

# Caractérisation d'une source SIST dans le cadre de la détection d'indices de cavités ou de paléokarsts couverts

Florie Depuiset, Olivier Kaufmann

Service de Géologie Fondamentale et Appliquée, UMONS  
20, Place du Parc - 7000 Mons, Belgique

Florie.Depuiset@umons.ac.be (boursière FRIA), Olivier.Kaufmann@umons.ac.be

## RESUME

La notion d'aménagement du territoire recouvre la gestion de différentes thématiques (environnement, santé, cadre de vie, etc.) ainsi que celle des risques associés. La présence de cavités anthropiques, documentées ou non, ou de zones fragilisées en sous-sol peut entraîner des dommages en surface. La maîtrise de ce risque, et donc la localisation des zones concernées, représente un enjeu majeur pour sécuriser les infrastructures existantes ou en prévoir de nouvelles.

De telles zones à risques s'étendent sur une large partie de la région du Tournaisis. Des travaux antérieurs y ont montré les performances et limitations de la tomographie électrique. Une difficulté particulière concerne la détection des paléokarsts sur les sites à couverture épaisse. Afin d'améliorer la détection, d'autres méthodes géophysiques sont envisagées comme la vibrosismique.

Cette étude a pour objet la caractérisation d'une source vibrosismique d'un type particulier (Swept Impact Seismic Technique, SIST) dans le cadre de la détection de cavités. Ce type d'outils n'ayant été que peu employé dans ce but, ses possibilités et performances restent à étudier.

## CONTEXTE

La région du Tournaisis (Hainaut, Belgique) a connu de nombreux effondrements localisés. Ces derniers, de un à une dizaine de mètres de diamètre et autant de profondeur, se produisent généralement de manière brutale. Les premières traces écrites de ces phénomènes datent du vingtième siècle mais le recensement s'accélère à partir des années 1950 [Kaufmann, 2000]. Les dégâts causés aux infrastructures existantes sont suffisamment importants (cf. Fig. 1) pour que l'origine de ces effondrements soit recherchée.

Conséquences de la présence en profondeur de vides – carrière souterraine (cf. Fig. 2), couloirs paléokarstiques (cf. Fig. 3) ou grotte – se propageant dans les terrains sus-jacents, ces effondrements sont localisés mais peuvent survenir sur de larges portions du territoire. La détection des vides ou d'indices d'instabilités est donc un enjeu majeur pour la prévention des risques liés.

