

**DEVELOPPEMENT D'UN MODELE D'ANALYSE MULTICRITERE PERMETTANT DE HIERARCHISER LES
PISTES RURALES EN TERME DE PROGRAMMATION DES TRAITEMENTS NECESSAIRES POUR
L'AMELIORATION DE LA DESSERTE DU MONDE RURAL.**

T.BENSIED CID
A.MOUSTAID CID

Note de présentation

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	1
II.	DEMARCHE CLASSIQUE : ANALYSE MULTICRITERE	1
III.	DEMARCHE INTERMEDIAIRE	4
III.1.	PRINCIPE DE LA DEMARCHE	4
III.2.	PRESENTATION DE LA DEMARCHE	4
IV.	DEMARCHE REVISEE	8
IV.1.	DEFINITION D'UNE PISTE PRATICABLE	8
IV.2.	CALCUL DU TAUX D'ACCESSIBILITE	8
IV.3.	REPARTITION DE L'EFFORT A CONSENTIR	9
IV.4.	CRITERES DE HIERARCHISATION DES PISTES	10
V.	NOTE MULTICRITERES	11
V.1.	Définitions.....	11

I. INTRODUCTION

La présente note a pour objectif le développement d'un modèle d'analyse multicritère permettant de hiérarchiser les pistes rurales en terme de programmation des traitements nécessaires pour l'amélioration de la desserte du monde rural.

L'analyse des besoins en matière de désenclavement du monde rural nécessite la définition de l'accessibilité se basant sur des grandeurs objectives et mesurables, puis l'élaboration d'une méthodologie de hiérarchisation des pistes inventoriées en vue de projeter un programme d'amélioration du niveau de service de ces pistes rurales.

Cette note récapitule, dans un premier temps, les différentes définitions proposées pour l'accessibilité, rappelle les différentes étapes par lesquelles est passée l'élaboration d'un modèle de décision multicritère capable de hiérarchiser les pistes inventoriées entre elles et enfin présente les différents scénarios retenus pour le programme des pistes à traiter.

II. DEMARCHE CLASSIQUE : ANALYSE MULTICRITERE

Les pistes inventoriées sont caractérisées par un certain nombre de données permettant d'apprécier le niveau de service offert à la population concernée (état de la plate-forme, conditions de circulation, relief traversé, ... etc.), la population directement desservie, l'importance des services sociaux et administratifs desservis par la piste, l'intérêt touristique et minier de la région et enfin le potentiel agricole des zones traversées par la piste.

Théoriquement et en toute rigueur, toute méthode de hiérarchisation des pistes doit se baser sur une analyse multicritère considérant les pistes individuellement et combinant, moyennant des coefficients de pondération, les paramètres pertinents caractérisant les pistes.

Cependant, cette méthode se heurte à plusieurs difficultés :

- Cette méthode met sur le même pied d'égalité et à l'échelle nationale toutes les pistes indépendamment des spécificités locales (aménagement du territoire, densité routière géographique, ... etc.) ;
- Cette méthode nécessite de bien définir la zone d'influence de chaque piste et de manière précise, ce qui est presque infaisable ;
- Cette méthode, du moment qu'elle affecte à chaque piste une note globale, est très sensible aux valeurs des paramètres caractérisant la piste ;

- Etc.

Pour illustrer ces difficultés, il est présenté ci-après un exemple d'analyse multicritère le plus adapté aux données caractéristiques collectées.

Les critères pertinents utilisés sont :

➤ Niveau de service NS^{*} :

- NS1 : C2 ou E2
- NS2 : C3 ou E3
- NS3 : C4 ou E4
- NS4 : ne répondant pas aux cas précédents

➤ Population desservie P :

- P1 : population comprise entre 0 et 500 habitants
- P2 : population comprise entre 500 et 1000 habitants
- P3 : population comprise entre 1000 et 2000 habitants
- P4 : population supérieure à 2000 habitants

➤ Intérêt socio-administratif SA :

Services	Coefficient de pondération ps
Centre de santé	0.5
Souk	1
Gendarmerie	0.25
Administration	2
Ecole	0.25

La valeur de l'indicateur pour la piste considérée est alors :

$$SA = ns \times ps / L$$

Avec :

* C2 : durée cumulée de coupure de circulation comprise entre 1 et 2 mois

C3 : durée cumulée de coupure de circulation comprise entre 2 et 3 mois

C4 : durée cumulée de coupure de circulation > 3 mois

E2 : piste circulaire par un véhicule utilitaire

E3 : piste circulaire par un véhicule tout terrain

E4 : piste impraticable.

