

3. Recherche de sites pour la construction du barrage souterrain

Dans ce chapitre, nous décrivons les méthodes utilisées pour la recherche de sites et ses résultats.

3-1. Description générale des méthodes de recherche

D'une manière générale, le choix de l'emplacement d'un barrage souterrain se fait par étapes en opérant une sélection parmi les sites candidats de moins en moins nombreux selon la procédure suivante :

- 1) Analyse des images prises par satellites et des photographies aériennes
- 2) Reconnaissance du terrain par des études géologique et topographique
- 3) Estimation de la structure du terrain au moyen de la prospection géologique ou d'autres techniques possibles
- 4) Vérification de la structure du terrain au moyen du test de forage, de l'essai de perméabilité ou d'autres techniques possibles
- 5) Estimation du mécanisme d'écoulement des eaux souterraines à partir des résultats de l'observation des nappes

A cela s'ajoute au besoin, les données hydrologiques et météorologiques, telles que la pluviométrie et le débit du cours d'eau, sont également collectées pour déterminer la nécessité et la praticabilité du barrage souterrain.

D'autre part, la gestion et l'entretien du barrage souterrain nécessite une participation active de la communauté locale. Il faut donc mener une étude socio-économique afin de déterminer la possibilité de la participation des habitants. Une fois l'emplacement fixé, il est également important de promouvoir la participation de la communauté locale dès le stade de l'avant-projet.

3-2. Recherche de sites pour le présent projet

(1) Choix du pays d'accueil

Le traité de lutte contre la désertification fait la remarque, dans son préambule, que de grandes sécheresses et la désertification entraînent des conséquences désastreuses en particulier en Afrique. C'est d'ailleurs à la suite de la grande sécheresse qui a ravagé la partie sahélienne du Soudan de la fin 1960 au début 1970 que l'ONU s'est mise à affronter le problème de la désertification. Nous avons donc décidé de faire notre choix parmi les pays sahéliens pour exécuter le présent projet. Nous avons finalement retenu le Burkina Faso (notamment le centre et le nord de ce pays), pays qui remplit les conditions suivantes :

- 1) pays gravement affecté par la désertification
- 2) pays ayant des régions où se trouvent des nappes phréatiques d'une certaine importance
- 3) pays stable du point de vue politique

Le climat au nord du Burkina Faso est caractérisé par deux saisons distinctes :

- Saison sèche (8 mois d'octobre à mai)

- Saison des pluies (4 mois de juin à septembre)

En terme de température, l'année est marquée par deux saisons chaudes : l'une la plus chaude est de mars à mai avec la température maximale de l'ordre de 40 degrés et la température minimale de 25 à 28 degrés, l'autre est d'octobre à novembre avec la température maximale de 30 à 34 degrés et la température minimale de 22 à 23 degrés. Il y a aussi deux saisons moins chaudes : de décembre à janvier avec la température maximale de 30 à 34 degrés et la température minimale de 14 à 16 degrés, et de juillet à septembre avec la température maximale de 30 à 34 degrés et la température minimale de 21 à 24 degrés.

En allant vers le nord, la pluviométrie diminue, avec 474 mm à Dori, ville située dans le nord-est, alors qu'à Ouagadougou, la capitale Burkinabé située dans le centre, elle s'élève à 733 mm (moyennes annuelles pour la période 1990-1994). Elle est en grosse partie enregistrée en saisons des pluies.

Sur 80% du territoire nationale, se trouvent des terrains anciens précambriens.

La vie économique du pays repose principalement sur l'agriculture et l'élevage. Les terres cultivées occupent 11 % du territoire national, dont plus de 80 % sont consacrées à la culture de millet, de sorgho, de maïs, de riz. Ces productions ne se sont pas stables à cause de la pauvreté des sols et des conditions climatiques.

(3) Critères de sélection des sites pour le projet expérimental

L'importance est également attachée aux critères suivants, compte tenu du caractère expérimental du présent projet:

- 1) Possibilité de réaliser un barrage souterrain de dimensions appropriées au projet expérimental
- 2) A proximité d'un village relativement grand pour faciliter la participation des habitants au projet expérimental
- 3) D'accès facile à partir de la capitale, Ouagadougou
- 4) Absence d'autres projets pour une évaluation rigoureuse des résultats

(3) Procédure de recherche

Dans le présent projet, l'emplacement du barrage souterrain est choisi suivant la procédure donnée sur la fig. 3.1. Nous avons pris soin d'utiliser pour la recherche le matériel disponible au Burkina Faso en évitant dans la mesure du possible l'emploi des appareils spéciaux.

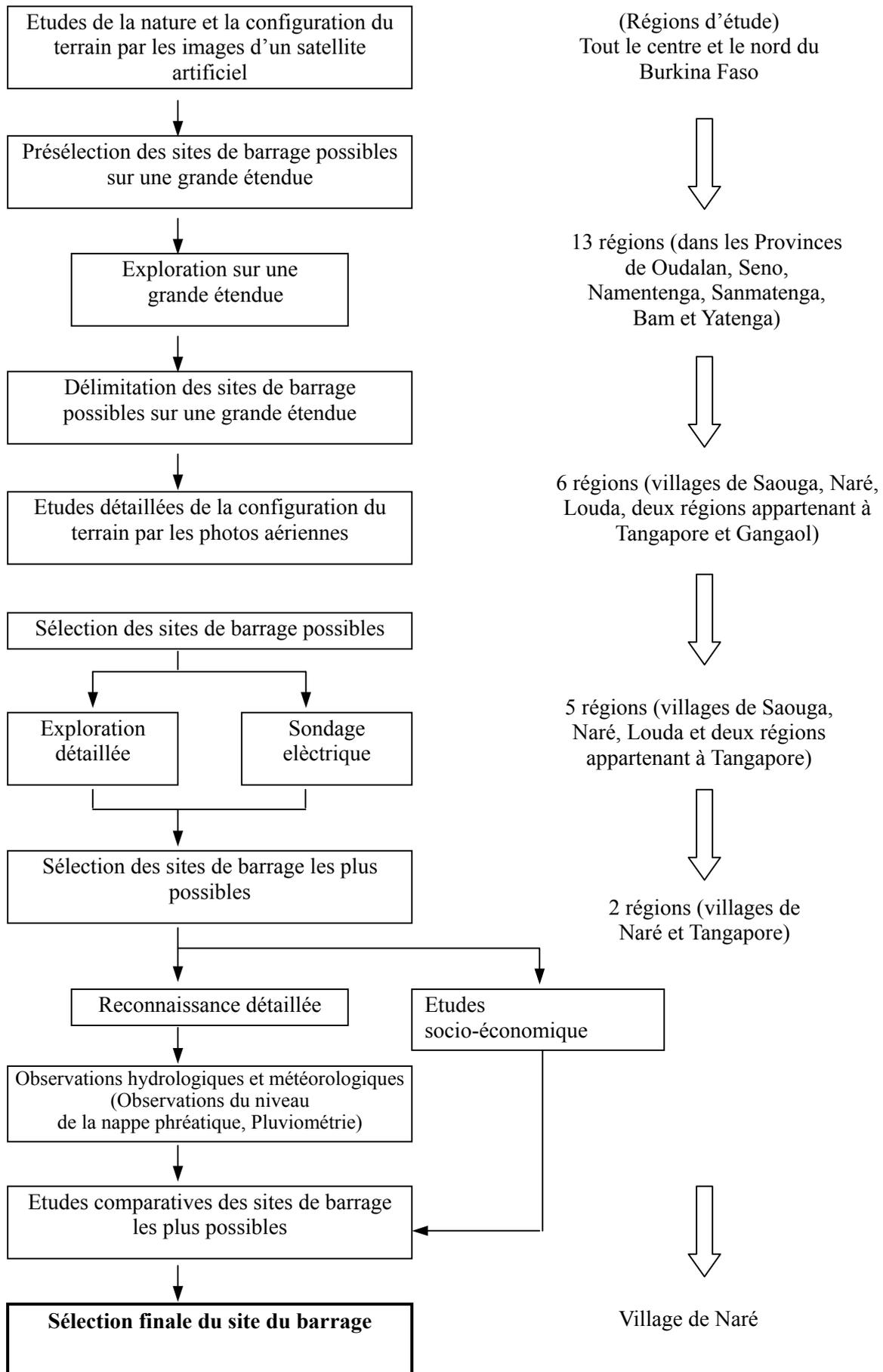


Figure 3.1: Organigramme des études de la sélection du site du barrage souterrain