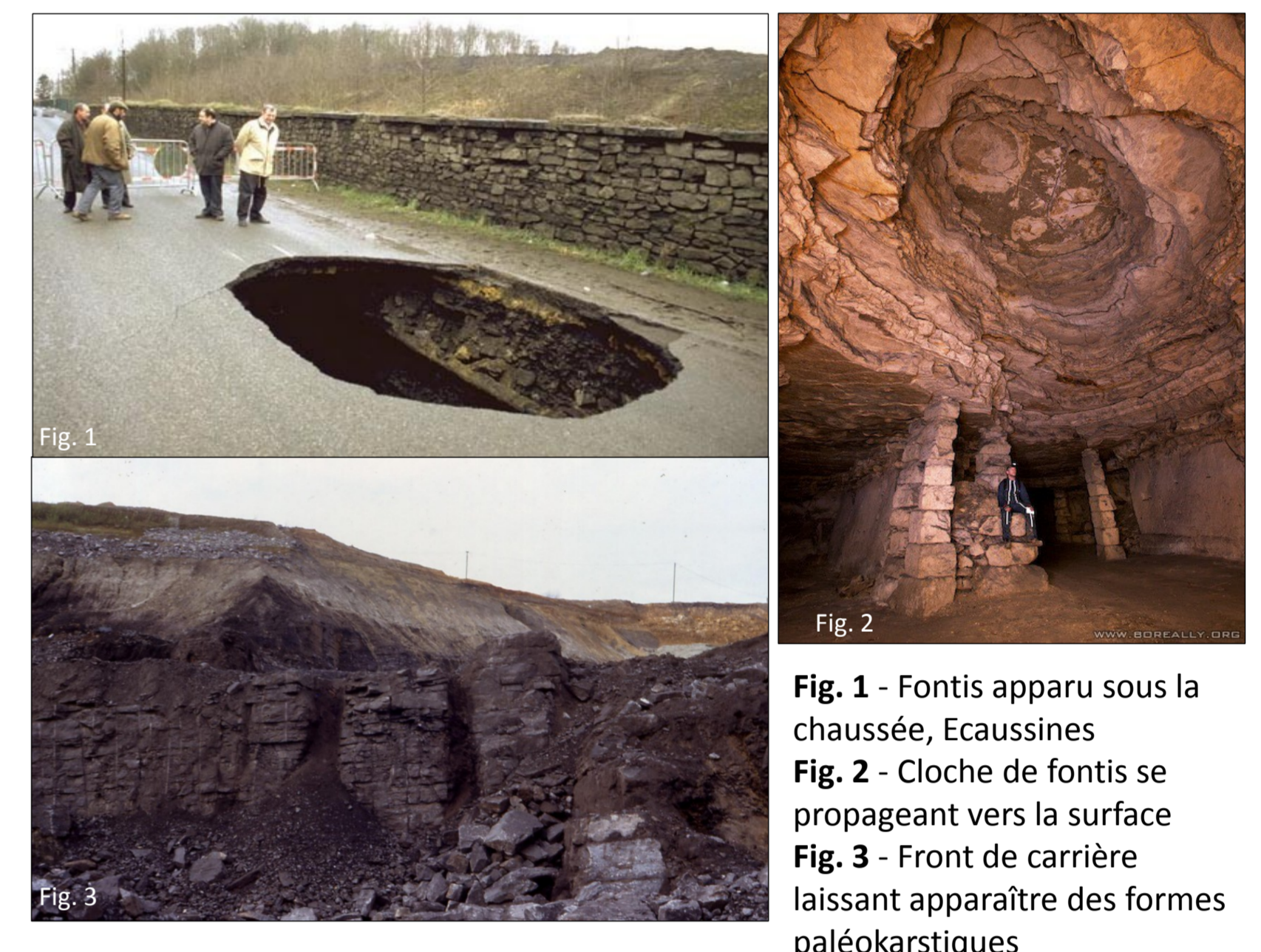
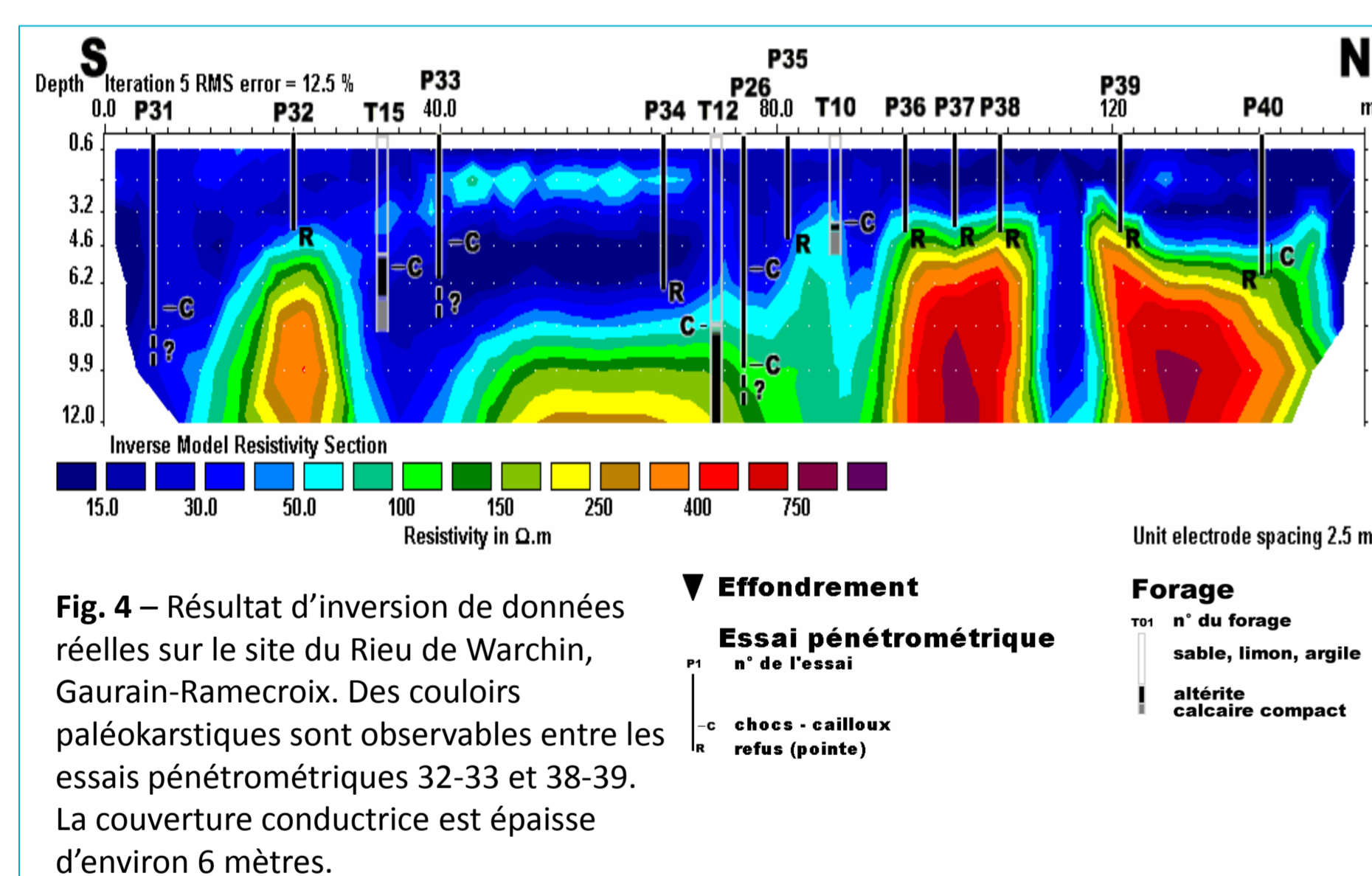