- ns : nombre de service s ;
- ps : coefficient de pondération du service s ;
- L : longueur de la piste.

➤ Intérêt touristique TR :

La valeur de l'indicateur pour la piste considérée est :

$$TR = \text{nombre de sites touristiques ou religieux} / \text{Longueur piste.}$$

➤ Potentiel agricole PA :

Type de culture t	Coefficient de pondération pt
Céréaliculture	0.5
Arboriculture	2
Culture irriguée	1
Forêt	0.25

La valeur de l'indicateur pour la piste considérée est alors :

$$PA = \sum x \times pt$$

Avec :

Et: étendue de la culture = 0.3 : faible, 0.5 : moyenne, 0.8 : importante

pt : coefficient de pondération du type t .

Pour affecter une note globale à chacune des pistes inventoriées, il faudrait d'abord ramener les valeurs des différents indicateurs à la même échelle par exemple allant de 0 à 10, puis affecter des coefficients de pondération aux différents indicateurs en fonction de leurs poids relatifs.

La note globale s'écrirait alors :

$$Ng = (a_1 \times NS + a_2 \times P + a_3 \times SA + a_4 \times TR + a_5 \times PA) / (a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5)$$

En plus des difficultés générales citées plus haut, d'autres difficultés dans l'application de cette méthode se posent et notamment, les indicateurs SA et TR ne peuvent pas être ramenés à une échelle constante pour toutes les pistes, puisque ces indicateurs n'ont pas de maximums absolus.

III. DEMARCHE INTERMEDIAIRE

III.1. PRINCIPE DE LA DEMARCHE

Pour pallier ces difficultés, il est proposé une approche à deux niveaux d'analyse. Le premier considère le réseau de pistes globalement (et non pas piste individuelle) et se propose d'améliorer l'accessibilité à l'échelle de la province.

Cette analyse provinciale doit être faite par le biais d'une grandeur prenant en compte la population et la desserte de cette population.

Cette grandeur relative ou taux permet de classer les provinces entre elles et peut servir aussi de système de pondération pour la répartition entre les différentes provinces de l'effort à consentir pour améliorer la situation actuelle en matière de désenclavement de la population rurale.

Le deuxième niveau d'analyse permet de classer les pistes d'une province donnée, en vue de sélectionner les premières en fonction de la part de cette province dans l'effort global à consentir.

III.2. PRESENTATION DE LA DEMARCHE

La méthodologie proposée dans le cadre de la présente démarche repose sur les définitions et étapes suivantes :

1) Définitions

- On appelle piste praticable en tout temps, une piste possédant les conditions minimales suivantes :

$$(C_0 \text{ ou } C_1) \text{ et } [(E_1 \text{ ou } E_2) \text{ à } 100\%]^{(*)}$$

^(*) C₀ : pas de coupure de circulation

C₁ : durée cumulée de coupure < 1 mois

E₁ : piste circulaire par tout type de véhicule

E₂ : piste circulaire par un véhicule utilitaire.

- La population rurale minimale Prm pour une province donnée, est celle correspondant aux douars ayant plus de 50 ménages ;
- Une population rurale est dite bien desservie par piste, lorsque celle ci est praticable en tout temps ;
- Le taux d'accessibilité d'une province P_i peut être défini comme suit :

$$TA(P_i) = \frac{\text{Population rurale desservie par le réseau revêtu} \oplus \text{Population rurale bien desservie par pistes}}{\text{Population rurale (Prm)}}$$

Lorsque toute la population rurale correspondant aux douars ayant plus de 50 ménages est bien desservie alors ce taux est égal à 1.

- $Ef(P_i) = 1 - TA(P_i)$ caractérise l'effort à fournir pour la province P_i

$$Efr(P_i) = \frac{Ef(P_i).Prm_i}{\sum_i Ef(P_i).Prm_i}$$

- $Efr(P_i)$ est la part de la province P_i dans l'effort consenti dans le cadre de l'amélioration des pistes rurales.

