



Intitulé de la PRESENTATION

Choix de la meilleure variante d'un projet routier pour la substitution d'un tronçon situé dans une zone vulnérable aux inondations à l'aide d'outils SIG et AMC

Présentée par: Dr. ZAOUI Mohamed

Membre du Laboratoire LMPC

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM (ALGERIE)

Plan de l'exposé

1 - Introduction

2 - Problématique

3 – Localisation de la zone d'étude

4 - Organisation d'une BDRS

5 - Méthodes multicritères

6 – Résultats & Discussions

7 – Conclusion & perspectives

Introduction

- Effectuer le meilleur choix est le but de chaque service lorsqu'il est devant une situation de prise de décision**
- Ces décisions engagent en général des moyens financiers colossaux**
- Par ailleurs l'une des particularités du territoire qui rend la prise de décision difficiles est son aspect multicritères**
- Ces critères sont en général conflictuels**
- Les méthodes d'analyse multicritères sont les plus appropriées pour résoudre ce genre de situation complexe**

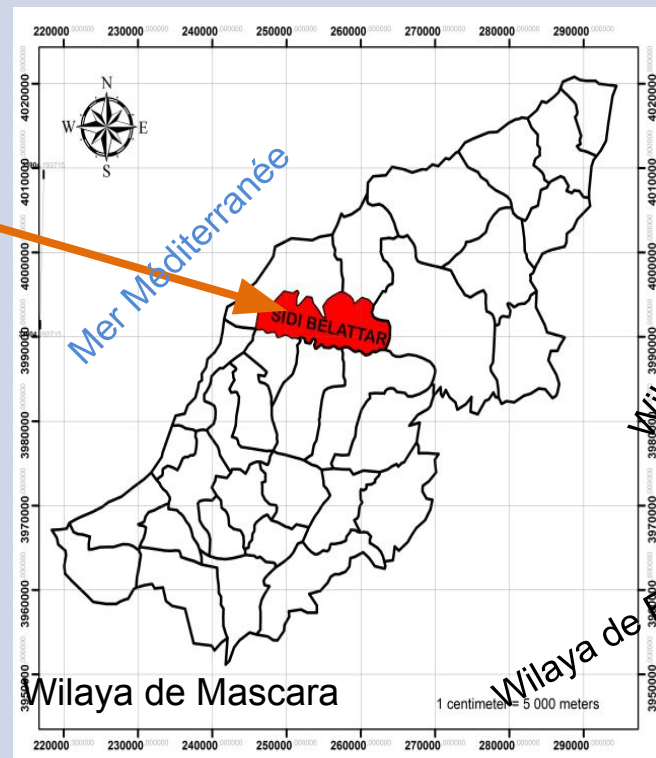
Problématique

* Le Problème de choix du meilleur projet routier est complexe et fait intervenir de nombreux critères de nature qualitatif et quantitatif différentes, pouvant avoir un effet contradictoire et une importance inégale.

- La maîtrise de cette complexité nécessite l'utilisation de méthodes, de techniques et d'outils d'analyse puissants, capables de gérer et d'analyser des données géolocalisées de types et d'origines diverses,
- L'objectif principal de cette étude est d'adapter les outils SIG et AMC , afin de proposer la meilleure variante parmi les tracés routiers
- En vue de renouveler une partie connexe vulnérable de la CW42 et la CW60 reliant l'agglomération de Sidi Bellatar à la RN 90, entièrement inondée au cours de cette dernière décennie et notamment durant la crue exceptionnelle du 17/01/2017;