Fig. 1 - Fontis apparu sous la chaussée, Ecaussines  
Fig. 2 - Cloche de fontis se propageant vers la surface  
Fig. 3 - Front de carrière laissant apparaître des formes paléokarstiques



## ETUDES ANTERIEURES

Outre une cartographie de l'aléa à l'échelle régionale, les travaux antérieurs ont conduit à développer une méthode de détection des paléokarsts, sachant que les indices en surface sont souvent absents. Le rapport de surface entre les cibles et les zones à risque a entraîné le choix des méthodes indirectes pour les études sur site [Kaufmann, 2000].

Une réflexion sur les possibilités des méthodes géophysiques a été menée et des essais en situation réelle ont été effectués. Il en est ressorti que les méthodes électriques permettaient d'obtenir des informations concernant les dimensions et la localisation des cibles. (cf. Fig. 4). Cependant, la mise en œuvre et la détection dépendent étroitement du milieu : la présence d'une couche épaisse de matériaux conducteurs limite fortement la détection des cibles en profondeur.

## DEVELOPPEMENTS ENVISAGES

Le sous-sol de la région du Tournaisis est constitué d'un socle paléozoïque recouvert d'une couverture conductrice parfois épaisse. La recherche de méthodes de détection adaptées à ce contexte nous conduit à nous intéresser à la vibrosismique avec source SIST (Swept Impact Seismic Technique).

Le principe de la source SIST est de rassembler les avantages des sources vibrantes et des sources dites « classiques », respectivement le balayage en fréquence et la largeur de bande des impulsions. Le signal émis consiste en une suite d'impacts codée en fréquence et dont le décodage fournit un signal équivalent à un signal haute énergie et large bande de fréquence (cf. Fig. 5). Ces caractéristiques devraient *a priori* permettre d'atteindre de plus grandes profondeurs, tout en conservant une résolution suffisante pour localiser les cibles imagées par sismique réflexion.

Ce type de source n'ayant été que peu ou pas utilisé dans le domaine de la détection de cavités, il est nécessaire de déterminer ses capacités et performances. Notre choix de matériel s'est porté sur la source VIBSIST-50 (cf. Fig. 6) en raison de sa portabilité, qui permet de l'utiliser en milieu urbanisé, et de sa possibilité de travailler en sismique réflexion, réfraction ou ondes de surface.

La méthodologie de l'étude comporte plusieurs étapes (cf. Fig. 7). Une première phase de modélisation directe permet de déterminer quels types d'objets sont détectables et dans quelles conditions (paramètres de source, géométrie du milieu, etc.). Les paramètres d'acquisition des données sur le terrain sont également testés. Les données synthétiques sont ensuite comparées aux données de terrain, afin d'évaluer le potentiel de la source VIBSIST-50 et de le comparer aux sources dites « classiques ».