3-3. Répartition des vallées fossiles en Afrique occidentale

Bien avant le lancement du présent projet, plus précisément de 1989 à 1990, une étude portant sur la praticabilité d'un barrage souterrain avait été menée au Niger et au Mali, pays faisant partie du Sahél, par une mission d'étude (Sahel Greenbelt study group) envoyée par plusieurs entreprises japonaises. Ses résultats montrent que le bassin fluvial du Niger renferme un bon nombre de vallées fossiles ayant des structures hydrogéologiques aptes à l'emplacement du barrage souterrain. La présence de vallées fossiles était constatée sur les affluents suivants: (fig. 3.2)

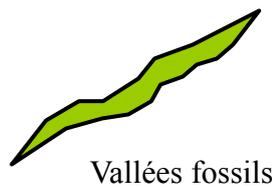
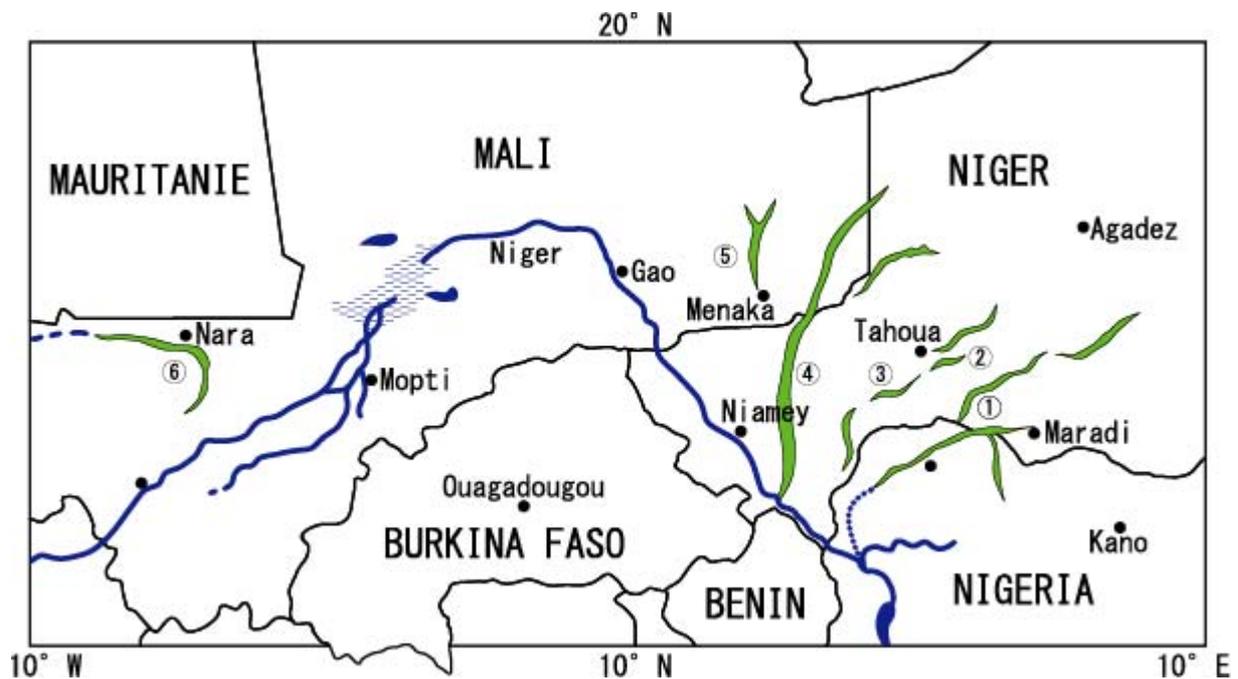
- Goulbin Kaba et la vallée de Tarka (Maradi au Niger, Sokoto au Nigéria)
- Vallée de Souma (partie sud-est de Tahoua au Niger)
- Dallol Maouri (Dan Doutchi et partie ouest de Tahoua au Niger)
- Dallol Bosso (partie est et nord-est de Niamey au Niger)
- Rivière de Ezgueret (Menaka au Mali)

La présence de vallées fossile est également constatée dans le bassin fluvial du Sénégal sur l'affluent suivant:

- Vallée de Serpent (Nara, Mali)

Sur la surface actuelle de ces vallées fossiles, s'écoulent en général des oueds (cours d'eau temporaires qui n'apparaissent qu'en saison des pluies). La largeur des vallées fossiles à la surface actuelle est considérablement importante sans proportion avec le débit des oueds et atteint plusieurs kilomètres, voire plusieurs dizaines de kilomètres dans certains cas. Dans ces grandes vallées fossiles, débouchent probablement d'autres vallées fossiles de petite à moyenne taille qui soient aptes à l'emplacement du barrage souterrain.

Ces résultats de l'étude font espérer la présence de vallées fossiles de taille appropriée, enfouies sous les cours d'eau actuels dans les régions est à nord-est du Burkina Faso, régions faisant partie du bassin fluvial du Niger, . C'est sur cette possibilité que s'appuyait la recherche de sites du présent projet, menée dans le centre et le nord du Burkina Faso .



- Goulbin Kaba - Vallée de Tarka
- Vallée de Souma
- Dallol Maouri
- Dallol Bosso
- Rivière Ezgueret
- Vallée de Serpent (affluent de la rivière Sénégal)

Figure 3.2: Distribution des vallées fossiles au Niger et au Mali

N.B.: Les «vallées fossiles» ci-dessus ont été identifiées par le Groupe d'Etude de la Zone de Verdure de Sahel du Japon en 1989 et 1990. En fait, il y aurait plus de vallées fossiles.

3-4. Investigations effectuées pour le présent projet

3-4-1. Interpretation des images du satellite et des photographies aériennes

Les images prises par satellite et les photographies aériennes sont toujours des moyens utiles pour étudier des conditions physiques (topographie, géologie, eaux de surface, végétation) d'une vaste région. Elles sont même indispensables lorsqu'on mène une telle étude dans des régions où, comme en Afrique, des terrains plats dominant et qui ne sont pas totalement couvertes par des cartes topographiques de précision.

Dans le présent projet, nous avons donc eu recours à l'analyse des images prises par satellite et des photographies aériennes pour identifier des sites possibles du barrage souterrain.

(1) Reliefs retenus comme clefs pour déceler des sites intéressants

Les reliefs suivants ont été retenus comme clefs dans la photo-interprétation :

- 1) Reliefs suggérant la présence possible de vallées fossiles : là où les champs inondables sont très étendus sans proportion avec le débit du cours d'eau (oued dans la plupart des cas) et ont une forme générale pourtant analogue à celle du cours d'eau.
- 2) Reliefs circulaires: là où la ligne de faite s'allonge de manière circulaires avec une partie dénudée. Ces reliefs sont souvent observés sur des terrains constitués de roches volcaniques. L'eau pluviale sur ce anneau peut s'accumuer dans la partie dénudée pour y former des nappes souterraines.
- 3) Reliefs en étranglement : là où la partie retrécie du substratum est recouverte de sédiments non consolidés et où de plus la présence d'un écoulement souterrain est possible.

(2) Procédure de photo-interprétation

Nous avons d'abord obtenu des images LANDSAT TM (Thematic Mapper) couvrant le centre et le nord du Burkina Faso, à partir desquelles ont été établies des photographies en fausse couleur à l'échelle de 1/500.000 et de 1/200.000. Sur la base des résultats de la photo-interprétation, ont été identifiés 13 sites pouvant avoir les reliefs et les structures géologiques appropriées à l'emplacement du barrage souterrain.

