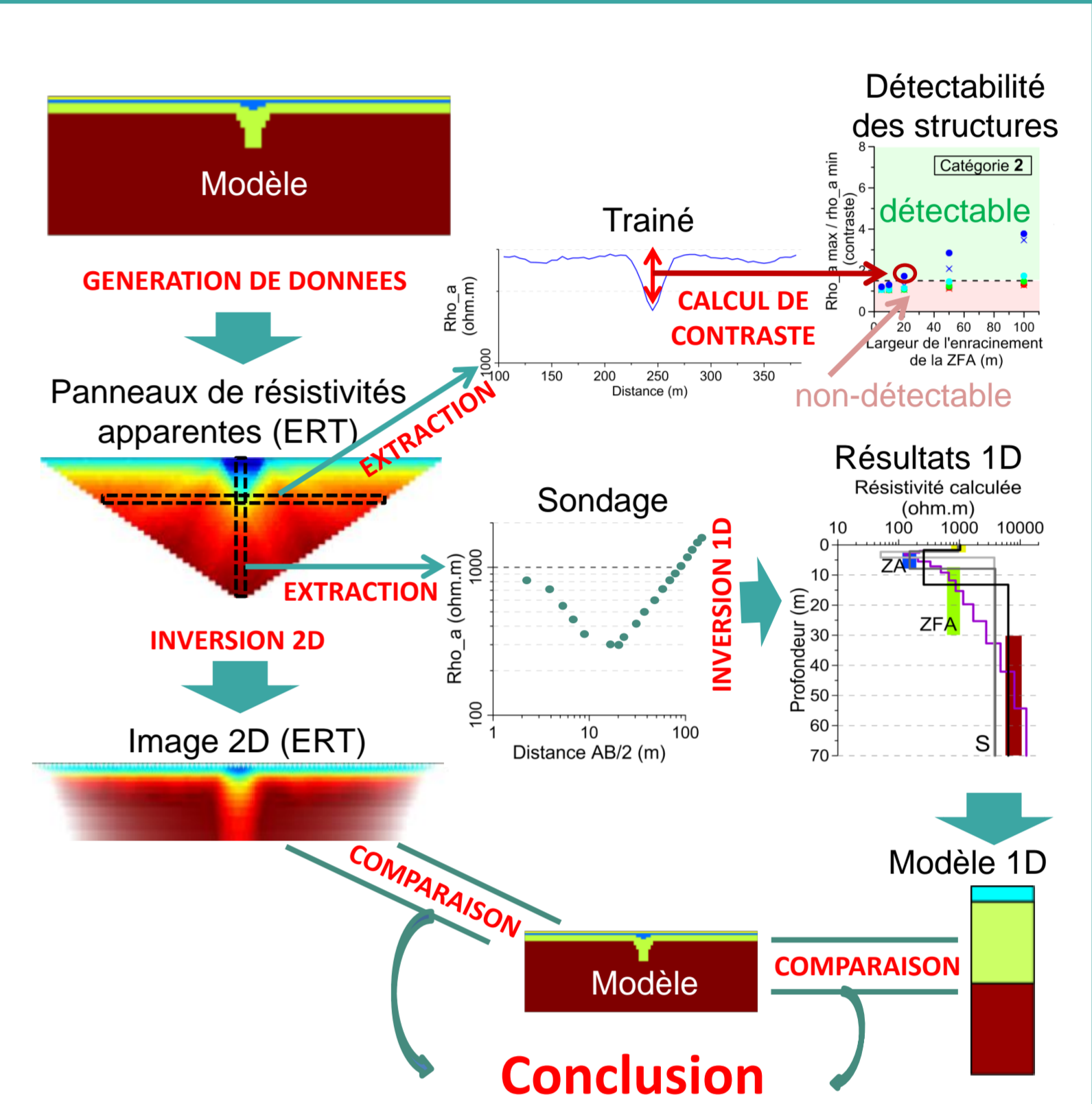