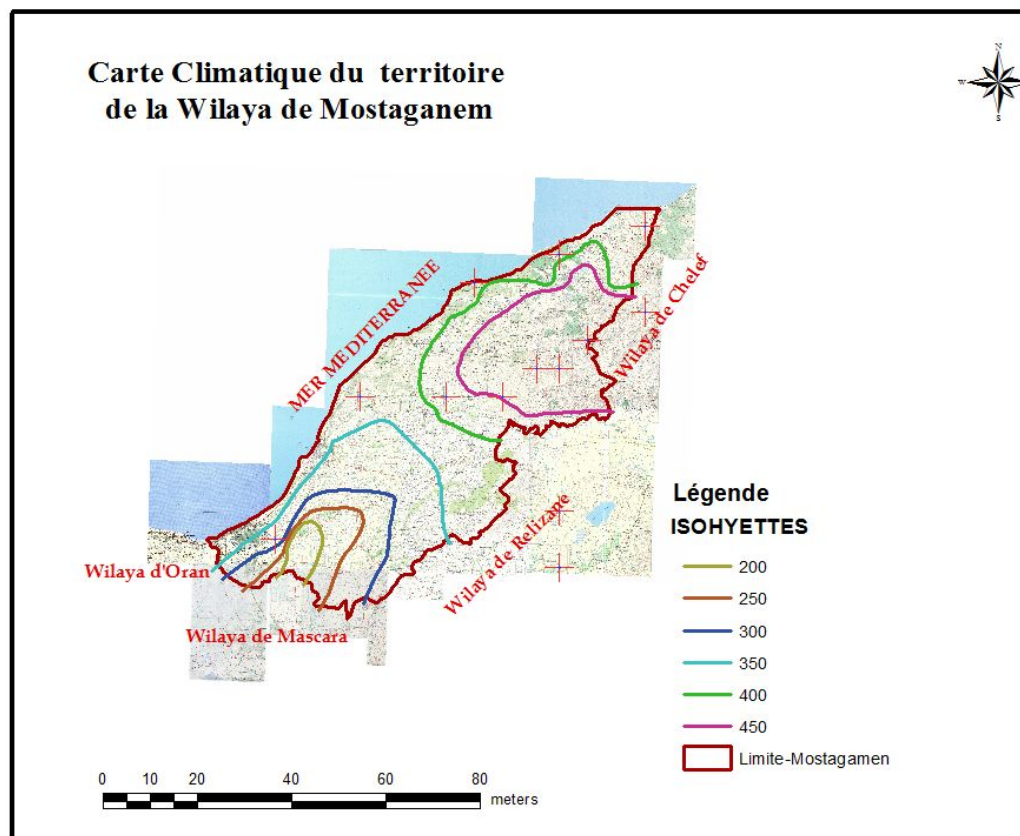


Localisation

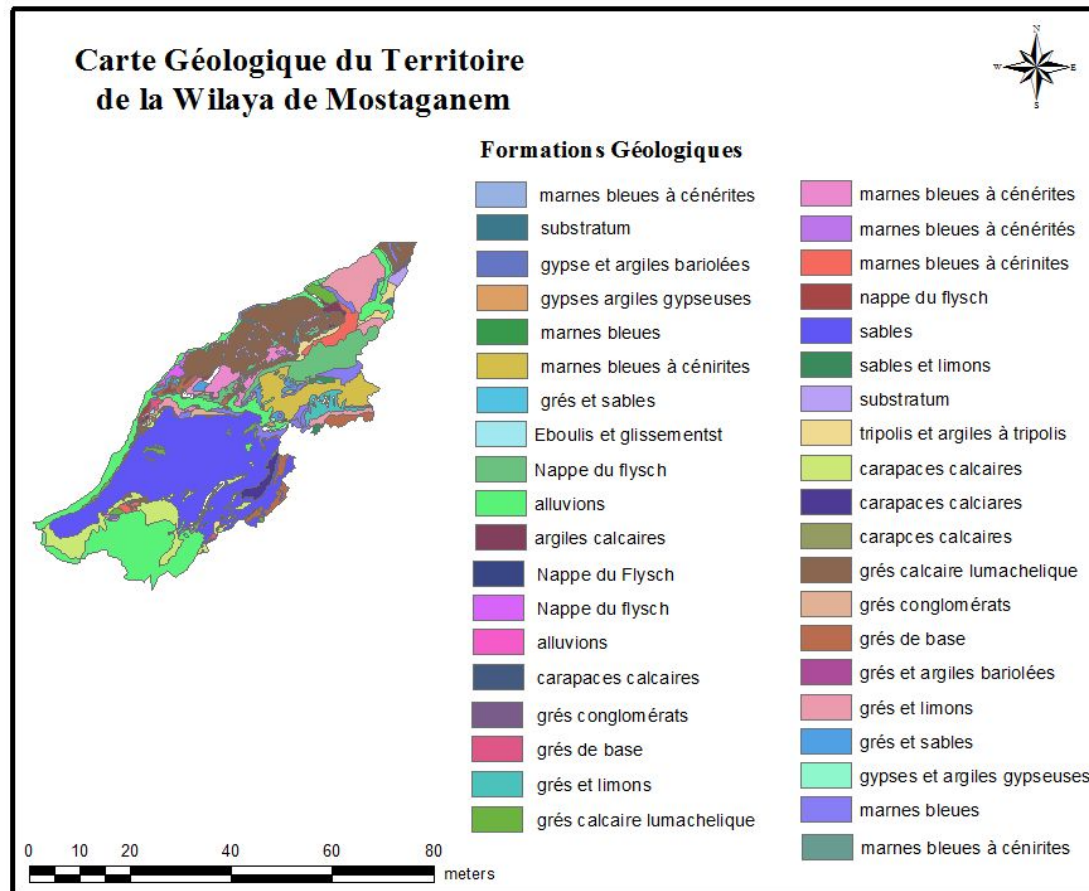


Superficie 8800 ha
 Population 6794 habitants (RGPH 2014)
 Précipitation moyenne annuelle de 360 mm
 Température maximale de 28 °
 Température minimale de 9°
 Caractérisé par un climat semi aride
 Réseau Hydrographique dense
 Géomorphologie marquée par une pénéplaine ondulée

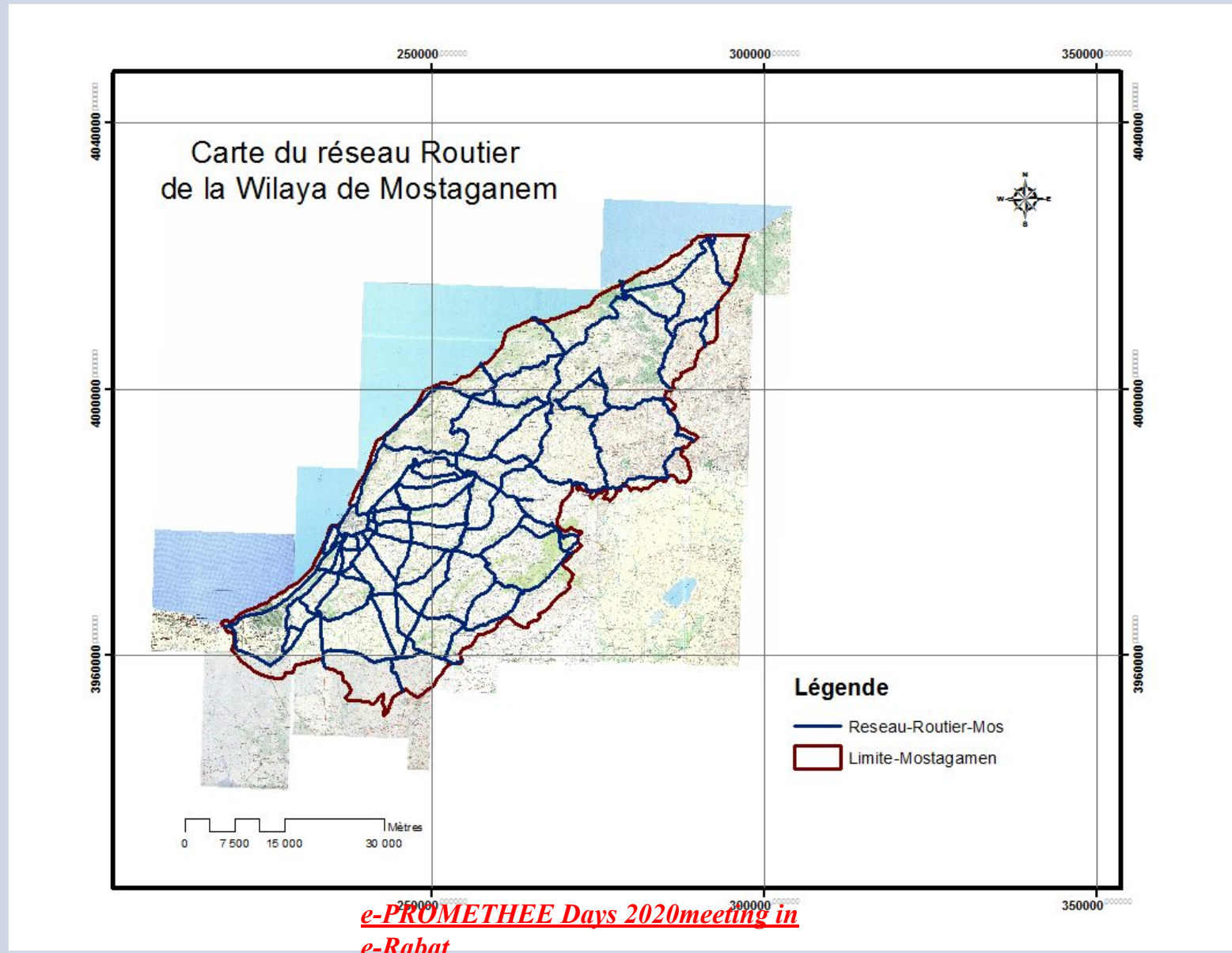
STRUCTURATION DES COUCHES D'INFORMATIONS