2) Classement des pistes

Pour classer maintenant les pistes entre elles à l'intérieur d'une même province, on affecte à chaque piste une note principale (N_p) basée équitablement sur les coupures de la circulation et sur la population concernée et une note secondaire (N_s), pour départager les pistes à note N_p égale, basée sur l'intérêt socio-administratif de chaque piste.

Pour la définition de la note N_p , on considère des classes de mesure des conditions de circulation notées CC_i définies comme suit :

$$\begin{array}{ll} (C_0 \text{ ou } C_1) \text{ et } [(E_1 \text{ ou } E_2) \text{ à } 100\% \text{ de la piste}] & = CC_0 \\ (C_0 \text{ ou } C_1) \text{ et non } [(E_1 \text{ ou } E_2) \text{ à } 100\% \text{ de la piste}] & = CC_1 \\ C_2 & = CC_2 \\ C_3 & = CC_3 \\ C_4 & = CC_4 \end{array}$$

De même on considère les classes de population suivantes :

$$\begin{array}{l} P_0 : \text{pas de population} \\ P_1 : < 500 \text{ Hab} \end{array}$$

P_2 : 500 - 1000 Hab
 P_3 : 1000 - 2000 Hab
 P_4 : > 2000 Hab

La note N_p peut se définir comme le produit des indices des classes CC_i et P_j : $N_p = i \times j$

La note N_p est alors comprise entre 0 et 16 : $0 \leq N_p \leq 16$

Si $N_p = 0$, il n'y a rien à faire (piste praticable ou pas de population).

Si $N_p = 16$ alors la piste regroupe à la fois les mauvaises conditions de circulation et une population importante à désenclaver.

La note N_s peut être définie comme le nombre d'établissements socio-administratifs desservis par la piste.

3) Application

L'application de ce procédé de hiérarchisation se fera selon les tâches suivantes :

- affecter chaque douar possédant plus de 50 ménages à une route ou piste la plus proche ;
- identifier les douars bien desservis ;
- calculer $TA(P_i)$ pour chaque province P_i ;
- calculer $Efr(P_i)$ pour chaque province P_i ;

Les taux $TA(P_i)$ ou $Efr(P_i)$ permettent de classer les provinces entre elles par rapport à l'effort à consentir pour améliorer l'accessibilité de la population rurale.

Si pour une année donnée (a), il est décidé de consentir un effort E_a pour l'ensemble des pistes rurales du Maroc exprimé en kilomètres de pistes à traiter ou en budget à allouer à cette opération, la part de la province P_i est :

$$E_a(P_i) = Efr(P_i) \times E_a$$

L'étape suivante consiste alors à sélectionner les pistes de la province P_i à traiter. Cette étape se déroulera selon les tâches suivantes :

- déterminer pour chaque piste de la province considérée les classes CC_i et P_j ;
- calculer pour chaque piste la note N_p ;
- calculer pour chaque piste la note N_s ;
- trier les pistes de la province considérée par ordre décroissant selon la note N_p puis selon la note N_s (ordre décroissant aussi) ;
- arrêter les pistes à traiter en fonction de l'effort $E_a(P_i)$.

Pour l'année suivante, il faudrait refaire toutes les tâches décrites plus haut de l'étape 1 (hiérarchisation des provinces) et de l'étape 2 (classement des pistes par province) en considérant les pistes sélectionnées lors de l'année précédente comme praticables en tout temps.

Ainsi, on peut dresser le programme de traitement des pistes rurales année par année.

IV. DEMARCHE REVISEE

IV.1. DEFINITION D'UNE PISTE PRATICABLE

La définition d'une piste praticable énoncée dans la démarche intermédiaire présentée ci-haut repose sur les durées de coupure de circulation collectées auprès des riverains et sur les conditions de circulations appréciées par l'enquêteur en fonction de l'état de la plate-forme le long de l'itinéraire parcouru.

Ces deux renseignements peuvent comporter une bonne part de subjectivité ou d'erreur (mémoire des riverains/période de sécheresse; enquêtes étant réalisées en été sur un véhicule tout-terrain, il n'est pas toujours évident d'affirmer la « praticabilité » d'une piste donnée par tel ou tel type de véhicule).