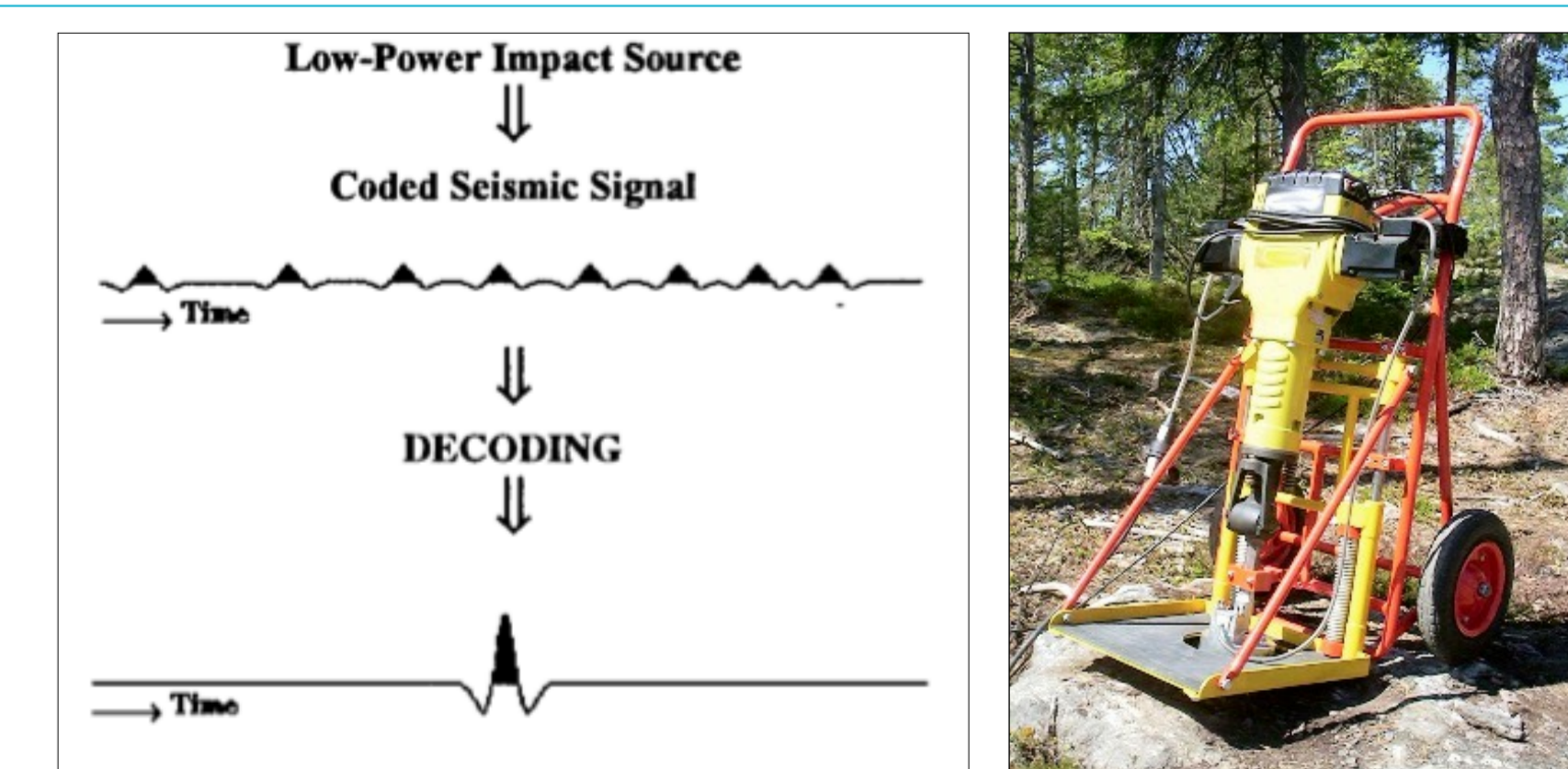


Fig. 5 - Principe de la séquence codée d'impacts Fig. 6 - Source VIBSIST-50

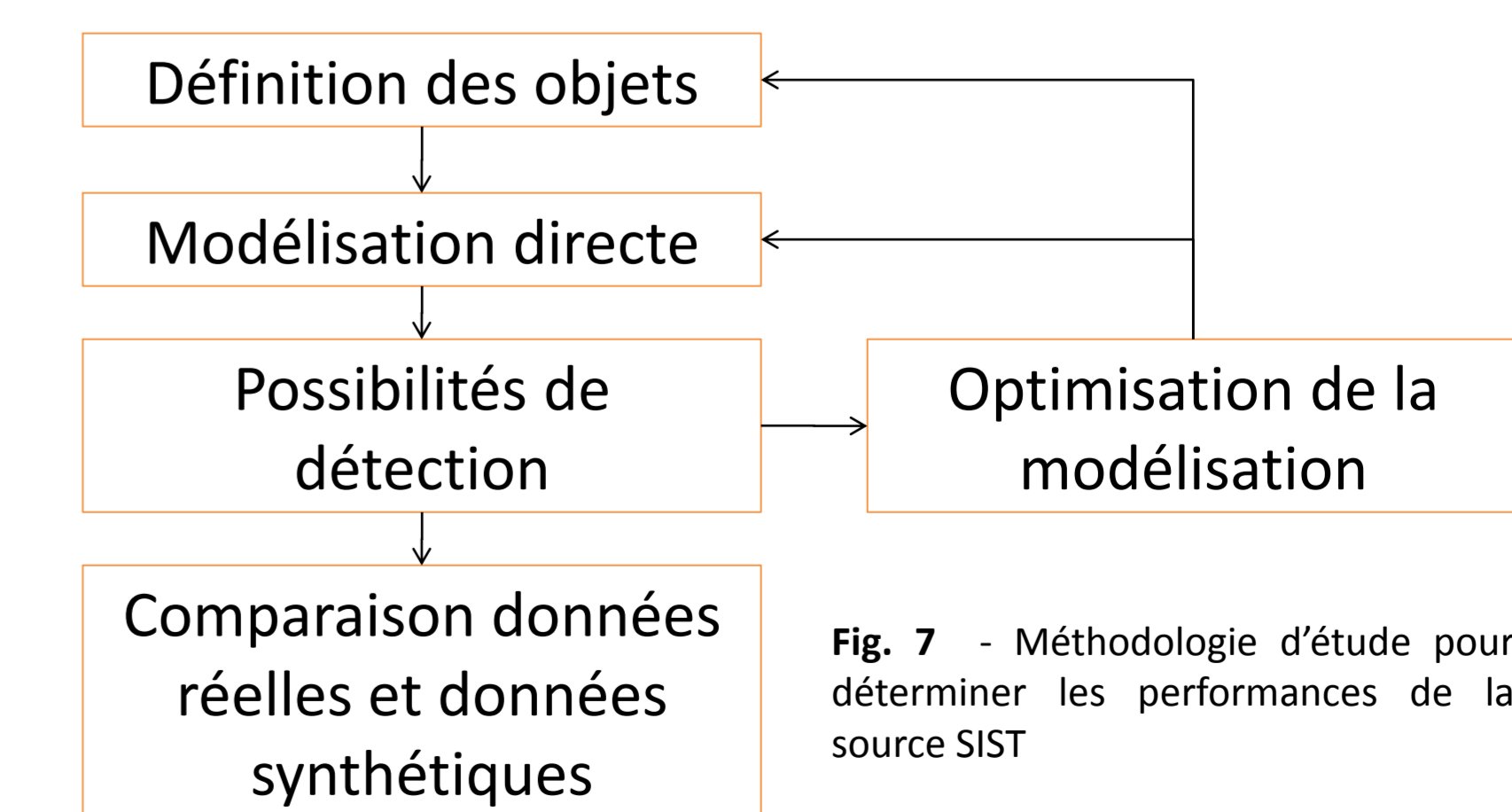


Fig. 7 - Méthodologie d'étude pour déterminer les performances de la source SIST

## REFERENCES

Kaufmann, O. (2000). Les effondrements karstiques du Tournaisis : genèse, évolution, localisation, prévention – Thèse de doctorat, Faculté Polytechnique de Mons  
Park, C. B., Miller, R. D., Steeples, D. W. and Black, R. A. (1996). Swept Impact Seismic Technique (SIST), *Geophysics*, 61, 1789