Nous avons ensuite mené une étude de terrain sur ces 13 sites, dont les résultats nous ont permis de retenir 6 sites, le reste étant éliminé en raison des difficultés suivantes identifiées:

- Structure du sous-sol difficile à déterminer ou d'une dimension trop importante pour le présent projet
- Accès difficile à partir de la capitale, Ouagadougou
- Présence d'autres projets

Sur les 6 sites ainsi retenus, des schémas d'interprétation détaillés ont été établies à partir des photographies aériennes (en noir et blanc à l'échelle de 1/20.000 à 1/50.000) pour en retenir finalement 5 sites.

Il convient de rappeler que les reliefs et les structures géologiques lus sur les images Landsat dont la résolution est faible tendent à être surestimés. L'emploi des photographies aériennes est donc recommandé pour les zones bien délimitées.

(3) Résultats de la recherche de sites

Les résultats de la recherche de sites menée à l'aide de l'analyse des images prises par satellite et des photographies aériennes ainsi que de la reconnaissance générale sont résumés sur le tableau 3-1.

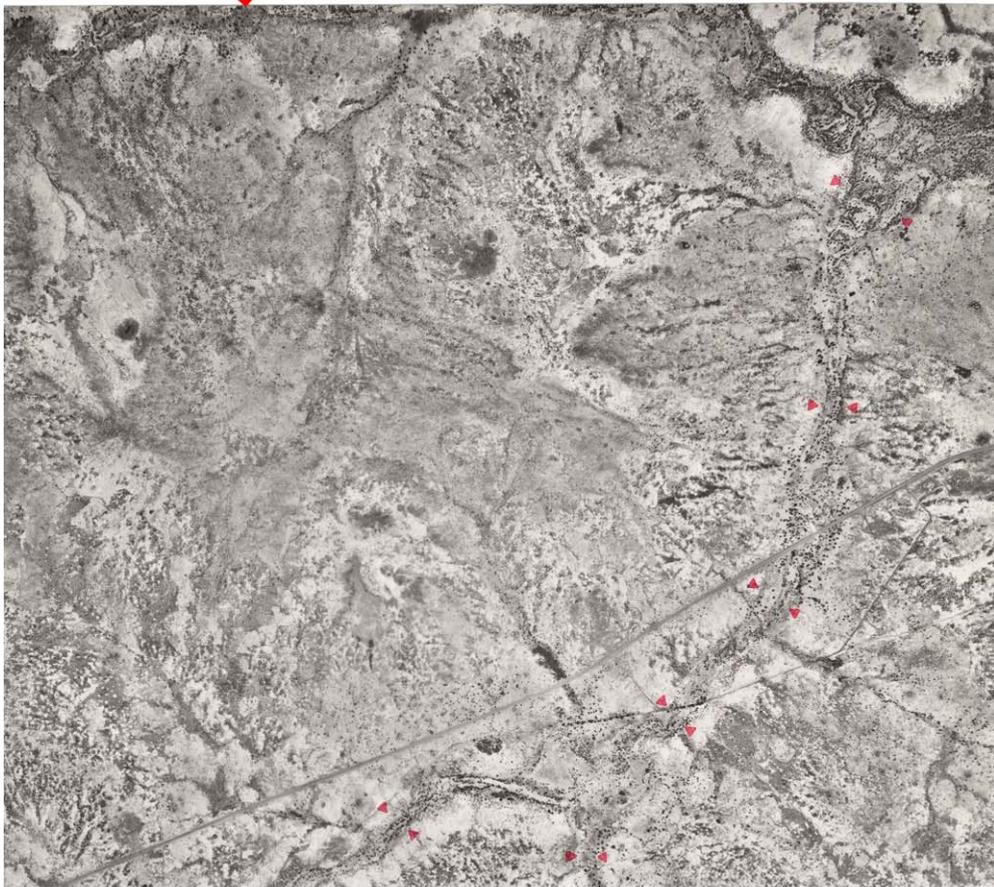
Table 3.1: Résultats de la sélection du site du barrage souterrain par les études des images du satellite et des photos aériennes, et l'exploration sur une grande étendue

| Régions présélectionnées par les images de LANDSAT | | | Résultats de l'exploration sur une grande étendue (raison de l'abandon) | Résultats des études des photos aériennes (raison de l'abandon) |
|--|-------------------|-----------------------|---|---|
| Nom du département | Nom de la région | Point visé | | |
| Oudalan | Saouga | Vallée fossile | Possible | Possible |
| Seno | Nord de Dori | Vallée fossile | Impossible (La zone n'a pu être identifiée) | - |
| Seno | Yakouta | Vallée fossile | Impossible (L'échelle structurale est trop grande) | - |
| Seno | Gangaol | Vallée fossile - oued | Possible | Impossible (La surface du bassin versant est petite) |
| Namentenga | Naré | Vallée fossile | Possible | Possible |
| Sanmatenga | Koulouga | Goulet d'etraglement | Impossible (La couche des sédiments non consolidés pourraient être mince) | - |
| Sanmatenga | Louda | Relief circulaire | Possible | Possible |
| Sanmatenga | Bassneile | Relief circulaire | Possible | Possible |
| Sanmatenga | Tangapore | Goulet d'etraglement | Possible | Possible |
| Samatenga | Balou | Goulet d'etraglement | Impossible (mauvais accès) | - |
| Samatenga | Santabe | Goulet d'etraglement | Impossible (mauvais accès) | - |
| Bam | Alentours de Loga | Relief circulaire | Impossible (Il y a déjà de nombreux projets) | - |
| Yatenga | Nord de Gongoure | Goulet d'etraglement | Impossible (mauvais accès) | - |
| Yatenga | Nord de Ban | Raison spéciale* | Impossible (mauvais accès) | - |

Note: La construction du barrage souterrain dans cette région où la forêt est menacée d'extinction a été demandée au S. P. CONAGESE.



Image du satellite aux environs de Naré



Photographie aérienne aux environs de Naré



Figure 3.3: Exemple d'image du satellite et photo aérienne de la «vallée fossile»

