

Choix de variante dans la traversée de la ville de Kalfou (région de Tahoua, Niger) : conformité géométrique, impacts fonciers et structure sociale de l'acceptabilité.

Résumé

Le choix d'un tracé routier en traversée d'agglomération met en tension exigences normatives, contraintes de terrassement et intérêts fonciers localisés. Cet article compare deux tracés pour la traversée de Kalfou, sur l'axe Tamaské–Tahoua au Niger : celui du dossier d'appel d'offres de 2020, nommé variante A, et une variante B que nous proposons issue de levés GNSS. La comparaison s'appuie sur la confrontation au référentiel géométrique de la catégorie T80, un recensement contradictoire des biens affectés et une consultation auprès de 101 parties prenantes. 28 indicateurs sont agrégés par pondération additive simple à partir de poids dérivés des préférences déclarées. La variante A comporte un rayon en plan de 100 m, inférieur au minimum de toute catégorie du référentiel, et impose 142 659 m³ de déblai. Elle affecte trois châteaux d'eau, seize supports électriques, plus de 300 m de réseau d'adduction et 941 m² de cimetière. La variante B corrige cette non-conformité, réduit les terrassements de 71,8 %, mais affecte 61 ayants droit contre 45 et éloigne la route du centre de santé et de la chefferie, de 20 à environ 500 m. L'agrégation désigne la variante B avec un écart relatif de 17,9 %. Ce classement résiste aux neuf vecteurs de pondération testés, y compris ceux issus des riverains seuls. Or ces derniers la rejettent à près de trois contre un, et l'acceptabilité décroît régulièrement avec la proximité à l'emprise, ce que confirme le test exact de Fisher effectué où $p = 8,7 \times 10^{-11}$ et le V de Cramér = 0,776. Le désaccord ne porte donc pas sur la pondération des critères mais sur leur périmètre. Contrairement au modèle habituel d'opposition riveraine, la proximité produit ici du soutien, la route étant à la fois une nuisance et le support d'accès.

Mots-clés : tracé routier ; traversée d'agglomération ; analyse multicritère ; acceptabilité sociale ; terrassements ; Niger.

Abstract

Selecting road alignment through a built-up area places normative requirements, earthwork constraints and localised land interests in tension. This article compares two alignments for the crossing of Kalfou, on the Tamaské–Tahoua axis in Niger: the one specified in the 2020 tender documents (variant A) and an alternative derived from GNSS surveys by the authors (variant B). The comparison draws on compliance with T80 geometric standards, an adversarial census of affected assets, and a consultation of 101 stakeholders; twenty-eight indicators are aggregated by simple additive weighting, with weights derived from stated preferences. Variant A includes a horizontal radius of 100 m, below the minimum of every category in the applicable standard and requires 142,659 m³ of excavation affecting three water towers, sixteen electricity poles, over 300 m of water mains and 941 m² of cemetery. Variant B corrects this non-compliance and cuts earthworks by 71.8 % but affects 61 rights-holders against 45 and moves the road away from the health centre and the chieftaincy, from 20 m to about 500 m. Aggregation selects variant B with a relative margin of 17.9 %, a ranking that withstands all nine weighting vectors tested, including those derived from residents alone. Yet residents reject it by nearly three to one, and acceptability declines steadily with proximity to the right-of-way (Fisher exact test, $p \approx 8.7 \times 10^{-11}$; Cramér's V = 0.776). The disagreement therefore concerns not the weighting of criteria but their scope. Contrary to the usual model of local opposition, proximity here generates support, the road being simultaneously a nuisance and the medium of access.

Keywords: road alignment; built-up area crossing; multi-criteria analysis; social acceptability; earthworks; Niger.

1. Introduction

Les programmes d'aménagement des routes communautaires ouest-africaines conduisent fréquemment à transformer en chaussées revêtues des pistes qui traversent des agglomérations constituées. Cette dynamique s'inscrit dans un mouvement continental plus vaste. En effet, l'Afrique subsaharienne connaît depuis deux décennies une expansion rapide de son réseau routier, qui assure aujourd'hui près de 75 % du transport de marchandises et de personnes. Au sein de ce réseau, les axes évoluent le plus souvent par étapes successives, passant du sentier à la piste puis à la route bitumée (Biber-Freudenberger et al., 2025).

Ces traversées concentrent toute la complexité de l'exercice d'aménagement. Sur quelques kilomètres, le concepteur doit satisfaire simultanément à des exigences géométriques calées sur une vitesse de référence, à un profil en long compatible avec le relief, et au respect d'un tissu bâti dense dont les concessions bordent directement l'emprise existante. Lorsque le site présente une rupture de pente, ces contraintes deviennent antagonistes. En effet, suivre la piste existante épargne le bâti mais impose des terrassements importants ainsi que des courbes de faible rayon. À l'inverse, s'en écarter améliore la géométrie routière au prix de nouvelles expropriations foncières.

Le choix du tracé ne relève plus alors d'un simple calcul d'optimisation technique, mais d'un arbitrage délicat entre des grandeurs hétérogènes par nature. Or, les deux termes de cet arbitrage demeurent le plus souvent documentés de manière cloisonnée. D'un côté, les travaux consacrés aux projets routiers en milieu bâti africain établissent l'ampleur des atteintes foncières, des pertes d'activités et des recompositions parcellaires qui en résultent (Khanani et al., 2021). De l'autre, les synthèses en accidentologie imputent les points noirs du réseau continental aux défaillances géométriques et aux défauts de signalisation (Biber-Freudenberger et al., 2025). Ces deux séries de constats se croisent pourtant au cœur même de l'agglomération, sans y être articulées de façon intégrée.

Cet arbitrage comporte des conséquences amplement documentées dans la littérature. En analysant dix projets routiers en Ouganda, Kahangirwe & Vanclay (2024) démontrent que des impacts sociaux sévères surviennent malgré la réalisation préalable d'études d'impact environnemental et social. L'acquisition foncière engendre des déplacements physiques et économiques, tandis que l'insuffisance de la concertation et des indemnités conduit à un déficit d'acceptation locale. En retour, cette situation entraîne des retards de chantier et des surcoûts financiers substantiels. Par ailleurs, ces déplacements induisent des risques d'appauvrissement dont le seuil d'apparition demeure propre à chaque ménage (Vanclay, 2017). L'acceptabilité d'un tracé ne constitue donc pas un simple supplément d'âme dans la décision publique, elle en conditionne l'exécutabilité même et son évaluation relève tout autant des sciences de l'ingénieur que des sciences sociales.

Pour arbitrer entre différentes variantes, les méthodes d'aide à la décision multicritère s'imposent comme l'outil de référence. Elles permettent de ramener des grandeurs hétérogènes à une échelle commune, puis de les agréger au moyen de coefficients de pondération qui traduisent l'importance relative de chaque critère. La revue systématique menée par Broniewicz et Ogrodnik (2020) établit la prééminence du processus d'analyse hiérarchique (AHP) et de la méthode TOPSIS dans l'évaluation des projets de transport. Les applications consacrées au choix de tracé mobilisent aujourd'hui des familles de critères stabilisées : le coût de construction et des terrassements, la sécurité routière appréciée par la

conformité géométrique, les impacts environnementaux, les atteintes foncières sur le bâti et les activités, ainsi que l'accessibilité des zones desservies (Abdullah & Asmael, 2023; Gardziejczyk & Zabicki, 2017).

Deux sources d'incertitude ont jusqu'ici concentré l'attention des chercheurs. La première réside dans la normalisation des critères. Dans le cas du contournement de Księżyń, Gardziejczyk et Zabicki (2017) démontrent que le classement final des variantes dépend étroitement de la procédure de normalisation retenue. La seconde porte sur la détermination des poids. En comparant quatre méthodes de pondération sur un investissement routier, Broniewicz et Ogrodnik (2025) obtiennent également des classements différents selon la méthode appliquée.

Toutefois, ces deux débats laissent subsister trois lacunes conceptuelles. La première lacune, et la plus conséquente, tient au fait que la composition du jeu de critères est traitée comme un préalable indiscuté. Arrêtée par l'analyste ou reconduite à partir d'une grille existante, elle n'est presque jamais soumise à l'exigence de justification appliquée aux poids et à la normalisation. La deuxième lacune concerne l'origine même des pondérations. Celles-ci émanent le plus souvent de panels d'experts, conformément à la logique stricte de l'AHP (Jeddou et al., 2015; Mu et Pereyra-Rojas, 2017; Saaty, 1980). Lorsque des données de consultation populaire sont recueillies, elles servent à documenter l'acceptabilité d'une décision déjà actée plutôt qu'à éprouver le dispositif d'évaluation qui l'a produite, alors même que les priorités des riverains diffèrent systématiquement de celles des techniciens (Anciaes et al., 2017). La troisième lacune porte sur la temporalité de l'arbitrage. La littérature compare des variantes sans déterminer l'étape du cycle de projet à laquelle intervient la comparaison, alors que cette position temporelle conditionne directement la marge de manœuvre effective du décideur.