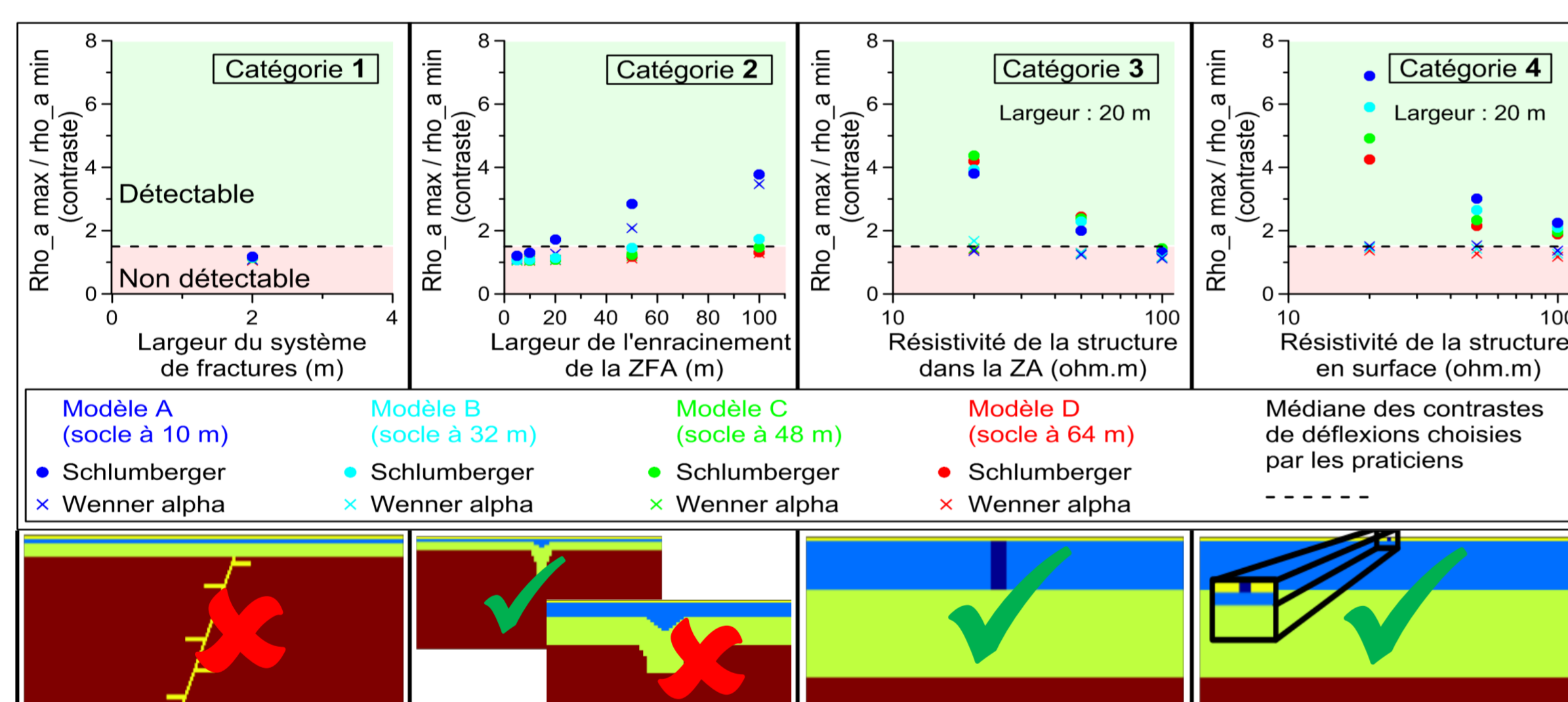