STRUCTURATION DES COUCHES D'INFORMATIONS



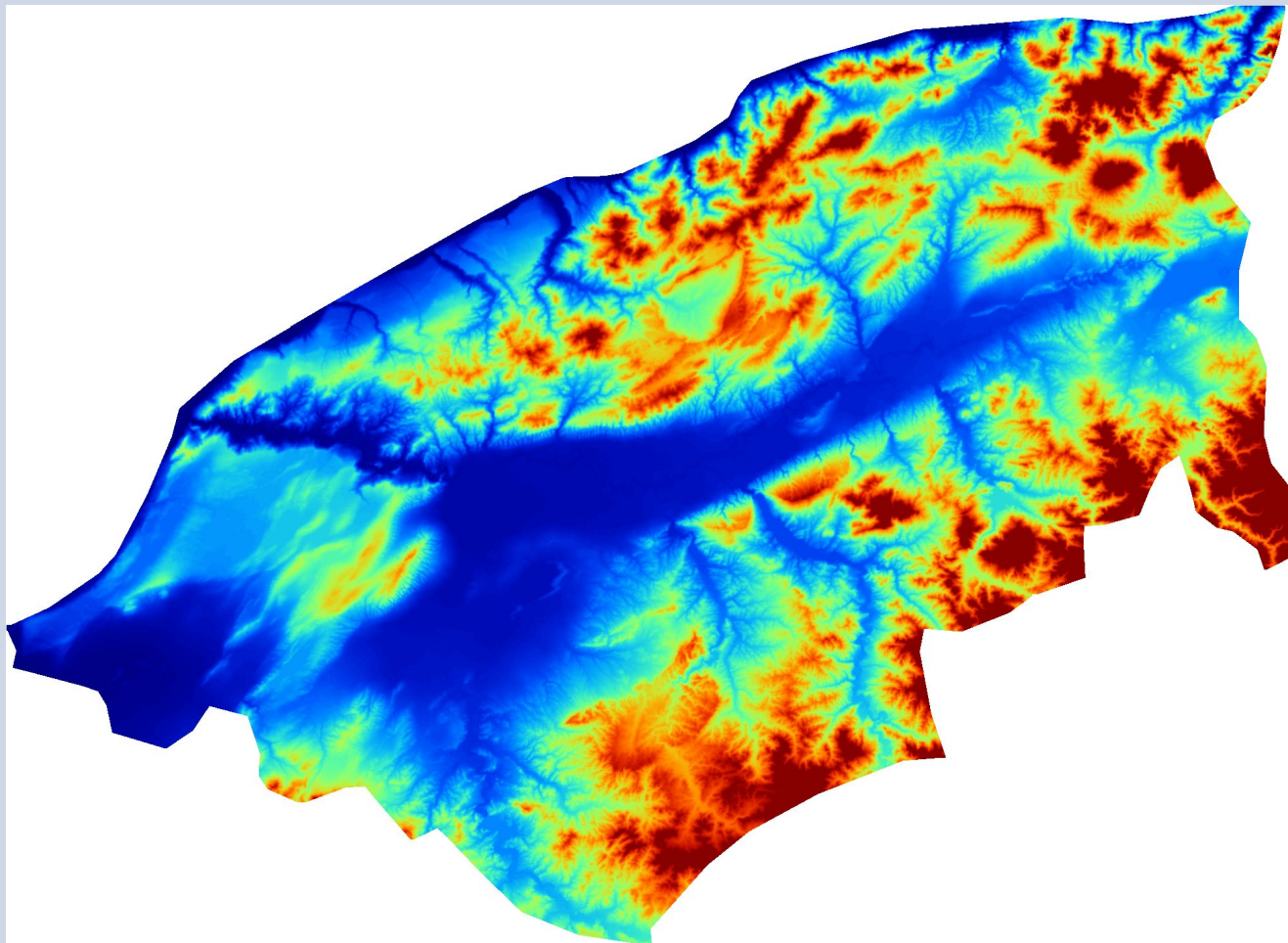
STRUCTURATION DES COUCHES D'INFORMATIONS