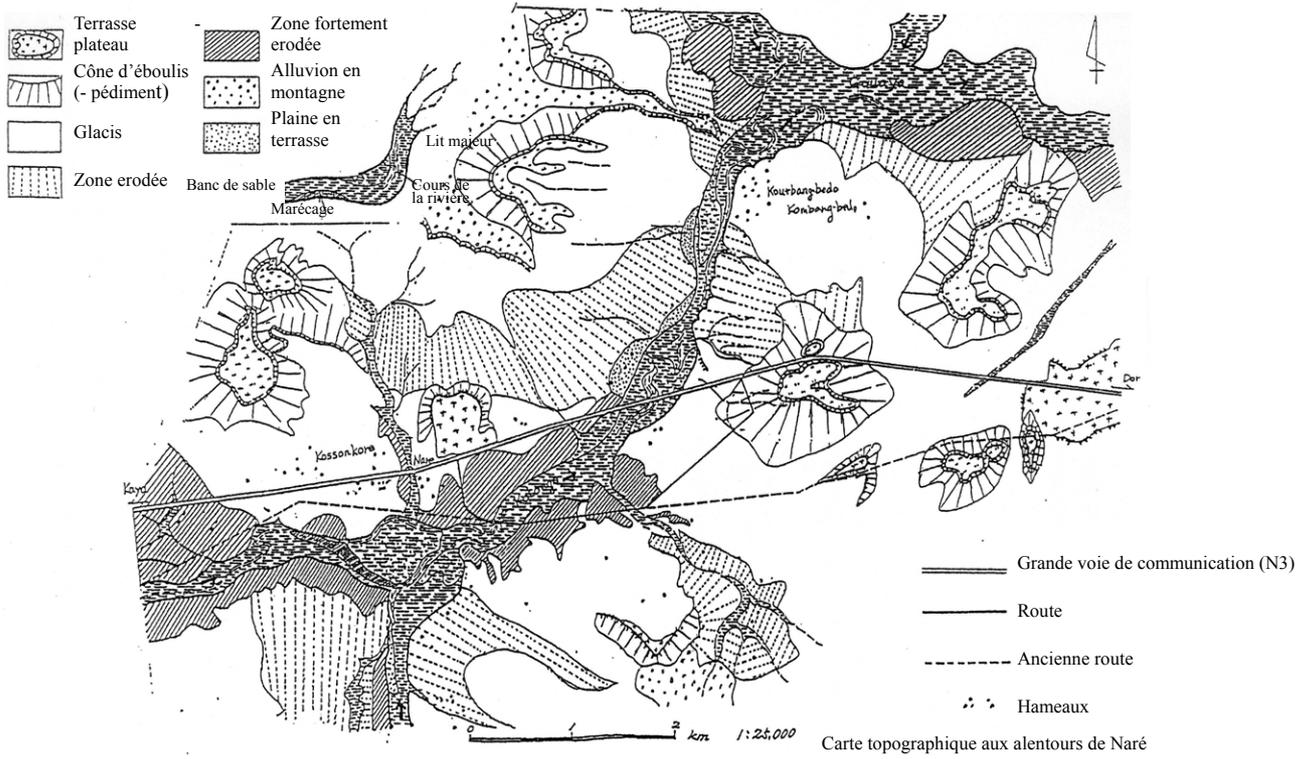


Figure 3.4: Exemple d'une carte basée sur des photos aériennes (alentours de Naré)

3-4-2. Etude de terrain

Sur les 5 sites ainsi retenues, une étude détaillée a été effectuée pour déterminer la possibilité de la mise en place du barrage souterrain, compte tenu également des résultats du sondage électrique mentionnées plus bas (voir la section 3-4-3).

Au cours de l'étude, détaillée, nous avons mené les investigations suivantes en vérifiant en même temps la répartition des villages.

(1) Vérification de la topographie et de la géologie

Nous avons étudié la topographie et la géologie des sites pour déceler la présence de nappes phréatiques et en estimer la structure.

Dans ces études, les schémas d'interprétation établies à partir des photographies aériennes servaient de carte topographique et de carte d'examen préparatoire. En effet, lorsqu'on mène l'étude terrain d'une région où les terrains plats dominant et qui ne sont pas couverte par des cartes topographiques de précision, il est parfois impossible de saisir la signification géomorphologique des phénomènes observés et même de se repérer sans avoir recours aux schémas d'interprétation ou aux photographies aériennes.

(2) Etude des puits existants

Afin de vérifier la présence de nappes phréatiques, les investigations indiquées ci-dessous ont été effectuées sur les puits existants. Ce sont surtout les puits non cuvelés qui nous ont apporté les renseignements les plus utiles.

- 1) Détermination des relations qui existent entre la localisation des puits, d'une part, et la topographie et la géologie du terrain, d'autre part
- 2) Mesure du niveau d'eau dans les puits
- 3) Collecte de renseignements auprès des habitants sur la fluctuation saisonnière du niveau d'eau souterraine
- 4) Observation des caractéristiques géologiques des aquifères et des formations qui les recouvrent à l'aide de l'examen de l'intérieur des puits et des déblais produits lors de leur forage ainsi que de l'enquête menée auprès des habitants

(3) Détermination de la distribution des sédiments non consolidés

Un effort particulier a été entrepris pour déterminer la distribution des sédiments non consolidés pouvant constituer des aquifères des nappes phréatiques. Lorsqu'il s'est avéré difficile de la déterminer directement, nous avons procédé à une étude minutieuse de l'affleurement du soubassement en particulier de la croûtes latéritique pour délimiter la zone d'affleurement du soubassement et en déduire la distribution des sédiments non consolidés.

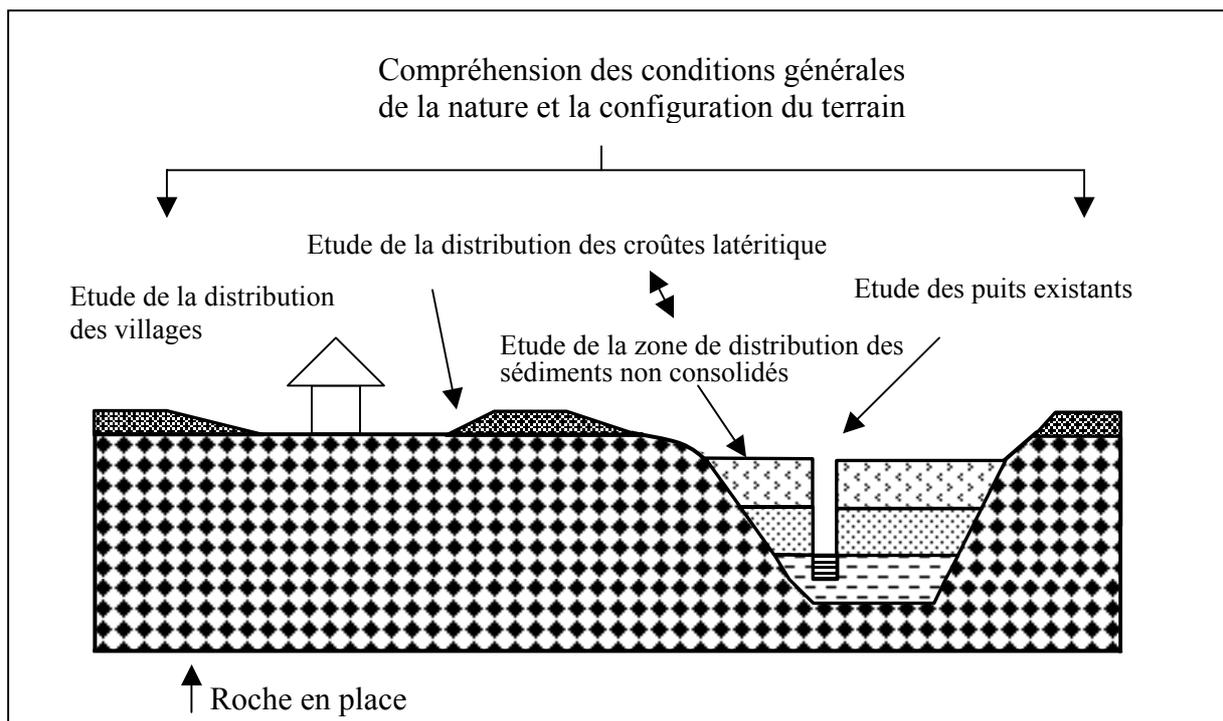


Figure 3.5: Points d'étude pour la reconnaissance

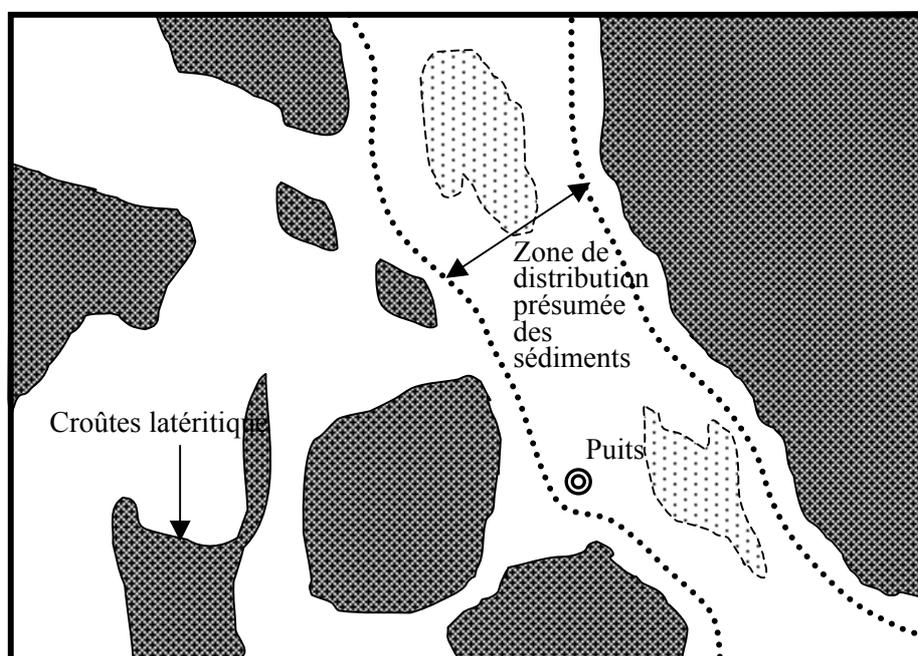


Figure 3.6: Relation entre la zone de distribution des croûtes latéritique et celle des sédiments non consolidés

3-4-3. Prospection géophysique

Sur les 5 sites retenus sur la base des résultats de la photo identification et de l'étude terrain, une sondage électrique a été également effectuée pour déterminer la structure du terrain.