Figure 4: Schéma descriptif du processus de modélisation.

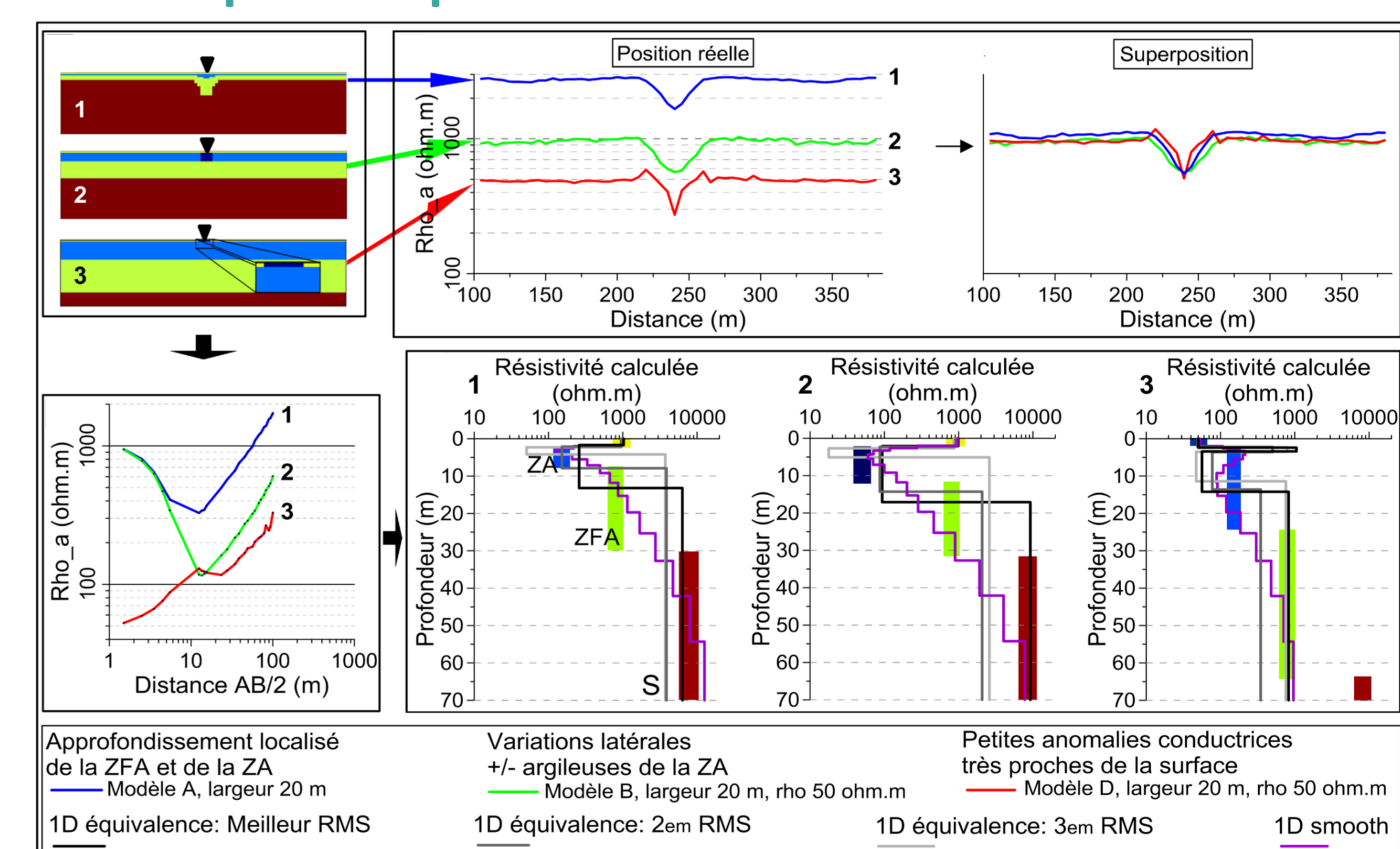
Résultats

1. Détectabilité des structures avec les traînés



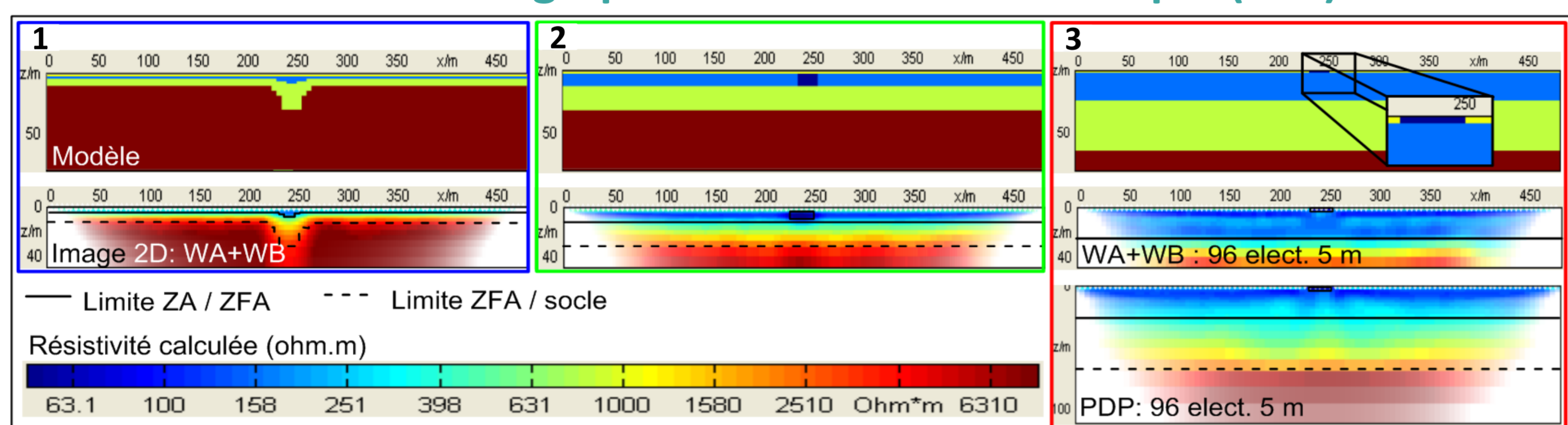
→ Les structures intéressantes profondes ne sont pas détectées.
→ Les structures superficielles non intéressantes (argiles) sont détectées et