La traversée de la ville de Kalfou, située sur l'axe Tamaské–Tahoua, offre un terrain privilégié où ces trois lacunes peuvent être éprouvées simultanément. Le tracé retenu dans le dossier d'appel d'offres y franchit une dénivelée de 58 m en épousant la piste existante. Une variante a été identifiée à partir de levés topographiques, alors que le recensement contradictoire des biens affectés par le tracé initial était déjà en cours. Dès lors, trois interrogations guident cette recherche. Les deux tracés satisfont-ils les seuils géométriques du référentiel technique applicable, et quelles sont leurs conséquences respectives en matière de terrassements, d'impacts sur les réseaux et d'atteintes aux biens ? Le classement issu de l'agrégation multicritère dépend-il du vecteur de pondération retenu, surtout lorsque celui-ci émane successivement de chaque catégorie de parties prenantes ? Comment se structure, au sein de la population, l'acceptabilité sociale de la variante identifiée par l'analyse technique ?

Répondre à ces questions exige de croiser deux démarches menées en parallèle : d'une part, un volet technique appuyé sur des levés GNSS, l'analyse des pièces du marché et le recensement contradictoire des biens ; d'autre part, un volet social fondé sur la consultation de 101 parties prenantes. La contribution de cet article réside moins dans le tracé spécifique qu'il désigne que dans l'articulation méthodologique de ces deux volets. Elle établit qu'un désaccord persistant entre riverains et concepteurs peut n'être imputable ni à un défaut d'information des premiers, ni d'une divergence sur l'importance relative des critères, mais bien de l'incomplétude du jeu de critères lui-même. Cette incomplétude est démontrable dès lors que le classement se révèle insensible aux variations de poids.

2. Zone d'étude et contexte du projet

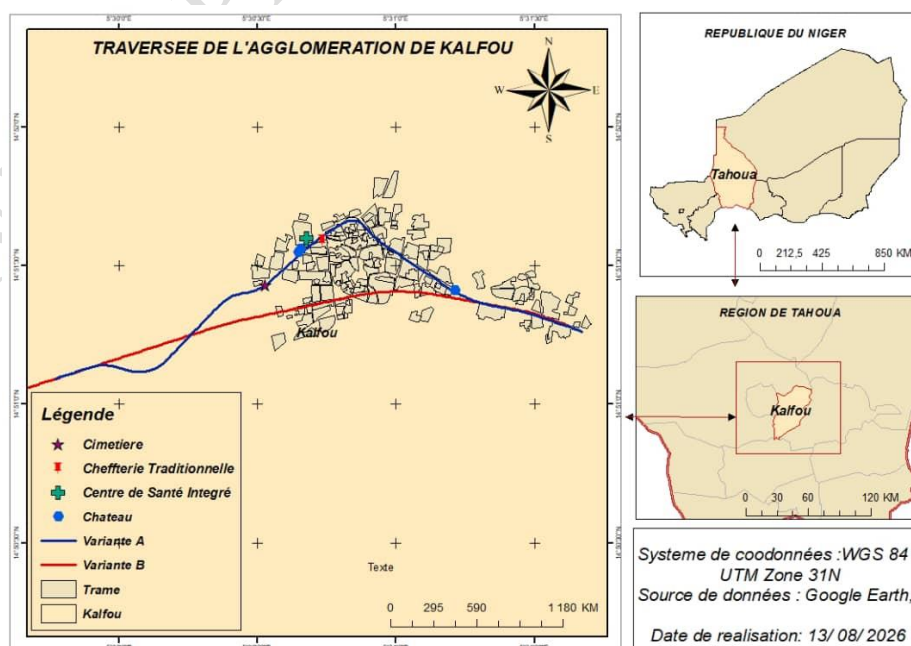
Le projet porte sur l'aménagement et le bitumage de deux axes dans la région de Tahoua, au centre-ouest du Niger : la section Tamaské–Mararraba (30 km) et la section Tamaské–Tahoua

(34,5 km). La présente étude se concentre exclusivement sur le second axe, plus particulièrement sur la traversée de la ville de Kalfou, située entre les PK 14 et 17 (Figure 1).

Le relief de cette zone se caractérise par une topographie accidentée, marquée par une succession de buttes et de versants abrupts délimitant des vallées encaissées. La localité de Kalfou est située de part et d'autre d'une rupture de pente. La partie basse, *Kalfou Rahi*, se situe à 431 m d'altitude, tandis que la partie haute, *Kalfou Dabagui*, s'élève sur le plateau à 489 m d'altitude. Cette dénivellée de 58 m au sein d'un même ensemble urbain constitue le déterminant géomorphologique de la problématique : toute liaison routière reliant les deux parties de la ville doit impérativement franchir cette déclivité, et les modalités de ce franchissement conditionnent la quasi-totalité des impacts sociaux, fonciers et techniques.

Sur le plan fonctionnel, l'infrastructure relève de la catégorie des routes communautaires, conformément aux orientations stratégiques de la CEDEAO et de l'UEMOA. La vitesse de projet retenue est de 80 km/h en traversée d'agglomération, soit la catégorie T80. Si l'emprise réglementaire standard est fixée à 50 m pour ce type de corridor, l'autorité contractante l'a ramenée à 20 m en agglomération afin de réduire le nombre de personnes affectées par le projet. La plateforme s'étend sur 10,00 m de largeur, dont 7,00 m de chaussée revêtue, avec des talus de déblai de 1/2 (H/V). Si cette réduction d'emprise procède d'une intention protectrice du tissu riverain, elle restreint les marges de manœuvre géométriques pour la conception de l'axe.

Dans la traversée, le tracé du dossier d'appel d'offres épouse le corridor de la piste historique, qui franchit la rupture de pente suivant la ligne de plus grande pente. Ce choix engendre un déblai continu dans la section haute du plateau ainsi qu'une succession de courbes de faible rayon. L'implantation effective du tracé sur le terrain a rapidement révélé l'ampleur des terrassements requis et le conflit entre le déblai et les réseaux d'adduction d'eau potable. Une recherche de tracés alternatifs a dès lors été engagée. Les deux options soumises à l'évaluation comparative sont désignées comme le tracé DAO (variante A) et la variante proposée (variante B). Enfin, conformément aux règles de confidentialité régissant les pièces de marché, ni la référence exacte de la commande publique, ni l'autorité contractante, ni les bureaux d'études ou entreprises prestataires ne sont nommément identifiés. L'analyse porte sur la rationalité des choix techniques et non sur la responsabilité des acteurs qui les ont élaborés.



3. Matériel et méthodes

3.1. Conception de l'étude et périmètre

La recherche repose sur une étude de cas unique menée selon un devis mixte convergent. Elle articule deux démarches menées simultanément puis confrontées : un volet technique fondé sur des levés topographiques et l'analyse des pièces du marché, d'une part, et un volet social appuyé sur une consultation des parties prenantes, d'autre part. Afin de garantir la pertinence des analyses, deux périmètres d'étude emboîtés sont définis. Le périmètre d'analyse géométrique et sociale s'étend du PK 14+800 au PK 17+800 et couvre l'intégralité du secteur où s'expriment les interactions entre le tracé routier, le tissu bâti et les perceptions des riverains. Le périmètre de comparaison des terrassements est strictement restreint à la zone de déclivité où s'observent des déblais importants et des divergences des profils en long, soit du PK 14+400 au PK 15+492 pour la variante A, et du PK 14+320 au PK 15+060 pour la variante B. Les volumes ne sont en effet comparés que sur la section où les deux profils en long divergent.

3.2. Données techniques

Les pièces contractuelles du projet ont fait l'objet d'un dépouillement systématique comprenant le dossier d'appel d'offres (DAO), l'avant-projet détaillé (APD), les rapports de dimensionnement hydrologique et géotechnique, les dossiers de plans ainsi que l'étude d'impact environnemental et social (EIES). Sur le terrain, l'axe du tracé de la variante A a d'abord été implanté afin de matérialiser l'emprise et d'exécuter les constats contradictoires. Les corridors praticables ont ensuite été relevés au GPS et leur faisabilité planimétrique vérifiée. Seul le corridor retenu pour la variante B a fait l'objet d'un levé complet du terrain naturel.

Les mesures ont été réalisées au moyen d'un récepteur GNSS Leica Viva GS14 en mode cinématique en temps réel (RTK), à partir d'une station de référence implantée localement, les coordonnées étant exprimées dans le système WGS 84. Conformément à la norme ISO 17123-8, les précisions nominales du matériel s'élèvent à 8 mm + 1 ppm en position horizontale et à 15 mm + 1 ppm en altimétrie pour une ligne de base inférieure à 30 km. L'implantation de l'axe de la variante A et le levé du corridor de la variante B ayant été rattachés à la même station, les deux tracés sont exprimés dans le même référentiel.