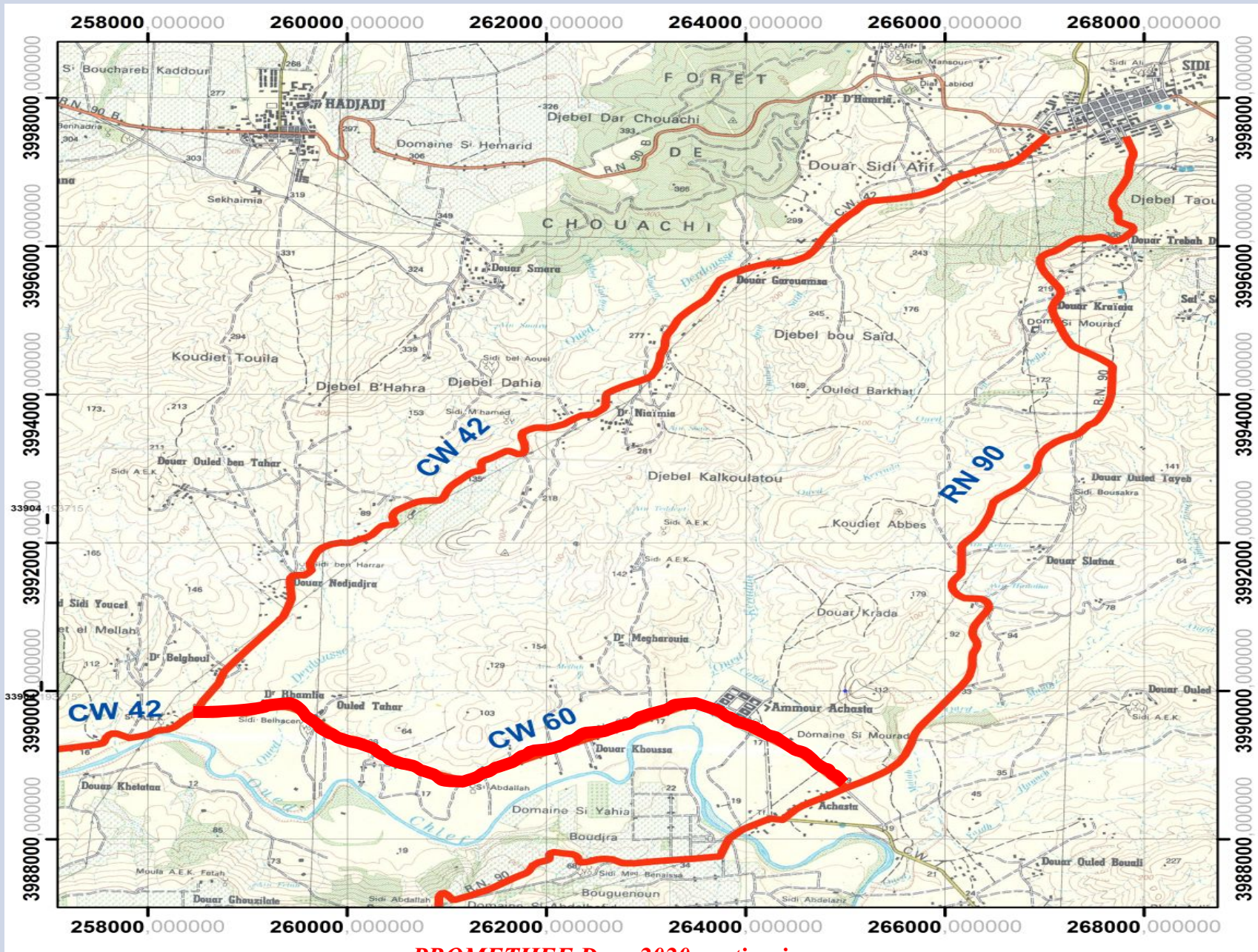


STRUCTURATION DES COUCHES D'INFORMATIONS

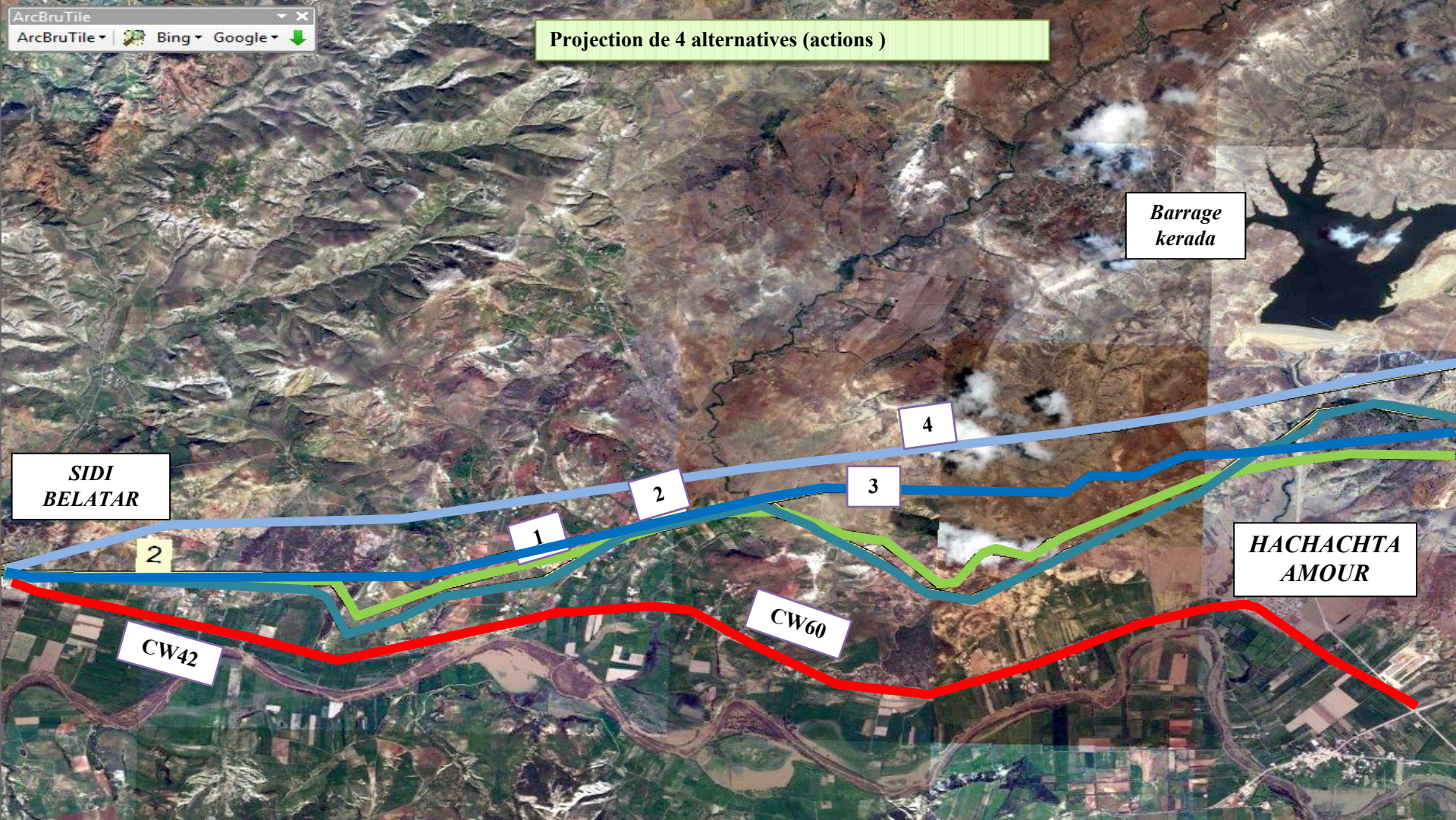
Modèle Numérique de terrain de la région d'étude