Il est intéressant de noter que sur certains sites (villages de Tangapre et de Naré) une prostection magnétique a été également effectuée, dont les résultats n'ont fait que confirmer à une précision moins élevée ceux de la prospection électrique. Celle-ci est donc plus utile pour déceler la structure du sous-sol.

(1) Méthode du sondage électrique

La sondage électrique a été effectuée par sondage vertical suivant la méthode de quadripole (méthode Wenner). A partir de ses résultats, ont été établis des profils de résistivité pour étudier la structure du terrain. Un des profils de résistivité ainsi établis est donné sur la fig. 3.7.

Pour la prospection et l'analyse de ses résultats, les précautions suivantes ont été prises notamment en ce qui concerne le maillage de prospection.

- 1) Nous avons établi des lignes d'étude (d'une longueur de 150 à 500 m) de manière qu'elles traversent la structure supposée du sous-sol pour disposer des points où un profil de résistivité était à obtenir. Le long de ces lignes, la prospection électrique a été effectuée à un intervalle d'environ 50 à 100 m, soit 3 à 10 points d'étude par ligne.
- 2) A chaque point d'étude, une ligne de prospection a été établie de manière qu'elle soit parallèle à la direction dans laquelle la structure supposée du sous-sol s'étend.
- 3) Pour obtenir une vue tridimensionnelle de la structure du terrain tridimensionnelle, nous avons établis dans la mesure du possible 2 à 3 lignes d'étude (le long desquelles sont disposés les points où un profil de résistivité est à obtenir).
- 4) Les lignes d'étude ont été prolongées jusqu'à un affleurement du substratum ou à un point où se trouvait très certainement le substratum à une profondeur très faible, pour déterminer les résistivités du substatum (couche superficielle latéritique, couche d'altération forte, rocher recent). Ces résultats ont largement contribué à l'interprétation géologique des profils de résistivité.
- 5) Dans les zones où il y avait des puits (notamment des puits non cuvelés) permettant l'observation du niveau de la nappe et l'examen de sections du terrain, la prospection électrique a été également effectuée à proximité de ces puits pour déterminer les résistivités du terrain. De telles valeurs de résistivités permettent d'augmenter l'exactitude de l'interprétation géologique des profils de résistivité. La résistivité determine par l'analyse des resultants d'une prospection électrique reflète non seulement les propriétés électriques des roches et des sols constituent le terrain mais également celled des eaux souterraines qui y sont presentment. Elle peut ainsi varier sensiblement dans des formations constituées de matériaux identiques, s'il y a une grande différence de teneur en eau. La connaissance de la résistivité ne suffit donc pas pour determiner précisément la nature lithologique des matériaux constituents. Toutefois, le profil de résistivité établi à partir des resultats d'une prostection électrique effectuée en un grand nombre de points constitue un element

très utile d'appréciation de la structure géologique et du réserve d'eau souterraine, car la repartition des zones présentant une résistivité presque égale peut être considérée comme correspondent à celle des formations ayant une lithologie et une teneur en eau quasiment identiques.

(2) Sélection des sites, faite sur les résultats de la sondage électrique

L'étude terrain et le sondage électrique effectuées sur les 5 sites ont apporté des renseignements sur la structure du terrain de chaque site.

- a. Saouga (au sud de Gorom Gorom, Province de l'Oudalan)
Ce site renferme probablement une vallée fossile qui constitue des nappes phréatiques. Mais les travaux de construction nécessaires seraient trop importants pour un projet expérimental.
- b. Naré (au sud de Tougouri, Province du Namentenga)
Ce site renferme probablement une vallée fossile qui constitue des nappes phréatiques. Les travaux de construction nécessaires seraient un peu trop importants pour un projet expérimental. Mais c'est un site apte à l'emplacement d'un barrage souterrain.
- c. Louda (au sud de Kaya, Province du Sanmatenga)
Un relief circulaire y a été observé, mais aucun aquifère intéressant n'a été découvert.
- d. Bassneil (au nord de Korsimoro - 1, Province du Sanmatenga)
Un relief circulaire y a été observé, mais aucun aquifère intéressant n'a été découvert. Mais la couche de sédiments non consolidés qui pourrait constituer un réservoir est probablement très mince.
- e. Tangapore/Kossoden (au nord de Korsimoro - 2, Province du Sanmatenga)
C'est une partie rétréci située à l'aval du relief circulaire mentionné ci-dessus, où la présence de nappes phréatiques est suggérée par les résultats de l'étude des puits existants. Les profils de résistivité indiquent également la présence possible d'une vallée fossile d'une taille approprié à un projet expérimental et donc apte à l'emplacement d'un barrage souterrain.

Parmi ces 5 sites, ont été donc retenus 2 sites intéressants pour la réalisation du barrage souterrain : le village de Tangapore, arrondissement de Korsimoro, Province du Sanmatenga ; le village de Naré, Département de Tougouri, Province du Namentenga.

La quantité des opérations du sondage électrique effectuées sur ces 2 sites est la suivante :

- à Tangapore : 58 points sur 4 lignes d'étude
- à Naré : 95 points sur 6 lignes d'étude

Résultats du sondage électrique et niveau de la nappe phréatique
présumé par le niveau de l'eau des puits d'alentour