La conformité géométrique est appréciée au regard des seuils de l'Aménagement des routes principales (ARP), référentiel auquel les pièces du marché renvoient explicitement. Pour la catégorie T80 caractérisée par une vitesse de projet de 80 km/h, ces seuils imposent un rayon minimal en plan de 240 m, un rayon non déversé de 900 m et une déclivité maximale de 6 % (SETRA, 1994). Ce guide consacre un chapitre spécifique aux entrées et traversées d'agglomération. Le maintien d'une traversée y est traité de façon différenciée selon la typologie de l'axe : jugé cohérent pour une route de type R, il est signalé comme incohérent avec les choix généraux régissant le type T et défavorable à la sécurité routière, les exigences géométriques demeurant d'ailleurs identiques entre les catégories T80 et R80.

Le diagnostic d'inconformité posé dans la suite de l'étude s'avère indépendant de la catégorie retenue tout comme de l'édition du référentiel. Dans l'édition de 1994, le rayon minimal de la catégorie la plus basse, la R60, est fixé à 120 m. Dans l'édition de 2022, qui a refondu le cadre normatif en deux catégories, le seuil de la catégorie R2 est fixé à 125 m (Cerema, 2022). Le rayon relevé sur la variante A est inférieur aux deux seuils.

Enfin, un recensement contradictoire a été effectué sur les emprises des deux tracés, en présence effective des ayants droit. L'inventaire catégorise l'ensemble des biens affectés

comprenant les cours de concession, le bâti et les murs selon la nature des matériaux, les boutiques, les greniers, les puits, les parcelles agricoles ainsi que les équipements collectifs, culturels et funéraires. Les résultats sont présentés sous forme agrégée afin de garantir la stricte confidentialité des données nominatives recueillies.

3.3. Consultation des parties prenantes et protocole d'enquête

La consultation des parties prenantes a été menée auprès de 101 personnes. Les entretiens ont été réalisés en face à face, avec saisie directe sur tablette numérique via la plateforme KoboToolbox. La stratégie d'échantillonnage retenue est non probabiliste et raisonnée. Elle vise à couvrir l'ensemble des catégories d'acteurs directement concernés par la décision d'aménagement, et non à assurer une représentativité statistique au sens démographique. Sur les 70 répondants se déclarant directement concernés par le projet, 68 ont précisé leur statut d'intervention : 16 riverains de l'infrastructure, 26 usagers réguliers de la route, 21 représentants des autorités locales et 18 ingénieurs ou techniciens du secteur des transports, 13 répondants cumulent deux de ces qualités. Le dispositif de collecte repose ainsi sur la consultation d'un panel d'acteurs clés, et non sur une enquête classique auprès des ménages.

Le questionnaire mesure l'importance attribuée par chaque répondant à sept critères de choix de tracé, appréciée sur une échelle ordinale à cinq degrés. Il recueille ensuite la variante jugée la plus adaptée, les motifs de cette préférence, les inconvénients perçus, puis invite le répondant à attribuer sept effets impactants à l'une ou l'autre des variantes. Afin d'identifier les biais d'évaluation, un indicateur de réponse uniforme a été construit, qui prend la valeur 1 lorsqu'un enquêté attribue la même note à chacun des sept critères.

L'export brut des données de l'application ne documentant pas les étiquettes de valeur de l'échelle d'évaluation, l'orientation de celle-ci a été établie par recoupement interne. Quatre des sept critères évalués correspondent terme à terme à quatre des motifs de choix proposés dans le questionnaire. Or, le classement des critères par note d'importance moyenne déclarée et leur classement par fréquence de citation parmi les motifs s'avèrent strictement identiques. Le coefficient de corrélation des rangs de Spearman calculé entre ces deux séries s'élève à 1,00.

Tableau 1 : Validation de l'orientation de l'échelle d'importance

Critère	Importance moyenne déclarée	Rang	Motif cité (effectif)	Rang
Sécurité routière	3,90	1	62	1
Impact environnemental	3,68	2	45	2
Accessibilité des zones desservies	3,53	3	29	3
Coût de construction	3,23	4	14	4

Le consentement éclairé de chaque répondant a été recueilli préalablement à chaque entretien. Une information détaillée a été délivrée sur l'objet de l'étude, son cadre strictement académique, le caractère facultatif de la participation et le traitement exclusivement anonyme des données. En application des exigences d'éthique de la recherche, aucun nom, aucune coordonnée personnelle ni aucun identifiant technique d'appareil n'ont été enregistrés lors de la collecte.

3.4. Cadre d'évaluation et de comparaison multicritère

La comparaison repose sur une pondération additive simple et non sur une application stricte du processus d'analyse hiérarchique (AHP). Le schéma d'agrégation, comprenant la normalisation des indicateurs, le calcul d'un score pondéré additif et le contrôle de cohérence, est celui des applications courantes de l'AHP(Jeddou et al., 2015), seule sa première étape est écartée pour trois raisons. Une échelle d'importance ordinale ne fournit pas de comparaisons

par paires, et reconstruire une matrice à partir de rapports de moyennes produirait une matrice cohérente par construction, dont le ratio de cohérence serait nul et dépourvu de valeur diagnostique. La comparaison ne porte en outre que sur deux alternatives, de sorte que l'appareil du vecteur propre n'apporte aucune information. Enfin, le classement est insensible au vecteur de pondération appliqué. Au total, 28 indicateurs mesurables ont été renseignés sur les deux tracés et rattachés aux sept critères issus de la consultation des acteurs. Chaque indicateur est associé de manière univoque à un seul critère afin d'éviter tout double comptage.

Tableau 2 : Répartition des 28 indicateurs entre les sept critères

Critère	Nb	Indicateurs
Coût de construction	5	Volume de déblai, longueur développée, poteaux MT, poteaux BT, linéaire de réseau d'eau potable dans l'emprise
Impact environnemental	3	Champs de culture impactés, puits traditionnels, terrains nus consommés
Sécurité routière	3	Rayon minimal en plan, nombre de courbes, déclivité maximale
Accessibilité	2	Distance au centre de santé intégré, distance à la chefferie de canton
Habitations et activités	12	Cours de concession, bâti banco / semi-dur / dur, murs banco / semi-dur / dur, boutiques semi-dur / banco, greniers, cimetière, édifice cultuel
Facilité d'entretien	2	Hauteur maximale de déblai, longueur de la section en déblai
Contraintes topographiques	1	Volume de terrassement par mètre linéaire

Les unités de mesure sont hétérogènes et certaines valeurs sont nulles pour certains indicateurs. La normalisation par intervalle a été écartée au profit d'une normalisation par rapport régularisé. Pour un indicateur i et un tracé k , l'utilité brute $u(i, k)$ s'exprime ainsi :

$$u(i, k) = \frac{1}{x(i, k) + \varepsilon} \quad \text{si le sens de variation est décroissant}$$

$$u(i, k) = x(i, k) + \varepsilon \quad \text{si le sens de variation est croissant}$$

où ε vaut 1 % de la plus grande des deux valeurs observées, ce qui assure la finitude du rapport lorsqu'une valeur est nulle. Le rapport d'utilité est borné à 9, par analogie avec l'échelle de Saaty (2008), afin qu'un indicateur très favorable à un tracé ne domine pas l'agrégation :

$$r(i) = \min \left\{ 9 ; \frac{\max[u(i, A), u(i, B)]}{\min[u(i, A), u(i, B)]} \right\}$$

Les scores normalisés du tracé favorisé $s(i, \text{favorisé})$ et du tracé défavorisé $s(i, \text{défavorisé})$ sur l'indicateur i valent respectivement :

$$s(i, \text{favorisé}) = \frac{r(i)}{1 + r(i)} \quad \text{et} \quad s(i, \text{défavorisé}) = \frac{1}{1 + r(i)}$$

La somme de ces deux scores s'égale ainsi à l'unité. Le score partiel d'un tracé sur un critère j correspond à la moyenne des scores normalisés des indicateurs qui lui sont rattachés. Dès lors, le score global $S(k)$ du tracé k s'écrit :

$$S(k) = \sum_{j=1}^7 w(j) \times s(j, k)$$

où $w(j)$ désigne le poids normalisé attribué au critère j . Les scores globaux des deux variantes se somment à l'unité et s'interprètent directement comme la part relative de préférence accordée à chaque tracé.

Le poids d'un critère est obtenu en normalisant l'importance moyenne qui lui est attribuée lors des enquêtes. Neuf vecteurs de pondération distincts ont été soumis à l'agrégation :

- l'ensemble des répondants consultés ;
- le sous-échantillon restreint aux seuls questionnaires exempts de réponse uniforme (retenu comme vecteur de référence) ;
- le groupe des partisans déclarés de la variante B ;
- quatre vecteurs spécifiques correspondant chacun à l'une des quatre catégories d'acteurs identifiées (riverains, usagers, autorités, techniciens) ;
- une pondération uniforme égale pour l'ensemble des critères ;
- une matrice construite à partir des rapports de moyennes.