RESEAU EXISTANT DANS LA ZONE D'ETUDE



VARIANTES



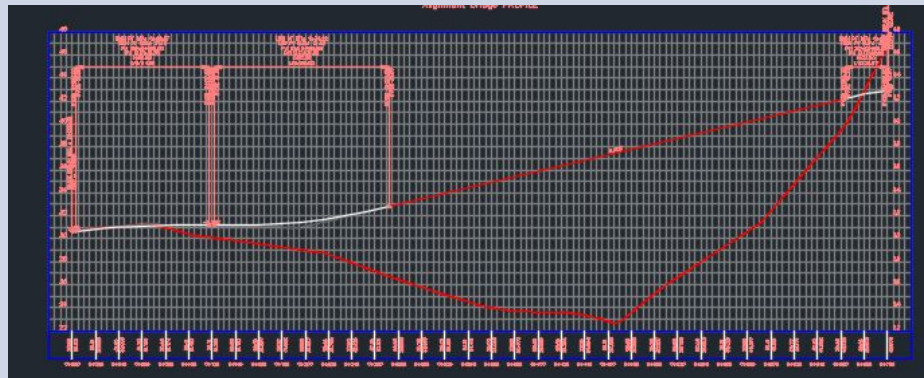
PLANIFICATION ET CONCEVOIR DES PROJETS D'INFRASTRUCTURE ROUTIER EN 3 DIMENSION

CONSTRUCTION DU PROJET

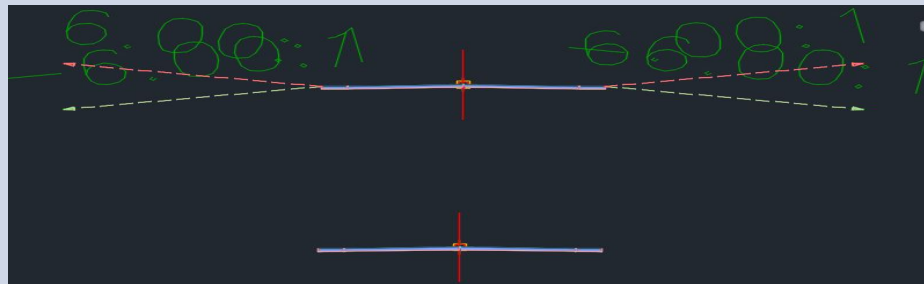
TRACE EN PLAN



PROFIL EN LONG



PROFIL EN TRAVERS



LES METHODES MULTICRITERES

Nous catégorisons les méthodes multicritères en 03 catégories:

- **Méthodes élémentaires ou basiques**
 - Somme pondérée ou produit pondéré;
- **Optimisation mathématiques**
- **Les méthodes d'aide à la décision multicritère:**
 - **A agrégation complète: Approche des critères unique de synthèse;**
 - TOPSIS, AHP, etc.....
 - **A agrégation partielle: approche de surclassement de synthèse;**
 - ELECTRE, PROMETHEE-GAIA, etc ...

Formalisation d'un Problème Multicritère

- Considérons le problème multicritères suivant:
 - $\text{Max}\{g_1(a), g_2(a), \dots, g_j(a), \dots, g_k(a) \mid a \in A\}$
 - Où A est un ensemble fini d'Alternatives
 $\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$
 - Et $\{g_1, g_2, \dots, g_i, \dots, g_n\}$ un ensemble de critères d'évaluation.
-
- ❑ Critères à minimiser ou à Maximiser
 - ❑ L'attente du décideur est d'identifier une alternative optimisant tous les critères.
 - ❑ Il n'existe aucune alternative optimisant tous les critères en même temps.

METHODOLOGIE DE CLASSEMENT

DEFINITION DU PROBLEME

IDENTIFICATION DES
ALTERNATIVES

ELIMINER LES
VARIANTES QUI NE
REPONDENT PAS AUX
EXIGENCES DES
PARTIES PRENANTES

GÉNÉRER LES CRITÈRES
POUR ÉVALUER LES
ALTERNATIVES

RECUEILLIR JUGEMENT
DES PARTIES PRENANTES
SUR L'IMPORTANCE
RELATIVE DES CRITERES

FORMER LA MATRICE DE DECISIONS DES
ALTERNATIVES SUR DES CRITERES D'EVALUATION

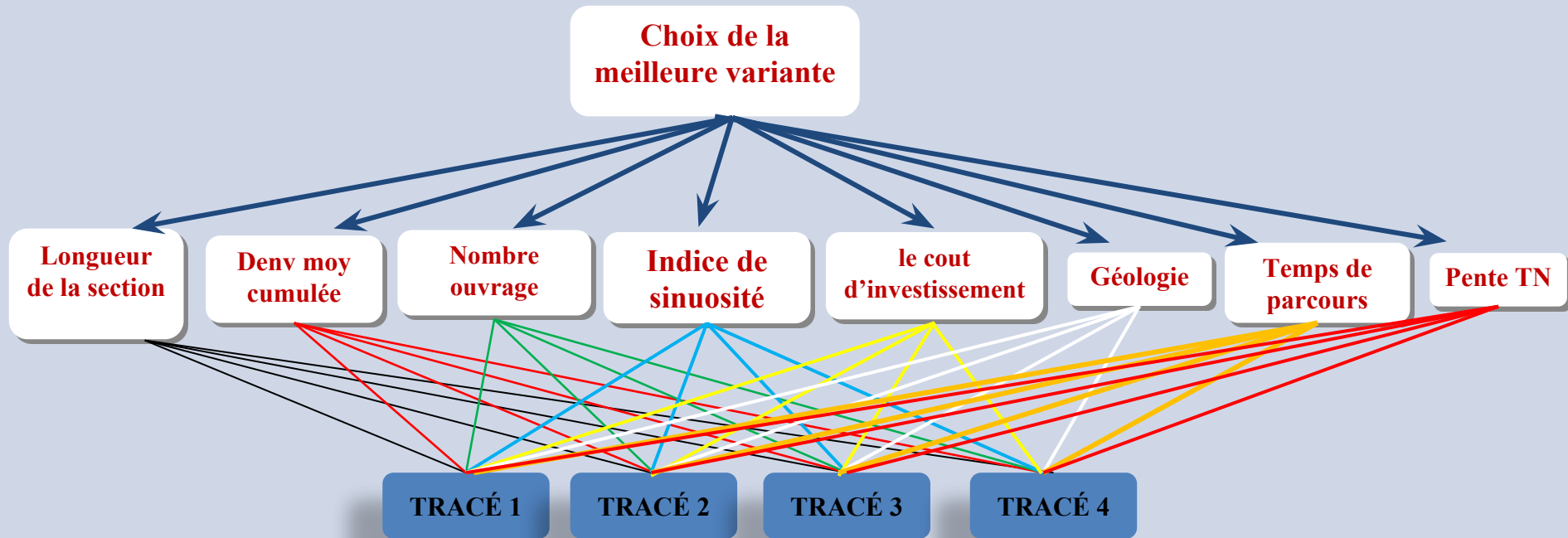
CLASSER LES
ALTERNATIVES

PROCEDER A UNE
ANALYSE DE
SENSIBILITE

METHODE AHP

- Méthode proposée par SAATY en 1980;
- Simplicité dans son principe et dans son application;
- Appliquées dans une multitude de travaux scientifiques;
- Débute par la définition de l'objectif Principal à atteindre ou la décision à prendre;
- L'objectif est décomposé en structure hiérarchique de critères et de sous critères, dans le dernier niveau hiérarchique nous retrouvons les actions (alternatives) à évaluer;
- Facilité d'implémentation;