C'est pour cela qu'il a été jugé utile de revoir cette définition de la "praticabilité" d'une piste en intégrant d'autres paramètres physiques issus de l'observation sans interprétation.

La "praticabilité" d'une piste étant étroitement liée à la nature des sols traversés et au rétablissement des écoulements, il est proposé la définition suivante :

Une piste est dite praticable en tout temps, si elle satisfait, sur 100% de sa longueur, aux conditions suivantes :

- C0 :absence de coupure de la circulation durant toute l'année
- E1 : piste circulaire par tout type de véhicule ou uniquement par un véhicule utilitaire
- Pas de section argileuse

IV.2. CALCUL DU TAUX D'ACCESSIBILITE

Le taux d'accessibilité TA est calculé pour les différentes provinces en utilisant la même formule développée dans la démarche intermédiaire :

$$TA(Pi) = \frac{\text{Population rurale desservie par le réseau revêtu} \oplus \text{Population rurale bien desservie par pistes}}{\text{Population rurale (Prm)}}$$

Cette formule peut être transformée, comme suit, pour faire apparaître la population rurale mal desservie :

$$TA(P_i) = 1 - \frac{\text{Population rurale mal desservie par le réseau de pistes}}{\text{Population rurale (Prm)}}$$

La population rurale mal desservie est la somme des populations rurales affectées aux pistes non praticables (au sens de la définition retenue dans la démarche révisée), aux pistes inaccessibles et aux pistes à créer.

Le calcul du taux d'accessibilité pour les différentes provinces est présenté dans le tableau ci-après. On peut remarquer que les cinq provinces sahariennes (Assa Zag, Essmara, Laâyoune, Oued Eddahab et Tantan) ne figurent pas sur ce tableau pour la simple raison que ces provinces ne comportent pas de douars de plus de cinquante ménages.

En effet, les pistes de ces provinces, constituées essentiellement de routes nationales et régionales encore à l'état de piste, sont créées pour desservir les points d'eau ou les casernes militaires et les points frontaliers des Forces Armées Royales. Et dans les deux cas elles ne desservent qu'une faible population éparpillée constituée généralement de nomades.

Abstraction faite de ces cinq provinces, on peut définir le taux d'accessibilité national, de la même manière que le taux d'accessibilité provincial, comme étant le rapport entre la population rurale bien desservie et la population rurale totale à l'échelle nationale :

$$TA(National) = \frac{\text{Population rurale desservie par le réseau revêtu} \oplus \text{Population rurale bien desservie par pistes}}{\text{Population rurale totale du Maroc}}$$

IV.3. REPARTITION DE L'EFFORT A CONSENTIR

L'effort à consentir pour améliorer la desserte de la population rurale peut être exprimé soit en :

- Taux d'accessibilité cible à l'échelle nationale.
- Linéaire global des pistes à traiter.

Il est à noter que ces deux objectifs sont étroitement liés puisqu'un linéaire de pistes traitées donnera lieu à un nouveau taux d'accessibilité au niveau de chaque province et donc à l'échelle nationale. Et inversement un taux cible d'accessibilité à l'échelle nationale implique une population rurale à desservir et donc un linéaire de pistes auxquelles cette population est affectée.

Pour l'une ou l'autre approche, il est nécessaire de déterminer la part de chaque province dans l'effort global prévu à l'échelle nationale.

$$Efr(Pi) = \frac{Ef(Pi).Prmi}{\sum_i Ef(Pi).Prmi}$$

Là encore, c'est la définition de l'effort déjà présentée dans la démarche intermédiaire qui est adoptée.

Par ailleurs, l'analyse du tableau, ci-haut récapitulant les valeurs des taux d'accessibilité, fait ressortir une certaine disparité de cet indicateur entre les différentes provinces : ce taux varie entre une valeur minimale de 8.94% pour la province de Tata et une valeur maximale de 73.95% pour la wilaya de Meknès alors que la moyenne nationale est de 44,69%.

Pour atténuer cette disparité, il est nécessaire de favoriser dans un premier temps les provinces présentant un taux inférieur à la moyenne nationale. Cette action sera appelée par la suite tranche de mise à niveau.