Comparer systématiquement les résultats selon les catégories d'acteurs permet de vérifier si la décision résiste à la pondération spécifique du groupe social qui la conteste.

Enfin, la robustesse de la décision a été analysée au moyen de la méthode du poids critique. Pour chaque critère j , l'analyse recherche la valeur seuil t^* de son poids qui égaliserait exactement les scores des deux variantes, les poids des six autres critères étant réajustés de façon proportionnelle. En notant d l'écart des scores partiels sur le critère j et e l'écart des scores agrégés sur les six autres critères rapporté à $(1 - w(j))$, le poids critique t^* est défini par la relation :

$$t^* = \frac{e}{d + e}$$

Tout critère dont le poids critique t^* sort de l'intervalle $[0 ; 1]$ ne peut renverser le classement. Cette vérification est régulièrement recommandée, mais rarement menée (Jeddou et al., 2015).

3.5. Analyse statistique

L'association entre le lieu de résidence et la variante préférée a été testée sur un tableau de contingence à deux entrées. Un effectif théorique étant inférieur à cinq, le test exact de Fisher bilatéral a été employé de préférence au khi-deux, l'intensité de la liaison est mesurée par le V de Cramér. La concordance des classements a été évaluée par le coefficient de Spearman au seuil de significativité de 5 %. L'échantillon étant non probabiliste, les tests servent à caractériser l'intensité des associations observées au sein du groupe et non à inférer sur une population de référence. Enfin, aucune comparaison inférentielle n'a été conduite entre les catégories de parties prenantes, 13 répondants relèvent simultanément de deux d'entre elles.

4. Résultats

4.1. Conformité géométrique et terrassements

Sept courbes ont été relevées sur l'axe en plan de la variante A entre les PK 15+385 et 17+781 (Tableau 3). Le rayon de 100 m implanté entre les PK 15+604 et 15+744 est inférieur de 58 % au minimum de 240 m exigé en catégorie T80, et de 17 % au minimum de 120 m de la catégorie R60. Cette courbe n'est conforme à aucune catégorie du référentiel normatif et se situe dans la traversée de l'agglomération, en sortie immédiate de la zone de déblai. Quatre courbes présentent un rayon de 250 m, soit 4 % au-dessus du seuil critique, et une seule sur sept atteint le rayon non déversé de 900 m. Les six autres imposent un dévers, avec les contraintes de raccordement des accès riverains que cela entraîne en milieu urbain.

Tableau 3 : Rayons de courbure de la variante A

Du PK	Au PK	Rayon (m)	Rm = 240 m	Rnd = 900 m
-------	-------	-----------	------------	-------------

Du PK	Au PK	Rayon (m)	Rm = 240 m	Rnd = 900 m
15+385	15+569	– 425	Conforme	Dévers requis
15+604	15+744	100	Non conforme	Dévers requis
15+793	16+067	1 300	Conforme	Dévers non requis
16+336	16+548	– 250	Conforme	Dévers requis
16+559	16+760	250	Conforme	Dévers requis
17+214	17+545	– 250	Conforme	Dévers requis
17+569	17+781	250	Conforme	Dévers requis

Le signe indique le sens de la courbure. La conformité est appréciée à la valeur absolue. Sur l'ensemble de la zone de modification, la variante A compte 10 courbes pour 4 074 m, soit 2,45 courbes par kilomètre, contre quatre courbes pour 3 612 m pour la variante B, soit 1,11 par kilomètre.

Une objection doit être soulevée. Le référentiel autorise, pour les projets en relief difficile, des dérogations aux rayons minimaux. Trois facteurs interdisent d'invoquer ce régime dans le cas présent. Le changement de catégorie doit intervenir lors d'une rupture topographique ou à l'entrée d'une agglomération en cas d'évolution progressive du relief, ce qui exclut d'appliquer une telle section dérogatoire au cœur même de la traversée. Les conditions d'enchaînement des éléments géométriques imposent une visibilité satisfaisante en approche du point singulier, alors que la courbe de 100 m succède immédiatement à une section en déblai dont les talus masquent cette visibilité. Enfin, la vitesse de référence de 80 km/h fixée par le projet est incompatible avec les tolérances prévues pour le relief difficile.

Le profil en long de la variante A (figure 2), présente une déclivité maximale de 4,30 %, inférieure au plafond de 6 % et raccordement en angle saillant de rayon 15 000 m sur 691,60 m, très supérieur au minimum de 3 000 m exigé en T80. La non-conformité porte sur le tracé en plan. En revanche, celui-ci soulève une difficulté d'une autre nature. La traversée s'effectue en déblai continu sur 1 091,85 m, avec des hauteurs à l'axe excédant 16 m entre les PK 14+850 et 14+876, jusqu'à un sommet de 16,37 m.

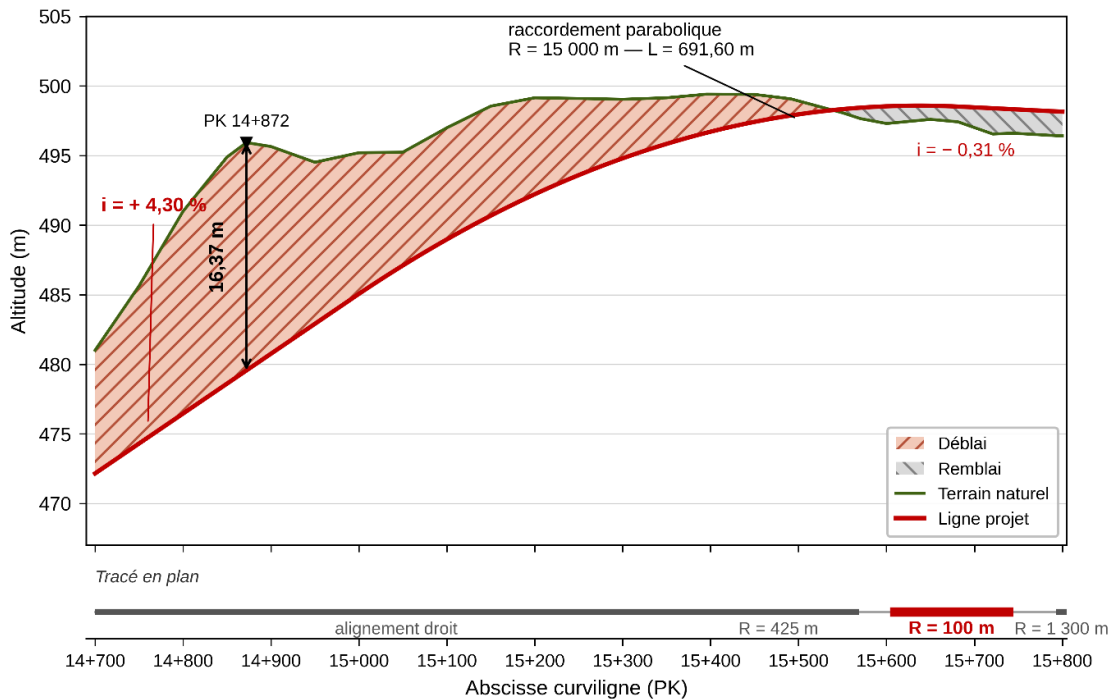


Figure 2 :Extrait du profil en long de la variante A avec repérage du point le plus profond

Compte tenu d'une plateforme de 10,00 m et de talus inclinés à 1/2, l'emprise en tête atteint 22,48 m au droit du profil le plus profond. Le volume de déblai généré s'élève à 142 659 m³, soit un ratio de 130,7 m³ par ml. Ce choix technique découle de la décision de franchir la dénivelée de 58 m par une tranchée dans le plateau plutôt que par un contournement, ce qui préserve la desserte de proximité au prix d'une forte concentration des emprises dans la zone bâtie la plus dense.

La variante B propose des rayons en plan compris entre 1 000 et 2 000 m. La valeur minimale correspond à 4,17 fois le seuil réglementaire et franchit le seuil du rayon non déversé. Aucune courbe ne requiert de dévers. Le nombre total de courbes s'abaisse de 10 à quatre et la longueur développée est ramenée de 4 074 à 3 612 m, soit un gain linéaire de 462 m. Les hauteurs de déblai restent inférieures à 5 m sur une section de 740 m, pour un volume de 40 234 m³, soit 54,4 m³ par ml, ce qui représente une réduction de 71,8 % par rapport au tracé initial.

En contrepartie, la déclivité maximale passe de 4,30 % à 5,98 % (figure 3). Bien que conforme au plafond de 6 %, cette valeur laisse une faible marge de 0,02 %, ce qui la rend vulnérable aux tolérances d'exécution du profil en long.