STRUCTURE HIÉRARCHIQUE PAR LA MÉTHODE AHP (SAATY)



LES DIFFERENTES ETAPES DE LA METHODE AHP

- **ETAPE1:** Décomposition du problème en une hiérarchie d'éléments inter reliés, Au sommet de la hiérarchie, on trouve l'objectif, et dans les niveaux inférieurs, les éléments coucouant atteindre cet objectif, Le dernier niveau est celui des actions,
- **ETAPE2:** Procéder à des comparaisons par paires des éléments de chaque niveau hiérarchique, Cette étape permet de construire des matrices de comparaisons, les valeurs sont obtenues par la transformations des jugements en valeurs numériques selon l'échelle de SAATY (Echelle de comparaison binaire), tout en respectant le Principe de réciprocité.

$$A = a_{ij} \text{ avec } a_{ii} = 1 \text{ et } a_{ji} = 1/a_{ij}$$

- **ETAPE3:** Déterminer l'importance relative des éléments en calculant les vecteurs propres correspondants aux valeurs propres correspondants aux valeurs propres maximales des matrices de comparaisons,
- **ETAPE4:** On calcul d'abord, l'indice de cohérence IC: $IC = \frac{\lambda_{max}-1}{n-1}$ et le ratio de cohérence (RC) exprimé par: $RC = 100 * \frac{IC}{AIC}$

NB: Une valeur de RC inférieure à 10% est généralement acceptable, sinon, les comparaisons par paires doivent être révisées pour réduire les incohérences.

- **Etape 5 :** Etablir la performance relative de chacune des actions.

MATRICE DE COMPARAISON ET LES POIDS D'IMPORTANCE RELATIFS AUX CRITÈRES D'ÉVALUATION

	<i>Section length</i>	<i>Average overall elevation</i>	<i>Mean sinuosity</i>	<i>Distance from the flooded area</i>	<i>Number of tructures</i>	<i>Investment cost</i>	<i>Géologie</i>	<i>Travel time</i>	<i>Slope natural terrain</i>
<i>Section length</i>	1	1/6	1/5	6	4	5	5	1/7	1/2
<i>Average overall elevation</i>	6	1	1/2	1/7	1/4	1/8	1/6	1/3	1/5
<i>Mean sinuosity</i>	5	2	1	1/6	1/3	1/7	1/5	1/2	1/5
<i>Distance from the flooded area</i>	1/6	7	6	1	4	1/2	2	5	3
<i>Number of tructures</i>	1/4	4	3	1/4	1	1/5	1/3	2	1/2
<i>Investment cost</i>	1/5	8	7	2	5	1	3	6	4
<i>Géologie</i>	1/6	6	5	1/2	3	1/3	1	4	2
<i>Travel time</i>	7	3	2	1/5	1/2	1/6	1/4	1	1/3
<i>Slope natural terrain</i>	2	5	4	1/3	2	1/7	1/2	3	1

LES MATRICES DE COMPARAISON PAR PAIRE (CRITERE)

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1/2	1/2	1
Trace 2	2	1	1	2
Trace 3	2	1	1	2
Trace 4	1	1/2	1/2	1

dénivelé cumulée

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1	1/4	1/5
Trace 2	1	1	1/4	1/5
Trace 3	4	4	1	1/2
Trace 4	5	5	2	1

La sinuosité moyenne

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1/2	1/3	1/4
Trace 2	2	1	1/2	1/3
Trace 3	3	2	1	1/2
Trace 4	4	3	2	1

l'éloignement à l'inondation

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1/2	3	1/2
Trace 2	2	1	4	1
Trace 3	1/3	1/4	1	1/4
Trace 4	2	1	4	1

le nombre d'ouvrage d'art

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1/4	6	4
Trace 2	4	1	8	6
Trace 3	1/6	1/8	1	1/2
Trace 4	1/4	1/6	2	1

le cout d'investissement

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1/3	1/2	1/4
Trace 2	3	1	2	1/2
Trace 3	2	1/2	1	1/3
Trace 4	4	2	3	1

géologie

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	2	1/2	1/3
Trace 2	1/2	1	1/3	1/4
Trace 3	2	3	1	1/2
Trace 4	3	4	2	1

le temps de parcours

	Trace 1	Trace 2	Trace 3	Trace 4
Trace 1	1	1/2	3	2
Trace 2	2	1	4	3
Trace 3	1/3	1/4	1	1/2
Trace 4	1/2	1/3	2	1

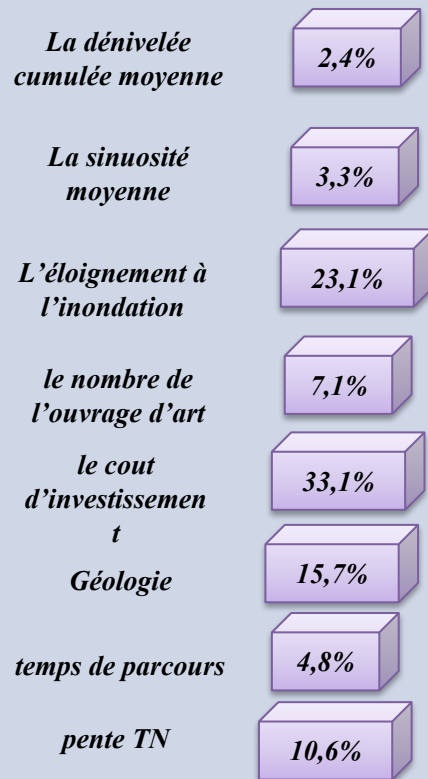
penne TN

RESULTATS ET DISCUSSIONS

AHP + SIG =

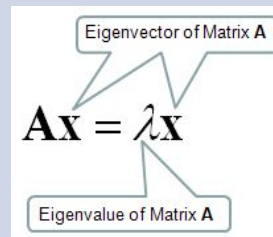
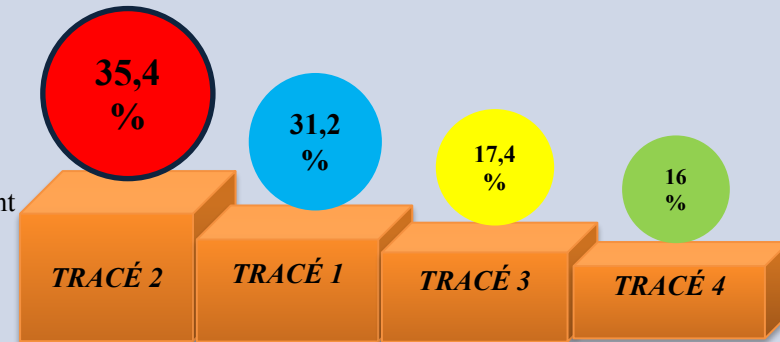
Vecteur de priorité
(Vecteur propre)