pourraient être choisies comme points d'implantation des forages.

2. Exemples d'équivalence en trainé et limites des sondages électriques



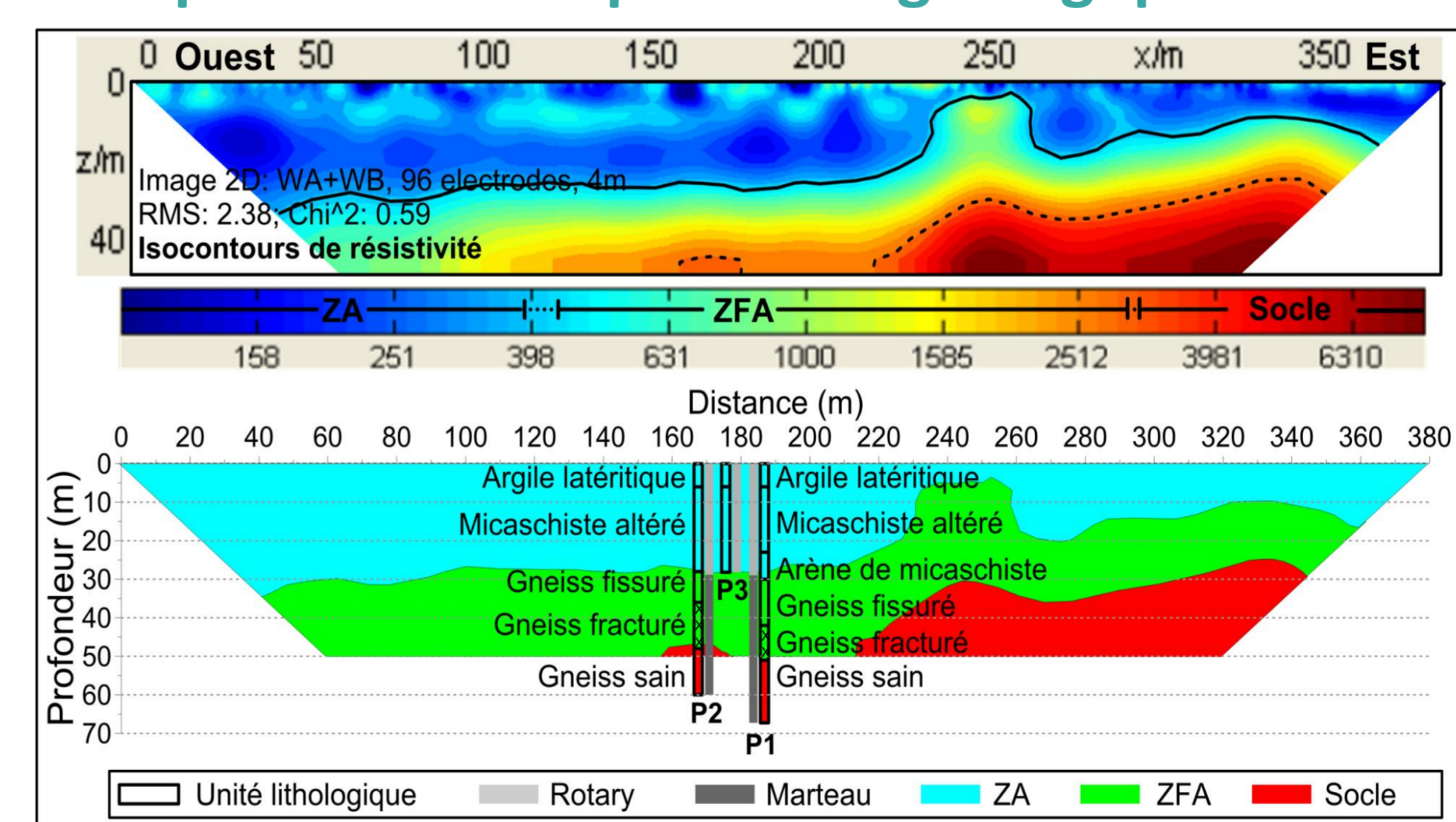
→ Plusieurs structures peuvent donner les mêmes traînés.
→ Les sondages 1D sous-estiment l'épaisseur ZA+ZFA et n'identifient pas bien les différentes structures.