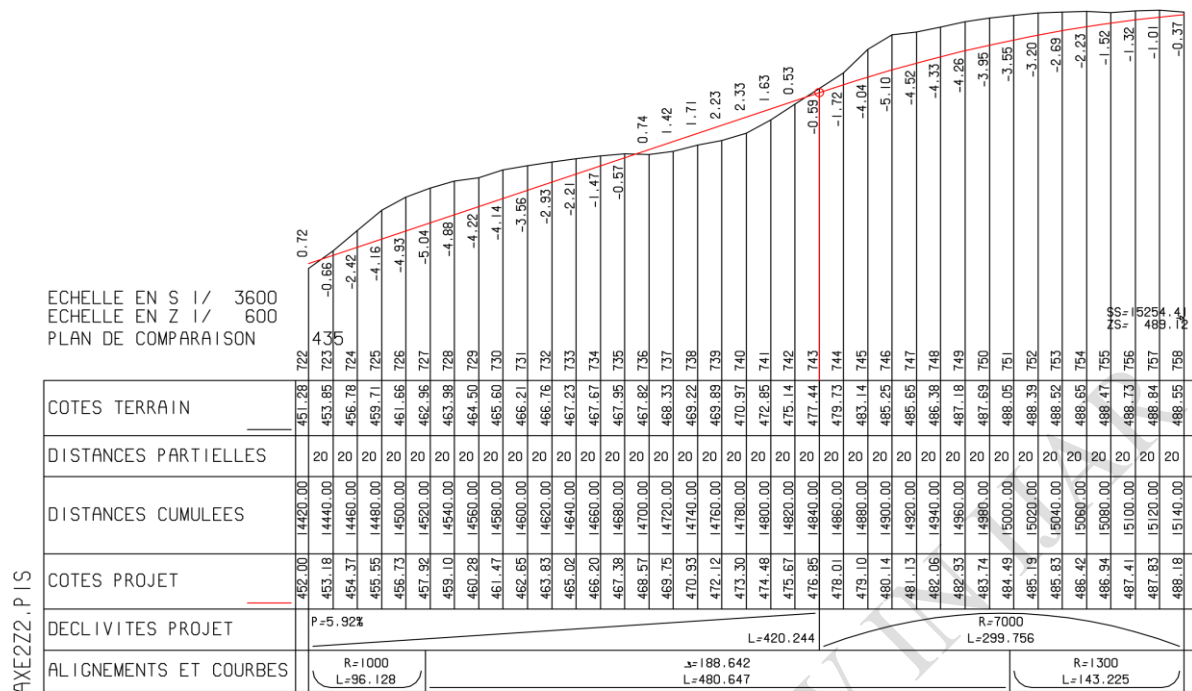


Figure 3 :Profils en long de la variante B du Pk 14+420 au Pk 15+140

4.2. Réseaux, équipements et biens affectés

Le déblai profond place la variante A en conflit direct avec les réseaux de l'agglomération. Ce tracé affecte trois châteaux d'eau : l'un, situé au PK 14+850, doit être délocalisé avec ses conduites, tandis que les deux autres se trouvent au pied de talus. De plus, le réseau de distribution, d'installation récente, est affecté sur plus de 300 ml. Concernant le réseau électrique, la variante A nécessite la dépose et la réimplantation de 16 supports électriques dont six de moyenne tension et 10 de basse tension (figure 4).



Figure 4 : Château d'eau et supports électriques impactés par la variante A

À contrario, la variante B évite entièrement les châteaux d'eau, le réseau d'eau potable et l'alignement de poteaux électriques, seuls trois puits traditionnels sont affectés contre un seul. Les deux options présentent des interférences distinctes avec les équipements collectifs et les espaces communautaires. La variante A traverse le cimetière à l'entrée ouest sur 941 m² avec des sépultures situées directement dans l'axe, passe à seulement 20 m du centre de santé intégré et longe la chefferie de canton. La variante B, quant à elle, contourne intégralement le cimetière, s'écarte du centre de santé et de la chefferie d'environ 500 m, mais empiète sur 24,88 m² d'une mosquée et implique le déplacement de l'aire d'abattage. Ces atteintes ne sauraient se compenser de façon strictement arithmétique. L'exhumation et le déplacement de

sépultures engagent des procédures familiales et coutumières dont la complexité, la durée et la sensibilité sociale dépassent celles de la reconstruction d'un mur d'enceinte.

Le recensement contradictoire révèle une situation contraire aux conclusions tirées du seul bilan des terrassements. Sur l'emprise de la variante A, 45 ayants droit ont été recensés contre 61 pour la variante B, soit une augmentation de 36 % du nombre de personnes impactées. La variante A s'inscrit dans le corridor de la piste existante au sein d'un tissu bâti dense. Elle affecte un nombre restreint de propriétaires, mais touche plus lourdement des locaux commerciaux mieux construits, des réseaux techniques et un site funéraire. Inversement, la variante B traverse un habitat éparé en banco. Elle affecte davantage de propriétaires, mais avec des préjudices individuels plus légers. Elle impacte sur 3995 m² de surfaces agricoles supplémentaires, soit 18 % de plus.

Deux spécificités foncières doivent être soulignées. Les surfaces des cours de concession ont doublé sur la variante B, passant de 10 294 à 20 542 m². Il s'agit d'espaces non bâtis dont la perte modifie l'usage sans détruire le bâtiment principal. Le poids dans l'indemnisation est inférieur à celui du bâti à surface égale. En revanche, 186 m² de bâti en dur, représentatif de la catégorie de construction dont le coût de reconstruction au mètre carré est le plus élevé, apparaît exclusivement sur la variante B.

La comparaison fait donc apparaître un arbitrage complexe plutôt qu'une relation de dominance. La supériorité technique et géométrique de la variante B ne s'étend pas au volet foncier. Les typologies de recensement présentent de légères divergences de libellés. Si l'écart de 36 % sur le nombre d'ayants droit demeure important, les variations par catégorie de biens doivent être interprétées comme des ordres de grandeur.

Tableau 4 : Biens affectés par catégorie sur chacun des deux tracés

Catégorie de bien	Unité	Variante A	Variante B	Écart
Personnes affectées	u	45	61	+ 16
Cours de concession	m ²	10 294	20 542	+ 10 248
Bâti en banco	m ²	650	834	+ 184
Bâti semi-dur	m ²	249	311	+ 62
Bâti en dur	m ²	0	186	+ 186
Murs en banco	ml	1 174	1 310	+ 136
Murs semi-dur	ml	123	219	+ 96
Murs en dur	ml	20	20	0
Boutiques semi-dur	m ²	146	0	- 146
Boutiques en banco	m ²	42	154	+ 112
Greniers	u	8	11	+ 3
Champs de culture	m ²	21 781	25 776	+ 3 995

4.3. Préférences et structure de l'acceptabilité

Parmi les 96 répondants ayant exprimé leur préférence, 80 jugent la variante B plus adaptée, soit 83,3 %, contre 15 en faveur de la variante A. Les sept critères d'évaluation obtiennent des notes moyennes comprises entre 3,23 et 3,90 sur une échelle de 5. La sécurité routière se place en tête et le coût de construction en dernière position (tableau 5). Cette faible amplitude s'accompagne d'écarts-types élevés et d'un biais de réponse uniforme chez 25 des 77 questionnaires complets, soit 32,5 %.

Tableau 5 : Importance déclarée des sept critères

Critère	n	Moyenne	Écart-type	Part de notes	Rang
Sécurité routière	94	3,90	1,43	55,3 %	1
Impact environnemental	98	3,68	1,50	48,0 %	2
Facilité d'entretien	95	3,64	1,61	50,5 %	3
Contraintes géologiques et topographiques	96	3,64	1,53	46,9 %	4
Impact sur habitations et activités	96	3,59	1,59	46,9 %	5
Accessibilité des zones desservies	95	3,53	1,49	43,2 %	6
Coût de construction	93	3,23	1,73	41,9 %	7

Les motifs spontanément invoqués confirment la primauté de la sécurité routière avec 62 citations, suivie de la réduction des impacts environnementaux 45, de l'amélioration de l'accessibilité 29 et de la maîtrise des coûts 14. Les quatre seuls motifs libres formulés soutiennent tous la variante A et relèvent d'une même logique : l'attachement aux habitudes d'itinéraire et la proximité immédiate du domicile. Marginales en fréquence, ces formulations désignent un critère absent des sept familles proposées.

L'imputation des effets conforte l'adhésion à la variante B. Les quatre nuisances soumises à évaluation sont attribuées à la variante A par 92 à 95 répondants, tandis que les trois bénéfices attendus sont rattachés à la variante B par 81 à 91 répondants (tableau 6).