RATIO DE
COHERENCE()



0,08

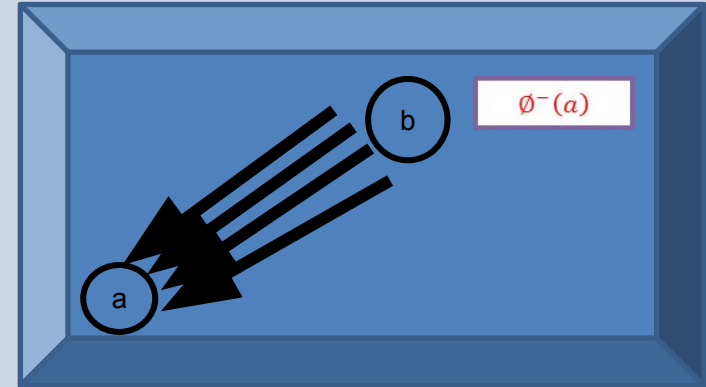
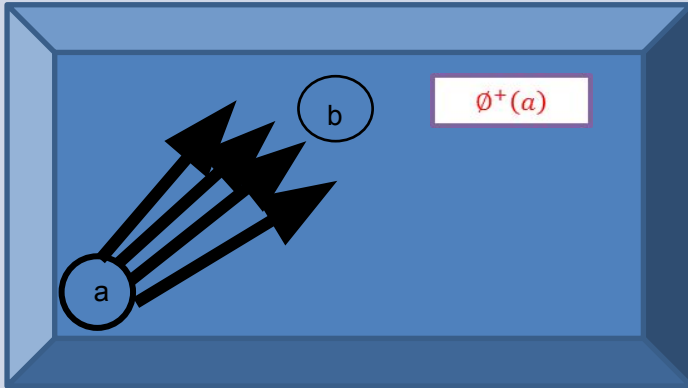
<0,1 donc c'est acceptable jugement de base est raisonnablement cohérent



PROMETHEE-GAIA

- * **Accepte la comparabilité des scénarios;**
- * **Adopte un système référentiel de préférence fondé sur la notion de surclassement;**
- * **Explicite l'agrégation pour obtenir une réponse synthétique;**
- * **Une caractéristique importante de la méthode est de permettre l'utilisation de différentes unités de mesure sans avoir à procéder à une codification numérique supplémentaire, ainsi l'utilisation d'échelle ordinales et cardinales;**
- * **Information supplémentaire;**
- * **Perception des «échelles (fonctions de préférences);**
- * **Pondération des critères;**
- * **Procédure d'analyse:**
 - **Approche prescriptive: PROMETHEE I & II**
 - **Approche descriptive: GAIA**

FLUX DE SURCLASSEMENT : Synthèse



FLUX SORTANT : (forces de a sur b)

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \pi(a, x_j)$$

FLUX ENTRANT : (faiblesses de a sur b)

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \pi(x_i, a)$$

FLUX NET : (Score final de a sur b)

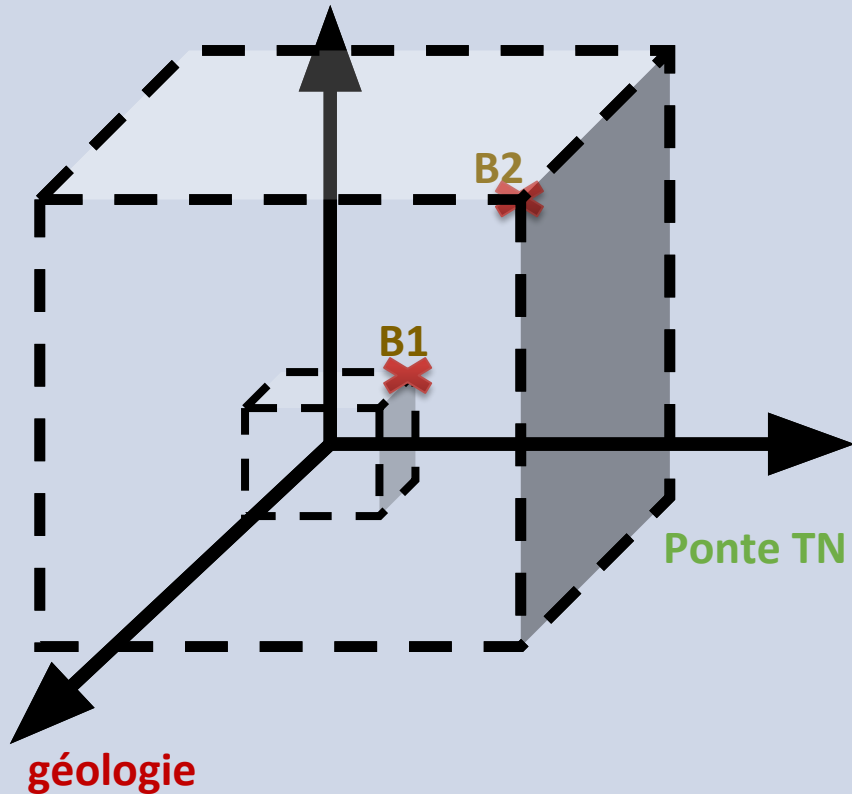
$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

CONTRIBUTION DES CRITERES POUR CHAQUE ALTERNATIVES



Rank	Alternative	Score
1	Alternative 2	92.929
2	Alternative 1	43.360
3	Alternative 3	41.521
4	Alternative 4	22.191

Longueur de la section



Longueur des critères : permet la comparaison des critères plus l'axe représentant le critères est long plus le critère joue un rôle fort dans la différenciation des actions et à une influence sur la décision;

DISTRIBUTION DES CRITERES :

Reflète la préférence de l'acteur (via les critères généralisés);
Les critères ayant une préférences semblables sont orientés dans la même direction;
Les critères conflictuels s'opposent et les critères indépendants sont orthogonaux.

LONGUEUR DE L'AXE DE DECISION : Plus l'axe de décision est long, meilleure est l'information pour prendre la décision et pour identifier les meilleures actions.