3. Résolution de la Tomographie de Résistivité Electrique (ERT)



→ Quelles que soient les structures, elles sont correctement identifiées, sauf très profondes (> 60m).
→ La résistivité des compartiments est bien calculée, le pole-dipôle permet 100 m de pénétration.

4. Exemple d'une interprétation géologique sur un des sites tests



→ L'efficacité de l'ERT est vérifiée pour la ZA et ZFA mais les fractures isolées vues par le foreur ne sont pas détectées.

Conclusion et perspectives

→ Les traînés et les sondages électriques 1D peuvent conduire à des implantations erronées à cause d'équivalences provoquées notamment par des structures argileuses dans la ZA ou proches de la surface. L'ERT permet une meilleure résolution des structures et des compartiments hydrogéologiques.

→ Quelle que soit la méthode, les systèmes de fracture isolés sont la plupart du temps indétectables lorsqu'ils ne sont pas associés à une altération environnante (cas rare en Afrique).

Pour l'implantation de forages en Afrique de socle, l'ERT est hautement recommandable alors que les mesures 1D (trainé et VES) devraient être abandonnées. L'utilisation généralisée de l'ERT conduirait probablement à améliorer les taux de succès des forages au Bénin et en Afrique de socle.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet GRIBA (Groundwater Resources In Basement rocks of Africa) financé par l'Union Africaine, l'Union Européenne et l'Institut de Recherche pour le Développement (grant AURG/098/2012). Le contenu de ce papier est la seule responsabilité des auteurs et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union Européenne ou de l'Union Africaine. Ce travail bénéficie aussi du support occasionnel du projet JEAI AQUI BENIN (IRD). Nous remercions également le LMI « Picass'eau » (IRD) pour sa contribution à notre participation au colloque.

Références

Lachassagne, P., Wyns, R., Dewandel, B., 2011. The fracture permeability of Hard Rock Aquifers is due neither to tectonics, nor to unloading, but to weathering processes. Terra Nova 23, 145-161.
Vouillamoz, J.M., Lawson, F.M.A., Yalo, N., Descloitres, M., 2014. The use of magnetic resonance sounding for quantifying specific yield and transmissivity in hard rock aquifers: The example of Benin. J. Appl. Geophys. 107, 16-24.
Vouillamoz, J.M., Tossa, A.Y.A., Chatenoux, B., Kpegli, K.A.R., 2015. Propriétés des aquifères de socle du Bénin: analyse multi-variables et multi-échelles des paramètres de contrôle. « Aquifères de socle : le point sur les concepts et les applications opérationnelles » La Roche-sur-Yon, juin 2015.