Tableau 6 : Attribution des effets perçus à chacun des deux tracés

Effet soumis à l'attribution	Nature	Attribué à la variante A	Attribué à la variante B
Expropriation ou déplacement forcé	Nuisance	92	4
Risques environnementaux	Nuisance	95	2
Nuisances sonores et pollution	Nuisance	95	1
Variante causant le plus de dommages	Nuisance	92	6
Réduction du temps de trajet	Bénéfice	7	91
Meilleure sécurité	Bénéfice	5	90
Développement économique local	Bénéfice	13	81
Impact positif sur le quotidien du répondant	Bénéfice	17	74

Si cette unanimité reflète une perception partagée des enjeux techniques, elle traduit également un effet de halo. La baisse d'adhésion observée sur l'item d'impact personnel, avec 74 réponses favorables à la variante B, montre que l'assentiment faiblit lorsque le projet interfère directement avec la situation individuelle du répondant.

Cette préférence majoritaire n'est pas uniformément répartie. Elle se structure selon deux dimensions convergentes, la localisation résidentielle et la qualité au regard du projet (tableau 7). À Kalfou *Rahi*, 13 des 17 répondants soutiennent la variante A, contre 2 des 61 au centre de l'agglomération. L'association entre le lieu de résidence et le choix du tracé est forte, comme en témoignent le test exact de Fisher ($p \approx 8,7 \times 10^{-11}$) et le V de Cramér (0,776). Le rejet de la variante B ne relève pas d'une opposition irrationnelle au projet, mais d'une défense ciblée de l'accessibilité au seul quartier que la variante A dessert directement. Rapportée à la qualité déclarée, l'adhésion suit une progression monotone, d'un peu plus du quart chez les riverains à la moitié chez les usagers réguliers et atteint la totalité chez les ingénieurs et techniciens.

Tableau 7 : Variante préférée selon le lieu de résidence et la qualité déclarée.

Catégorie	n	Variante A	Variante B	Aucune	Part pour la variante B
Lieu de résidence					
Kalfou Rahi	17	13	4	0	23,5 %
Kalfou centre	61	2	58	1	95,1 %
Tahoua	12	0	12	0	100 %
Kolloma	4	0	4	0	100 %
Qualité au regard du projet					
Riverain	16	11	4	0	26,7 %
Usager de la route	26	12	13	0	52,0 %
Autorité locale	21	1	19	1	90,5 %
Ingénieur ou technicien	18	0	15	0	100 %

Les groupes d'acteurs s'opposent de façon parfaitement miroir quant à l'importance relative des critères (tableau 8). Riverains et usagers positionnent le coût de construction au premier rang et la facilité d'entretien au dernier. À l'inverse, ingénieurs et techniciens placent la facilité d'entretien au sommet des priorités, tandis que les autorités placent le coût de construction en queue du classement. Le riverain n'a en effet aucune raison de valoriser l'entretien d'un ouvrage dont il ne supporte pas la charge, tandis que le technicien raisonne sur le cycle de vie de l'infrastructure.

Tableau 8 : Poids et rangs des critères par groupe de parties prenantes

Critère	Riverains	Usagers	Autorités locales	Techniciens
Coût de construction	16,8 % (1)	15,9 % (1)	13,4 % (7)	14,6 % (1)
Impact environnemental	16,5 % (2)	15,5 % (2)	14,5 % (3)	14,6 % (1)
Sécurité routière	15,4 % (3)	15,3 % (3)	15,6 % (1)	14,3 % (5)
Accessibilité des zones desservies	14,5 % (4)	14,4 % (4)	14,7 % (2)	13,5 % (7)
Impact sur habitations et activités	14,2 % (5)	13,6 % (5)	13,8 % (5)	13,9 % (6)
Facilité d'entretien	10,5 % (7)	12,4 % (7)	14,1 % (4)	14,6 % (1)
Contraintes géologiques et topographiques	12,1 % (6)	13,0 % (6)	13,8 % (5)	14,6 % (1)

4.4. Agrégation et robustesse du classement

L'évaluation multicritère construite sur les 28 indicateurs attribue à chaque option un couple de scores partiels complémentaires (tableau 9). Le score global consolidé s'établit à 0,451 pour la variante A contre 0,549 pour la variante B, soit un écart relatif de 17,9 %.

La variante B domine le classement sur quatre des sept familles de critères, à savoir : contraintes géologiques et topographiques, coût de construction, facilité d'entretien et sécurité routière. Son avantage ne provient pas d'un surclassement ponctuel, mais d'un gain régulier et modéré distribué sur l'ensemble de ces domaines. La variante A l'emporte sur trois critères : accessibilité, impact environnemental et impact sur les habitations. L'accessibilité est le seul critère sur lequel un tracé creuse un écart décisif et fournit à elle seule près d'un quart de la note globale du tracé initial.

Tableau 9 : Scores partiels, poids et contributions des deux tracés par critère

Critère	Poids	Score partiel A	Score partiel B	Contribution A	Contribution B
Coût de construction	11,8 %	0,199	0,801	0,023	0,094

Critère	Poids	Score partiel A	Score partiel B	Contribution A	Contribution B
Impact environnemental	14,4 %	0,596	0,404	0,086	0,058
Sécurité routière	16,0 %	0,323	0,677	0,052	0,108
Accessibilité des zones desservies	13,5 %	0,900	0,100	0,122	0,014
Impact sur habitations et activités	15,0 %	0,567	0,433	0,085	0,065
Facilité d'entretien	14,8 %	0,322	0,678	0,048	0,101
Contraintes géologiques et topographiques	14,5 %	0,245	0,755	0,036	0,110
Score global	100 %	—	—	0,451	0,549

L'agrégation a été réitérée à l'identique sur l'ensemble des neuf vecteurs de pondération définis par les groupes d'acteurs, sans modifier les scores partiels (figure 5). Le classement demeure invariant dans les neuf configurations. L'écart relatif fluctue entre 16,2 % et 19,8 %. Le résultat le plus significatif concerne le groupe des riverains. Lorsque le modèle est appliqué en adoptant exclusivement le système de valeurs et les priorités déclarées par ce sous-échantillon, la variante B demeure désignée comme l'option optimale avec un écart de 16,2 %. Le modèle décisionnel, alimenté par les préférences explicites des riverains, contredit ainsi leur vote direct qui rejetait pourtant la variante à près de trois contre un. L'évaluation de la stabilité des résultats au moyen des poids critiques (tableau 10) confirme la solidité du classement et identifie les zones de fragilité.

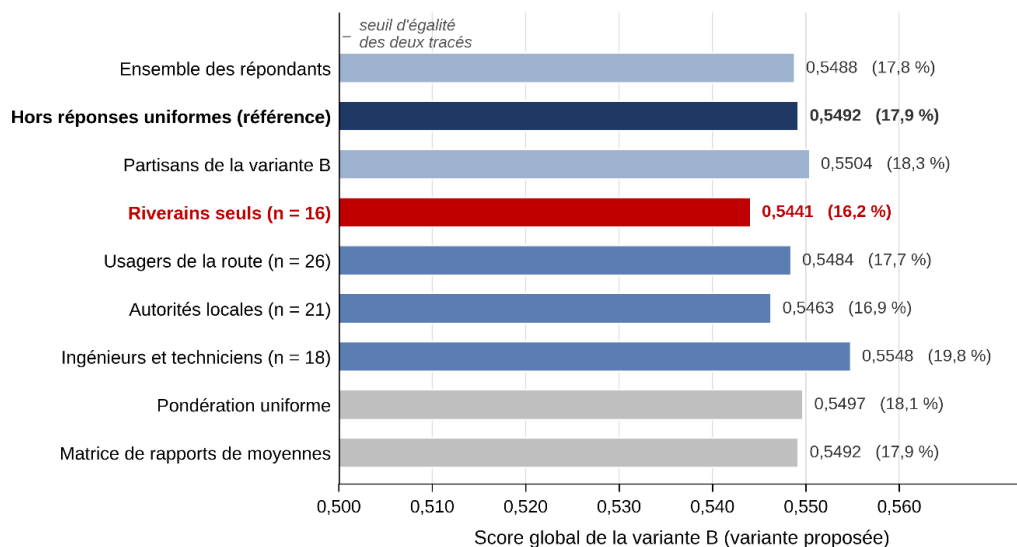


Figure 5 : Score global des deux tracés selon les neuf vecteurs de pondération testés

Tableau 10 : Poids critique de chaque critère et possibilité d'inversion du classement

Critère	Poids actuel	Poids critique t*	Inversion possible ?
Coût de construction	11,8 %	– 0,055	Non
Impact environnemental	14,4 %	0,434	Oui, à 43,4 %

Sécurité routière	16,0 %	– 0,164	Non
Accessibilité des zones desservies	13,5 %	0,230	Oui, à 23,0 %
Impact sur habitations et activités	15,0 %	0,510	Oui, à 51,0 %
Facilité d'entretien	14,8 %	– 0,177	Non
Contraintes géologiques et topographiques	14,5 %	– 0,060	Non

Un poids critique en dehors de l'intervalle [0 ; 1] signifie qu'aucune valeur admissible du poids de ce critère ne peut renverser le classement.