Quand un axe de décision est court, l'information est moins bonne et une solution de compromis peut être proche de l'origine.

POSITION DES ACTIONS : Quand deux actions sont proches, c'est quelle sont relativement semblables

Permet de mettre en évidence
les conflits entre critères
Identifier les compromis possibles
à fixer les priorités

Formation de la matrice de décision

Criterion	Unit	Min/Max	Weight	Alternative1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4
1	m	min	10.80	12213	12556	13554	12813
2	m	min	3.84	2.3	0	2.7	3.6
3	w-u	min	2.72	0.005	0	0.05	0.049
4	m	min	16.14	1001	1465	725	699
5	N	min	15.01	6	1	3	4
6	M-DA	min	21.12	440282063	246	971	1553
7	character	max	16.17	64994	74077	66333	66331
8	min	min	6.52	7.8	7.5	11.7	10.6
9	%	min	8.42	53740	55120	85420	56580

(1) section Length (2) Average overall elevation, (3) Mean sinuosity index, (4) Distance from the flooded area, (5) Number of structures, (6) investment cost, (7) Geology, (8) travel time, (9) slope natural terrain.

RANGEMENT DES ALTERNATIVES SELON PROMETHEE ET AHP

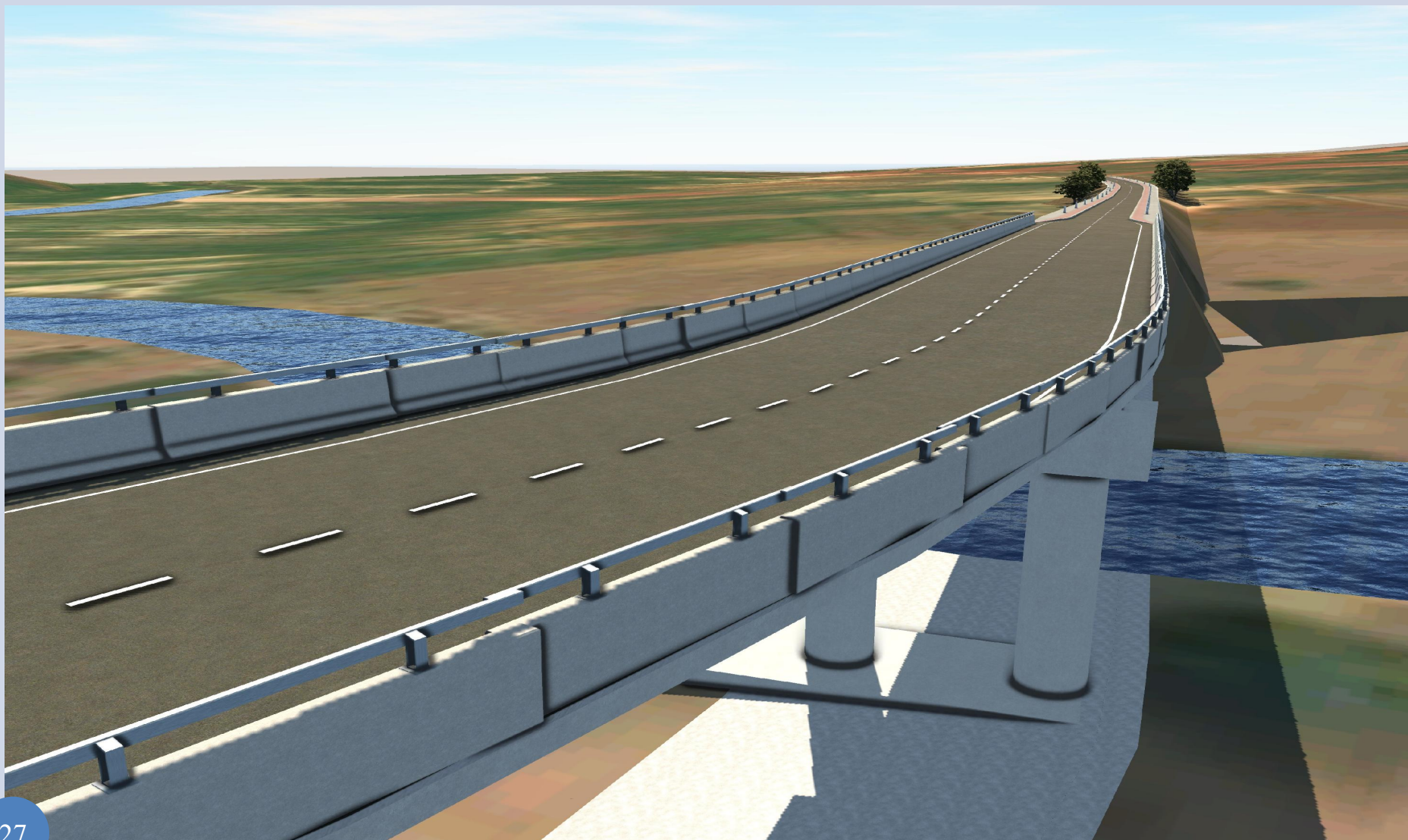
Rangement selon **PROMETHEE**

Rangement selon **AHP**

Scores		Alternatives	Rank according to PROMETHEE	Rank according to AHP
PROMETHEE method	AHP method			
92.929	0.342	Alternative 1	2	2
43.360	0.364	Alternative 2	1	1
41.521	0.108	Alternative 3	4	3
22.191	0.186	Alternative 4	3	4

AFFICHAGE D'UN TRONCON ROUTIER EN 3 DIMENSION

En fait un rendu tridimensionnelle du PK 6+000 jusqu'à PK 6+700 et on choisit ce tronçon parce qu'il contient un ouvrage d'art qu'il s'agit d'après notre étude d'un pont a poutre en béton précontraint







Conclusion

- * L'étape collecte d'informations est une étape incontournable dans le développement d'une BDRS pour répondre à un objectif bien précis,
- * Le choix des projets routiers est l'une des principales décisions environnementales des gestionnaires des infrastructures routières,
- * Cette étude vise à proposer une approche utilisant les outils SIG, AHP et PROMETHEE ce qui pourrait aider les décideurs à sélectionner les projets routiers de manière plus objectifs et plus réaliste,
- * L'approche proposée est appliquée pour un projet routier localisé dans une zone vulnérable aux risques d'inondations ou tout autres projets linéaires de Génie Civil,
- * Les deux méthodes différentes , PROMETHEE et AHP utilisées dans cette étude offre la possibilité de comparer efficacement les résultats,
- * La cohérence des résultats produit par les deux méthodes accroit la confiance et affirme l'efficacité de l'approche,

MERCI