Grande voie de communication
entre Ouagadougou et Kaya

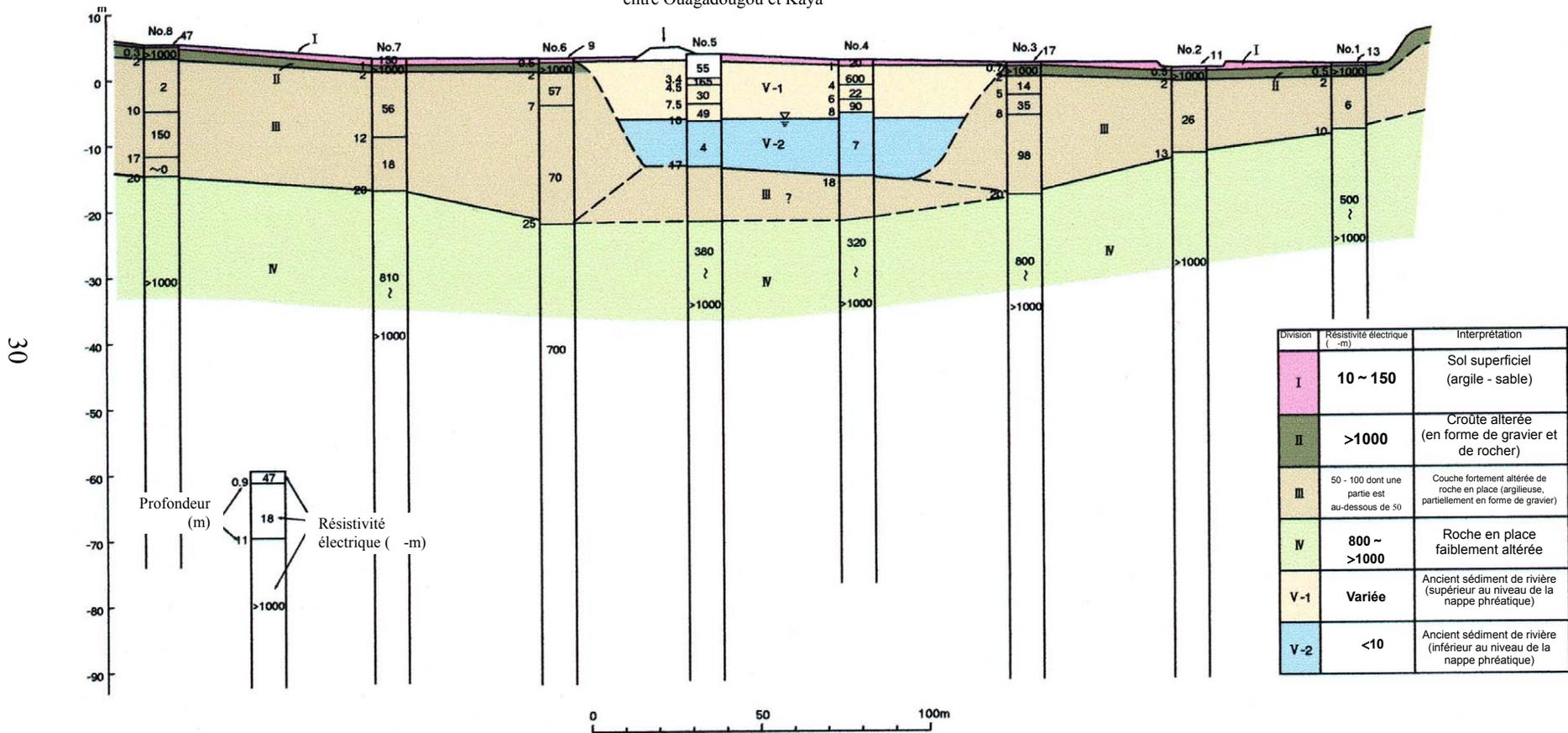


Figure 3.7-1: Résultats du sondage électrique au nord de Korsimoro - point C (Tangapore)

Figure 3.7: Profil de résistivité électrique basé sur les résultats du sondage électrique

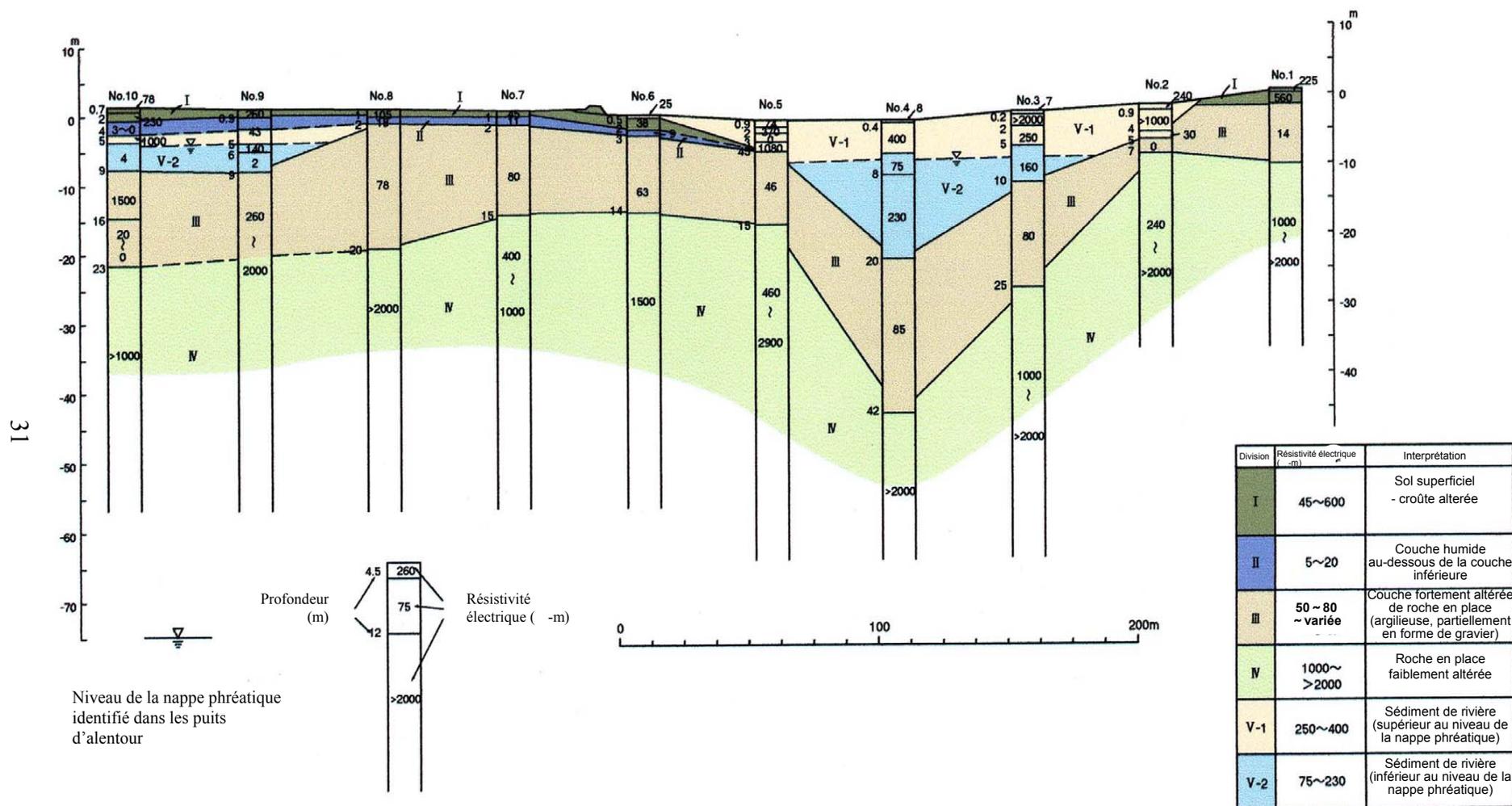


Figure 3.7-2: Résultats du sondage électrique au point Kouli k are (Naré)

3-5. Investigations détaillées sur le terrain (test géologique de forage, test de perméabilité, observations de la nappes phréatiques)

Sur les deux sites (Tangapore et Naré) choisis sur la base des résultats de la reconnaissance et de la prospection électrique, les investigations détaillées suivantes ont été effectuées pour vérifier la structure du terrain, définir les caractéristiques hydrauliques et estimer la pluviométrie sur le bassin versant.

- Sondages de reconnaissance
- Essais de perméabilité dans les sondages
- Observations du niveau d'eau dans les sondages

Parallèlement à ces investigations, ont été effectuées une observation météorologique (voir la section 6-2) et une étude socio-économique (voir la section 3-5).

(1) Sondages de reconnaissance

Afin de vérifier la structure du terrain estimée sur la base des résultats de la prospection électrique, des sondages de reconnaissance ont été exécutés le long des lignes d'étude de la prospection électrique.

Dans le présent projet, des sondages ont été forés à l'aide d'un matériel destiné aux puits profonds et des échantillons de déblais prélevés au cours du forage ont servi à déterminer la structure géologique. Mais il était difficile en particulier de distinguer les parites fortement altérées du substratum (parties argilisées) et les couches argileuses à limoneuses des alluvions. Il est donc préférable d'utiliser, pour au moins la moitié du nombre des sondages à exécuter, le matériel de sondage destiné à l'étude géologique et permettant d'obtenir des échantillons non remaniés.

La quantité des sondages de reconnaissance est la suivante :

- à Tangapore : 3 sondages d'une profondeur de 60 m, 3 sondages d'une profondeur de 20 m
- à Naré : 2 sondages d'une profondeur de 60 m, 19 sondages d'une profondeur de 20 m

(2) Essais de perméabilité dans les sondages

Afin de déterminer la perméabilité du terrain, des essais de perméabilité ont été effectués dans les sondages de reconnaissance.