Quatre critères sur sept présentent un poids critique négatif, ce qui signifie qu'aucune modification de leur pondération ne peut inverser le choix de la variante B. Pour l'impact environnemental et l'impact sur les habitations, l'inversion exigerait de tripler leur poids respectif, jusqu'à 43,4 % et 51,0 %, des niveaux totalement absents des enquêtes, où le poids maximal attribué à un critère ne dépasse jamais 16,8 %. Seule l'accessibilité présente une sensibilité réelle. Il suffirait de porter son poids de 13,5 % à 23,0 %, soit un coefficient 1,7 fois supérieur à la référence, pour inverser le classement au profit de la variante A. L'accessibilité constitue donc la seule véritable variable charnière du modèle décisionnel.

5. Discussion

Le constat qu'un tracé validé au stade du dossier d'appel d'offres comporte une non-conformité géométrique caractérisée relève de l'expertise technique et vaut pour la seule traversée de Kalfou. Ce qui excède ce cas particulier et fonde sa portée scientifique tient à trois observations conjointes. Les deux premières observations soulignent que la variante A affecte davantage d'ayants droit et que son acceptabilité décroît régulièrement avec la proximité à l'emprise, sans que cette opposition puisse être imputée à un défaut d'information puisque 98 répondants sur 99 déclarent connaître les variantes. Enfin, l'agrégation multicritère continue de la désigner lorsqu'on la pondère par les priorités des opposants.

La littérature consacrée au choix de tracé s'est organisée autour de deux sources principales d'incertitude, à savoir la normalisation des critères et la détermination des poids (Broniewicz & Ogrodnik, 2020, 2025; Gardziejczyk & Zabicki, 2017). Le cas de Kalfou se situe à l'opposé de cette configuration théorique. Neuf vecteurs de pondération, dont quatre sont issus de catégories d'acteurs diamétralement opposées, produisent le même classement. Cette insensibilité n'est certes pas une propriété générale, puisqu'elle tient à la comparaison exclusive de deux alternatives et à la répartition des avantages sur plusieurs critères, mais elle emporte une conséquence méthodologique qui se généralise. Lorsque la variation des poids est sans effet sur le résultat final, la source résiduelle d'incertitude ne peut résider que dans la composition du jeu de critères lui-même, paramètre pourtant presque toujours traité comme une donnée préalable et indiscutable de l'analyse. L'effort d'explicitation de la modélisation devrait ainsi porter en priorité sur la définition du périmètre des critères retenus.

L'examen critique du jeu d'indicateurs déployé à Kalfou le confirme. Le critère d'accessibilité, plus proche substitut de la préoccupation exprimée par les riverains tout en présentant le poids critique le plus bas, se trouve réduit dans le modèle à deux distances métriques simples. Or, les motifs que les habitants formulent spontanément ne renvoient à aucune d'entre elles. Ils désignent plutôt une continuité d'usage entre la voie et le tissu riverain, laquelle s'incarne dans l'accès direct à la chaussée depuis la concession, la visibilité commerciale d'une devanture ou la familiarité d'un parcours quotidien. Aucun des 28 indicateurs du modèle ne mesure cette continuité, et aucune opération d'agrégation ne saurait la produire à partir d'une simple distance physique à un équipement public. En deuxième lieu, le modèle traite le cimetière et l'édifice culturel comme des surfaces commensurables, ce qui neutralise la charge symbolique et coutumière inhérente aux espaces funéraires et aux

démarches d'exhumation. En troisième lieu, l'évaluation compte les personnes affectées sans considérer la distribution de la perte subie. Un modèle additif ne distingue pas une atteinte lourde supportée par un petit groupe de ménages d'une atteinte légère distribuée sur une population nombreuse. Cette absence de distinction s'avère pourtant déterminante au regard des risques d'appauvrissement que la littérature associe aux déplacements induits par les grands projets (Vanclay, 2017), le seuil à partir duquel une perte devient irréversible pour un ménage ne dépend pas du nombre de ménages concernés.

Ces résultats recoupent partiellement les constats établis pour l'Afrique subsaharienne, tout en s'en écartant sur un point essentiel. Kahangirwe et Vanclay (2024) identifient l'acquisition foncière comme la principale source d'impacts sociaux dans les projets routiers, et l'insuffisance de la concertation comme le facteur clé qui transforme ces impacts en conflit ouvert. Le cas de Kalfou confirme le premier terme de cette analyse. Le foncier est bien le poste sur lequel les deux tracés se départagent le plus nettement, mais il en nuance le second. Dans le cas présent, la consultation des populations a bien été conduite et le niveau d'information s'est révélé massif, sans pour autant résorber le désaccord. Ce n'est donc pas la concertation qui a fait défaut, mais bien la capacité du dispositif d'évaluation qu'elle alimentait à restituer la rationalité des acteurs. Comme le soulignent Anciaes et al. (2017), les priorités attribuées à une infrastructure routière par les riverains diffèrent systématiquement de celles retenues dans les évaluations techniques. Les hiérarchies de critères mesurées à Kalfou fournissent une preuve directe.

Par ailleurs, les travaux sur l'acceptabilité locale des équipements décrivent généralement une décroissance de l'opposition à mesure que s'accroît la distance à l'infrastructure, selon une dynamique classique de coûts localisés face à des bénéfices diffus (Devine-Wright, 2009; Lewicka, 2011). La configuration observée à Kalfou présente un comportement exactement inverse, car les répondants installés au plus près de l'emprise soutiennent le tracé qui les exproprie. Cette inversion tient à la nature même de l'infrastructure en milieu urbanisé, où une route en traversée d'agglomération ne constitue pas seulement une nuisance localisée, mais demeure le support principal de l'accès et de l'activité. La proximité représente ainsi simultanément le coût, sous forme d'emprise et de risque routier, et le bénéfice, sous forme de desserte immédiate et de chalandise commerciale, le signe de la relation dépendant de leur arbitrage local. Les motifs invoqués par les riverains relèvent directement de ce que Devine-Wright (2009) conceptualise comme un attachement au lieu, lequel constitue un déterminant distinct du simple calcul coûts-avantages. Le cas de Kalfou en offre une illustration paradoxale, où la conduite protectrice de l'espace vécu s'exerce en faveur du tracé plus destructeur. Il en découle que l'hypothèse implicite selon laquelle le contournement du bâti réduirait le conflit social ne se vérifie pas en traversée d'agglomération.

Il convient dès lors de comprendre comment un tracé comportant un rayon de courbure de 100 m a pu franchir les étapes successives de validation des études. Un premier élément d'explication réside dans le choix du référentiel technique. Les pièces du dossier renvoient à l'Aménagement des Routes Principales (ARP), conçu pour les sections rases hors agglomération, sans qu'aucun corpus normatif propre aux traversées urbaines ne soit invoqué. Ce glissement référentiel a contribué à ce qu'une valeur aussi faible ne soit pas immédiatement détectée comme anormale. L'hypothèse la plus économe reste néanmoins que le tracé a été calé sur le fil de la piste existante. L'optimisation a porté sur le linéaire et la continuité de la desserte plutôt que sur la conformité géométrique. Ce choix de conception s'inscrit dans une logique d'évitement des déplacements de population, à laquelle procède également la réduction de l'emprise réglementaire de 50 à 20 m, mais il a eu pour effet de reporter l'ensemble de la contrainte sur la géométrie, puis sur les terrassements, et enfin sur

les réseaux enterrés. Le déblai de 16 m ne constitue pas un accident isolé de conception, mais bien la conséquence mécanique de la décision de franchir une dénivelée de 58 m sans s'écarter du bâti existant.

Le second enseignement porte sur la chronologie de la décision. Au moment où la variante B a été formulée, le recensement des biens affectés par le tracé DAO était déjà engagé et certains ayants droit avaient entrepris des démarches administratives en vue de leur indemnisation. À ce stade, toute modification du tracé devient extrêmement coûteuse, non plus sur le plan technique, mais sur le plan social, dans la mesure où elle vient défaire des attentes juridiques et économiques constituées. Ce mécanisme rejoint les observations de Kinuthia et al. (2021) sur le contournement Est de Nairobi, où la seule annonce du projet a suffi à déclencher des subdivisions parcellaires et des transactions spéculatives avant même l'ouverture du chantier. Les effets sociaux d'un tracé se matérialisent dès sa divulgation. L'arbitrage entre variantes doit par conséquent intervenir avant le lancement du recensement foncier, faute de quoi la décision perd sa nature technique pour devenir une gestion de crise.