Ces essais consistaient à injecter de l'eau dans les sondages à l'aide d'un camion-citerne ou de jerricans et à observer ensuite la vitesse du rabattement pour obtenir le coefficient de perméabilité du terrain en fonction de la profondeur. Les essais de perméabilité ont été effectués dans :

- 3 sondages à Tangapore
- 12 sondages à Naré

(3) Observations du niveau d'eau dans les sondages

Afin de déterminer la variation saisonnière des nappes phréatiques, l'observation du niveau d'eau a été effectuée (dans 3 sondages à Tangapore et dans 5 à Naré).

La mesure du niveau d'eau a été exécutée irrégulièrement au moyen d'un limnimètre manuel à Tangapore, alors qu'à Nara, elle s'est faite de façon continue à l'aide d'un limnigraphe.

L'observation a été effectuée pendant environ 6 mois jusqu'au choix définitif de l'emplacement du barrage souterrain (du milieu de la saison des pluies à la première moitié de la saison sèche). Mais une observation plus longue serait désirable, étant donné la variation considérable tant saisonnière qu'annuelle du niveau des nappes phréatiques. Par ailleurs, comme on le verra dans la section 6-4, il y a toujours un risque de prendre le niveau de la nappe suspendue pour celui de la nappe phréatique. Une attention particulière doit donc être accordée aux méthodes d'observation.

Sur la base des résultats des sondages de reconnaissance, des essais de perméabilité et des observations du niveau d'eau, les caractéristiques hydrogéologiques des 2 sites possibles, Tangapore et Nara, sont estimées comme ce qui suit (voir également les fig. 3.9 et 3.10) :

Tangapore

Les résultats de la prospection électrique suggèrent la présence d'une vallée fossile. Mais les sondages de reconnaissances n'ont pas découvert de sédiments de vallée fossile (alluvions). A l'intérieur et à l'extérieur de la vallée fossile supposée, les caractères géologiques du terrain sont identiques et la nappe phréatique est presque au même niveau avec une variation saisonnière quasi concomitante. En bref, entre ces deux milieux, il n'y a pas de différence géologique nette et la continuité hydraulique est pratiquement assurée. Il en ressort qu'il n'y a pas de vallée fossile.

Si les résultats de la prospection électrique suggèrent sa présence, c'est sans doute parce que le substratum renferme une zone de fraction d'une grande dimension.

Naré

Les résultats de l'examen des déblais de forage des puits existants, de la prospection électrique et des sondages de reconnaissance ont tous confirmé la présence d'une vallée fossile dans le sous-sol au-dessous de la rivière Kolongo. Le coefficient de perméabilité déterminé par les essais de perméabilité est de 10^{-3} à 10^{-4} cm/sec à l'intérieur de la vallée fossile et de 10^{-5} à 10^{-6} cm/s dans le terrain de ses versants, ce qui prouve que les sédiments de la vallée fossile sont fermés par un substratum peu perméable. D'autre part, la présence d'eau souterraine a été constatée dans la vallée enfouie, alors qu'à l'extérieur de celle-ci, elle n'a pas été observée. On peut en déduire que la vallée fossile constitue un chenal pour l'eau souterraine.

Les résultats de l'observation du niveau d'eau dans la vallée fossile montrent une certaine variation saisonnière entre la saison des pluies et la saison sèche, ce qui indique un écoulement significatif de la nappe phréatique.

Les résultats des investigations détaillées sur le terrain sont donnés de manière schématique sur les fig. 3.8 et 3.9.

L'emplacement possible du barrage souterrain, c'est-à-dire la partie rétrécie de la vallée fossile, se situe sur la rivière Kolongo à l'amont immédiat du confluent de celle-ci et de la rivière Gouaya. Le risque est donc faible que la construction du barrage entraîne un "tarissement en aval des eaux souterraines".

Tous ces résultats montrent que le village de Naré est le meilleur site pour la construction du barrage souterrain du point de vue hydrogéologique.

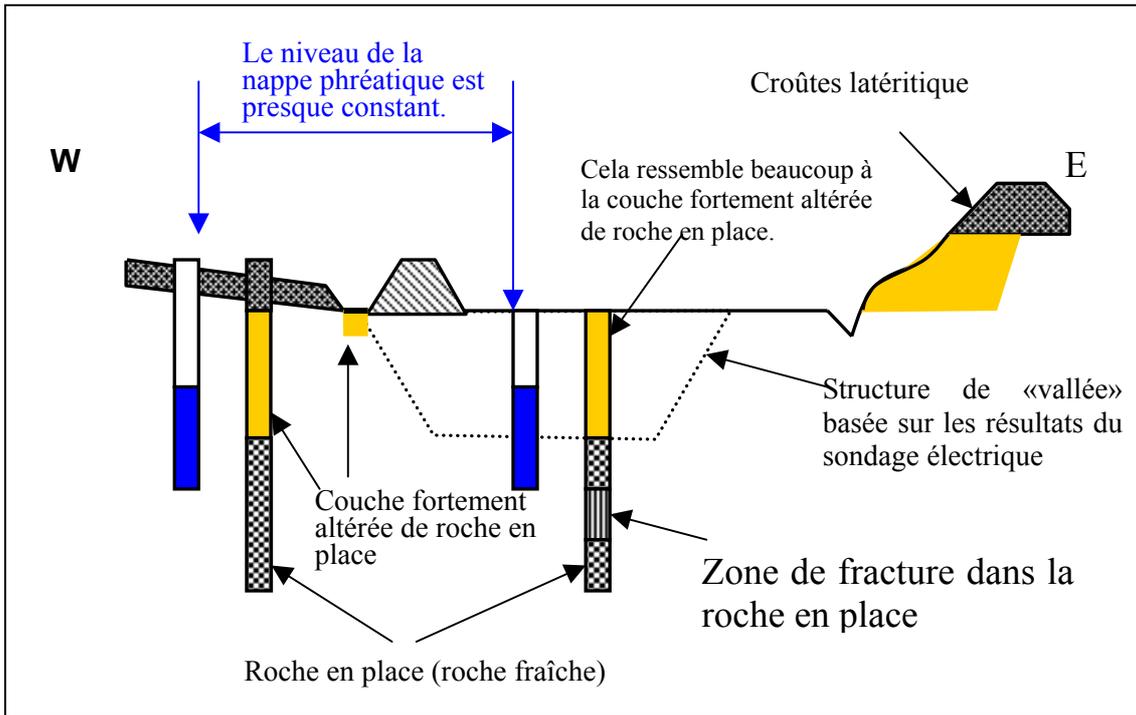


Figure 3.8: Croquis schématique des résultats de l'étude détaillée à Tangapoore

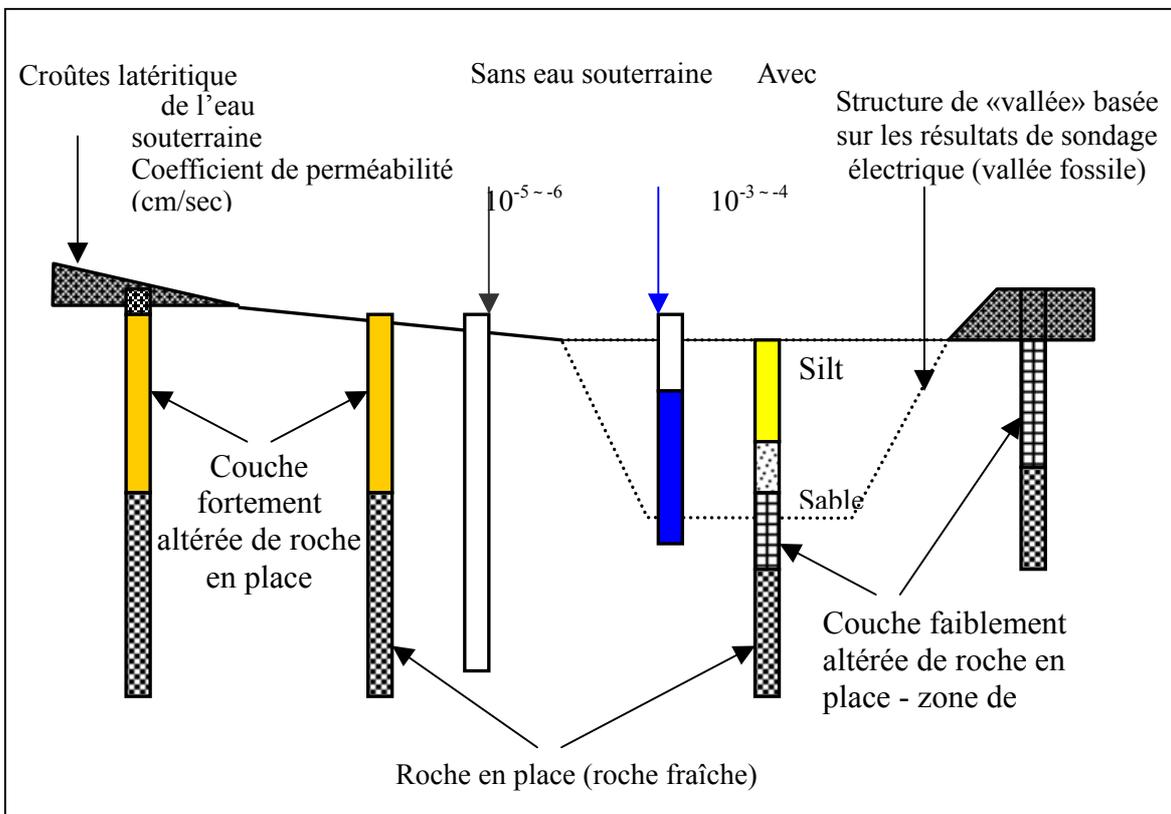


Figure 3.9: Croquis schématique des résultats de l'étude détaillée à Naré

3-6. Etude socio-économique

Au cours de la recherche de sites, une étude socio-économique a été également menée à Tangapore et à Naré, dont les résultats sont donnés brièvement ci-dessous.

Tangapore

- Population : 2.079 habitants dans leur totalité Mossis
- Equipements collectifs : une école primaire (créée en 1995), aucun dispensaire
- Activités principales : l'agriculture avec l'élevage comme activité secondaire. Le commerce est aussi activement pratiqué au marché (à Korsimoro).
- Maladies fréquentes : méningite, ophtalmie, céphalalgie, tumeur, diarrhée
- Précipitation moyenne annuelle : 660 mm environ jusqu'en 1995

Situé dans la zone de transition entre une basse montagne et une pénéplaine, le village met en culture non seulement la pénéplaine mais aussi le flanc en pente douce de la montagne et exploite les terres arables presque à la limite de leur disponibilité. Avec l'emploi des engrais chimiques sur une partie des terres, le taux d'autosuffisance alimentaire s'élève à plus de 90%. Vu la situation où il ne reste plus de terres cultivables avec en plus la progression de la dégradation des sols, le village risque pourtant de souffrir d'une grave manque de vivres dans un proche avenir à la suite de l'accroissement démographique. Il est donc primordial d'augmenter la productivité des terres et de procéder, à cet effet, à une nouvelle exploitation des ressources en eau.

L'élevage pratiqué comme activité secondaire sert à assurer une "réserve" pour satisfaire un besoin urgent en cas de sécheresse par exemple. Mais la superficie réduite du pâturage et la manque d'eau pour l'abreuvement en saison sèche constituent un handicap pour cette activité.

Les villageois disposent de 3 pompes à main, de 6 puits artésiens, de 1 micro-barrage et de 6 bassins qui ne satisfont cependant que 70% environ de leurs besoins en eau à usage domestique (20 litres par personne). L'eau de la retenue du micro-barrage et des bassins, destinée aux animaux d'élevage, est également utilisée à des fins domestiques et cause, par sa mauvaise qualité, parfois des maladies. Pour y remédier également, une nouvelle exploitation des ressources en eau est nécessaire.

Certains jeunes villageois forment un groupe pour entreprendre la modernisation des pratiques agricoles. Leurs activités, telles que le compostage et la culture maraîchère, sont pourtant freinées par le manque d'eau. Celle-ci empêche par ailleurs le reboisement qu'on essaie de promouvoir dans le cadre du programme de l'école primaire. Cependant, la bonne volonté et l'intérêt que les habitants témoignent ainsi et l'expérience dont ils disposent faciliteraient leur participation à la réalisation du présent projet visant principalement une meilleure utilisation des ressources en eau souterraine.

Naré

- Population: 2.896 habitants dans leur grande majorité Mossis, avec Peuls en minorité
- Equipements collectifs: une école primaire (créée en 1996), aucun dispensaire
- Activités principales: l'agriculture avec l'élevage comme activité secondaire (activité principale pour les Peuls)
- Maladies fréquentes: le dracunculose ver de guinée, l'ophtalmie, la dysenterie, la méningite
- Précipitation moyenne annuelle: 590 mm environ jusqu'en 1995

Le village est caractérisé par une pénéplaine qui domine avec partiellement de petits "monadnocks" et par la rivière Kolongo, affluent de la rivière Gouaya faisant partie du bassin fluvial du Niger, qui le traverse. La rivière Kolongo est un "oued", cours d'eau temporaire qui n'apparaît qu'en saison des pluies.

La pénéplaine et les basses terres longeant la rivière Kolongo (dont une partie se trouve sur les champs inondables) sont en mises en culture. Mais les terres agricoles ne représentent que 12% du territoire, laissant une superficie importante exploitable. Les forêts ne recouvrent que 2% du territoire. Les terres nues qui occupent actuellement environ 20% de la superficie totale du village étaient jadis en majeure partie des terres cultivées, ce qui signifie que la détérioration des sols progresse à la suite du défrichage des broussailles et des forêts.

Les terres cultivées sont en général peu fertiles. N'utilisant presque ni engrais ni composte, le village de Naré ne peut enregistrer qu'un faible taux d'autosuffisance de l'ordre de (ou inférieur à) 60%, ce qui en fait un des villages les plus pauvres du Burkina Faso. On y voit beaucoup d'animaux d'élevage (notamment des bovins) dont la plupart appartient aux éleveurs Peuls. Peu d'habitants Mossis élèvent des animaux en nombre suffisant pour constituer une "réserve" qui puisse satisfaire leur besoin urgent en cas de sécheresse par exemple.

Le village n'est pas bien équipé pour alimenter en eau les habitants, avec seulement 1 pompe à main et 5 puits artésiens avec un rebord en béton. Cet équipement ne permettant de satisfaire que 60% ou moins du besoin, la majorité des villageois doivent recourir à la rivière en saison des pluies et, en saison sèche, aux puits non couverts, forés dans les champs inondables, pour s'assurer de l'eau à l'usage domestique. D'où une morbidité importante due aux maladies causées par une eau polluée, telles que la dracunclose. Nombreux sont les habitants désirant pratiquer la culture maraîchère pour s'assurer contre le manque de vivres et également pour obtenir des revenus en espèces. Mais dans ces conditions qui ne permettent même pas de se procurer une quantité suffisante d'eau à l'usage domestique, il n'y a qu'une famille qui cultive des légumes.

Dans cet état des choses, les habitants de Naré expriment un désir ardent d'une exploitation des ressources en eau. Mais comme ils ne disposent pas de renseignements nécessaires sur l'amélioration des conditions de vie et le développement rural, la participation des habitants au projet expérimental serait difficile.

Les résultats de l'étude socio-économique montrent ainsi que le village de Tangapore est plus apte à accueillir le projet.

Cependant, comme on l'a vu dans la section 3-4, c'est à Naré que se trouve la structure hydrogéologique la plus appropriée à l'emplacement du barrage souterrain. Nous avons finalement retenu le village de Naré pour réaliser le présent projet expérimental, compte tenu de la priorité donnée à la possibilité de construction du barrage souterrain.