De ces constats découlent trois autres implications opérationnelles directes. Premièrement, la vérification de la conformité géométrique en traversée urbaine doit constituer une étape d'audit formalisée et autonome, distincte de l'examen du profil en long. Deuxièmement, la superposition du levé de l'emprise et du plan de récolement des réseaux doit être exigée comme pièce contractuelle obligatoire, car les châteaux d'eau et les conduites d'eau impactés à Kalfou n'apparaissaient dans aucun document initial. Troisièmement, la desserte de proximité supprimée par la variante B devrait être rétablie par l'aménagement d'une bretelle de raccordement. Le coût d'un tel ouvrage demeure sans commune mesure avec l'économie des 102 425 m³ de déblai qu'elle permet de réaliser. Cet aménagement a d'ailleurs été suggéré par deux répondants lors des enquêtes.

Si les valeurs numériques rapportées dans cette étude restent spécifiques au site, trois éléments du dispositif le sont moins. Le premier réside dans la confrontation systématique du tracé projeté au référentiel géométrique opposable, préalablement à toute analyse multicritère. Lorsqu'une non-conformité normative est caractérisée, elle constitue un fait technique non négociable que l'évaluation multicritère ne doit en aucun cas servir à relativiser. Le deuxième repose sur l'usage des vecteurs de pondération propres à chaque catégorie de parties prenantes, non comme outil d'agrégation consensuelle, mais comme test de robustesse décisionnelle. Vérifier si la hiérarchie des options s'inverse sous les valeurs du groupe qui la conteste constitue en effet une démarche peu coûteuse et d'un rendement argumentatif. Le troisième tient à l'attention portée à la nature du bâti affecté plutôt qu'à sa seule métrique surfacique. Dans un contexte où coexistent le banco, le semi-dur et le dur, une comparaison exprimée en mètres carrés agrégés masque des écarts de coût de reconstruction et de vulnérabilité des ménages d'un ordre de grandeur. La configuration décrite, celle d'une petite ville sahélienne installée sur une rupture de pente, à habitat dense en banco le long de l'axe, dotée d'un réseau d'adduction enterré sous l'emprise et soumise à une emprise restreinte, caractérise un grand nombre de traversées d'agglomération sur les itinéraires communautaires ouest-africains en cours de modernisation.

6. Conclusion

Cette étude a comparé deux alternatives de tracé pour la traversée de Kalfou sur la base des levés topographiques par GNSS, d'un recensement contradictoire des biens affectés et d'une enquête auprès de 101 parties prenantes. Le tracé figurant au dossier d'appel d'offres comporte un rayon de courbure de 100 m, inférieur au minimum de toute catégorie du référentiel applicable. Ce projet initial impose en outre un volume de déblai de 142 659 m³ qui met en cause la conservation des infrastructures existantes en impactant trois châteaux

d'eau, 16 supports électriques, plus de 300 m de conduites d'adduction d'eau potable et 941 m² de surface funéraire. La variante proposée corrige cette non-conformité normative, réduit les volumes de terrassement de 71,8 % et épargne l'intégralité de ces réseaux, mais affecte 61 ayants droit contre 45 pour le tracé initial et éloigne la chaussée du centre de santé et de la chefferie locale.

L'agrégation multicritère pondérée départage ces effets en faveur de la variante proposée avec un écart relatif de 17,9 %. L'analyse de sensibilité révèle que ce classement demeure invariant quel que soit le vecteur de pondération appliqué. En effet, neuf configurations de poids, établies à partir des priorités déclarées des riverains, des usagers, des autorités locales et des techniciens, aboutissent sans exception au même ordre de préférence.

C'est précisément de cette insensibilité décisionnelle que découle la conclusion principale de cette recherche. Bien que les riverains rejettent la variante à une majorité de près de trois contre un, le modèle d'évaluation continue de désigner cette même variante, alors qu'il est pondéré selon leurs propres priorités déclarées. L'analyse donne pourtant raison aux habitants sur plusieurs aspects de leur quotidien, car ils sont plus nombreux à subir des expropriations et à perdre la proximité immédiate de deux équipements collectifs. Il en résulte que le désaccord entre les techniciens et la population ne porte pas sur l'importance relative des critères, mais sur la définition même de leur périmètre. Ce que les riverains invoquent spontanément, à savoir la continuité d'usage entre la voie et le tissu bâti, n'appartient pas au jeu d'indicateurs et ne saurait être produit par aucune opération d'agrégation.

Une analyse multicritère ne peut arbitrer que ce qu'elle a mesuré. Ses résultats ne sauraient ainsi être opposés aux riverains comme preuve du caractère infondé de leur position. Ils indiquent seulement que, dans les limites strictes de son propre périmètre, le classement demeure stable. Reconnaître cette frontière épistémologique ne fragilise aucunement la recommandation technique, mais précise la portée et désigne clairement ce qui doit être pris en charge par d'autres moyens que le calcul, au premier rang desquels figure le rétablissement de la desserte de proximité. Deux prolongements méthodologiques paraissent dès lors indispensables pour approfondir ces résultats. Le premier réside dans une évaluation économique comparative intégrant le coût des terrassements, le montant des indemnités d'éviction et les dépenses liées au déplacement des réseaux techniques. Le second repose sur la conception d'indicateurs d'accessibilité renouvelés, capables de formaliser la continuité d'usage entre la voie et le bâti riverain.

Références

- Abdullah, M., & Asmael, N. (2023). Analytic hierarchy process for evaluation of transportation alternatives on the Karkh side of Baghdad. *Journal of Engineering and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.31272/jeasd.27.6.8>
- Anciaes, P. R., Metcalfe, P. J., & Heywood, C. (2017). Social impacts of road traffic : Perceptions and priorities of local residents. *Impact assessment and project appraisal*, 35(2), 172-183.
- Biber-Freudenberger, L., Bogner, C., Bareth, G., Bollig, M., Dannenberg, P., Diez, J. R., Greiner, C., Mtweve, P. J., Klagge, B., & Kramm, T. (2025). Impacts of road development in sub-Saharan Africa : A call for holistic perspectives in research and policy. *IScience*, 28(2).
- Broniewicz, E., & Ogrodnik, K. (2020). Multi-criteria analysis of transport infrastructure projects. *Transportation Research Part D-transport and Environment*, 83, 102351. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102351>

- Broniewicz, E., & Ogrodnik, K. (2025). Application Potential of MCDM/MCDA Methods in Transport—Literature Review and Case Study. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su17177671>
- Cerema. (2022). *Aménagement des routes principales (ARP) : Routes ordinaires, routes à trois voies affectées ou artères interurbaines*. Cerema. Bron. ISBN : 978-2-37180-564-4 (Les références). <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/592036/amenagement-des-routes-principales-arp-routes-ordinaires-routes-a-trois-voies-affectees-ou-arteres-i>
- Devine-Wright, P. (2009). Rethinking NIMBYism : The role of place attachment and place identity in explaining place-protective action. *Journal of community & applied social psychology*, 19(6), 426-441.
- Gardziejczyk, W., & Zabicki, P. (2017). Normalization and variant assessment methods in selection of road alignment variants – case study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(4), 510-523. <https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1210223>
- Jeddou, M. B., Kalboussi, W. B., & Dhouibi, A. (2015). Application de la méthode AHP pour le choix multicritères des fournisseurs. *Revue Marocaine de Recherche en Management et Marketing*, (12), Article 12. <https://doi.org/10.48376/IMIST.PRSM/remarem-v0i12.3772>
- Kahangirwe, P., & Vanclay, F. (2024). Social impacts arising from road infrastructure projects in Sub-Saharan Africa : Better management of social issues is needed in road construction, upgrading and rehabilitation. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 42(4), 309-322.
- Khanani, R. S., Adugbila, E. J., Martinez, J. A., & Pfeffer, K. (2021). The Impact of Road Infrastructure Development Projects on Local Communities in Peri-Urban Areas : The Case of Kisumu, Kenya and Accra, Ghana : The Impact of Road Infrastructure Development Projects on Local Communities in Peri-Urban Areas : The Case of Kisumu, Kenya and Accra, Ghana. *International journal of community well-being*, 4(1), 33-53.
- Kinuthia, H., Majale, C., & Letema, S. (2021). Influence of public policy planning on peri-urban land speculation in (Greater) Eastern Bypass in Nairobi Metropolitan. *Land Use Policy*, 107, 105515.
- Lewicka, M. (2011). Place attachment : How far have we come in the last 40 years? *Journal of environmental psychology*, 31(3), 207-230.
- Mu, E., & Pereyra-Rojas, M. (2017). Understanding the Analytic Hierarchy Process. In *SpringerBriefs in Operations Research* (p. 7-22). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33861-3_2
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process : Planning, Priority Setting, Resource Allocation* (2^e éd., Vol. 1). McGraw-Hill International Book Company.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83. <https://doi.org/10.1504/ijssci.2008.017590>
- SETRA (1994). *Aménagement des routes principales (sauf les autoroutes et toutes express à deux chaussées)—Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route*. Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA). Bagnaux.
- Vanclay, F. (2017). Project-induced displacement and resettlement : From impoverishment risks to an opportunity for development? *Impact Assessment and Project Appraisal*, 35(1), 3-21.