IV.4. CRITERES DE HIERARCHISATION DES PISTES

La hiérarchisation des pistes inventoriées à l'échelle d'une province donnée permet d'en sélectionner les premières à être traitées en fonction de la part de cette province dans l'effort à consentir pour améliorer la situation actuelle en matière de désenclavement de la population rurale.

Dans la démarche intermédiaire, les pistes sont classées par la note N_p prenant en compte l'importance de la population ainsi que les conditions de circulations. Les pistes à note N_p égale sont départagées par la note N_s basée sur l'intérêt socio-administratif de la piste.

Cette méthode présente l'inconvénient de défavoriser les pistes sans population directe mais sur lesquelles se branchent des pistes desservant directement une population.

Pour remédier à cette insuffisance, il a été retenu en concertation avec l'Administration le principe d'introduire la notion de population indirecte pour toutes les pistes inventoriées.

Après plusieurs simulations combinant les différentes possibilités, il a été opté pour la hiérarchisation des pistes d'une province donnée sur la base de la population totale desservie par la piste directement et indirectement.

V. Note multicritères

V.1. Définitions

Pour caractériser les pistes inventoriées avec un indicateur multicritères, on affecte à chaque piste une note N1 basée équitablement sur les coupures de la circulation et la population concernée, une note N2 basée sur l'intérêt socio-administratif et une note N3 qui reflète l'intérêt économique de chaque piste.

Pour la définition de la note N1, on considère des classes de mesure des conditions de circulation notées C_{Ci} définies comme suit :

$$\begin{aligned}
 (C_0 \text{ ou } C_1) \text{ et } [(E_1 \text{ ou } E_2) \text{ à } 100\% \text{ de la piste}] &= CC_0 \\
 (C_0 \text{ ou } C_1) \text{ et non } [(E_1 \text{ ou } E_2) \text{ à } 100\% \text{ de la piste}] &= CC_1 \\
 C_2 &= CC_2 \\
 C_3 &= CC_3 \\
 C_4 &= CC_4
 \end{aligned}$$

De même on considère les classes de population suivantes :

P₀ : pas de population
 P₁ : < 500 Hab
 P₂ : 500 - 1000 Hab
 P₃ : 1000 - 2000 Hab
 P₄ : > 2000 Hab

La note N1 peut se définir comme le produit -ramené à 10- des indices des classes C_{Ci} et P_j : $N1 = (i, j) / 1.6$

Explication du coefficient 1.6 = la note est maximale pour i = 4 et j = 4
 Dans ce cas $N1 = 4 \times 4 / 1.6 = 10$

La note N1 est alors comprise entre 0 et 10 : $0 \leq N1 \leq 10$

Si N1 = 0 , il n'y a rien à faire (piste praticable ou pas de population).

Si N1 = 10 alors la piste regroupe à la fois les mauvaises conditions de circulation et une population importante à désenclaver.

La note N2 peut être définie comme le nombre d'établissements socio-administratifs au kilomètre desservis par la piste.

$$N2 = 3.25 (0.5 n_1 + 2 n_2 + n_3 + n_4 + 0.5 n_5) / L$$

Avec L : longueur de la piste
 n₁ : nombre de Centres de santé
 n₂ : nombre de Souks

n_3 : nombre de Gendarmeries
 n_4 : nombre d' Administrations
 n_5 : nombre d'écoles

Explication du coefficient 3.246 : le nombre au kilomètre des établissement socio-administratifs est maximale pour la piste n° 6519 à Casablanca avec une valeur de 3.0769 (1 souk+ 1 gendarmerie+ 1 administration pour un linéaire de 1.3 Km). Pour ramener cette note à 10, on multiplie par le coefficient : $10/3.0769 = 3.25$.

La note N3 prend en compte le nombre d'unités à vocation économique (carrière, usine, mine, abris de pêche et site touristique) ainsi que le potentiel agricole et forestier de la zone que traverse la piste.

Pour décrire ce dernier via la note N_{arg} , sont retenue 4 notes :

- 0 si aucune tracé d'activité agricole ou de couvert forestier n'est levé
- 1 si l'étendue est faible
- 2 si l'étendue est moyen
- 4 si l'étendue est fort

dans ce cas $N_3 = 0.555 (N_{eco} + N_{agr})$

Explication du coefficient 0.555 : la somme du nombre des établissement à vocation économique et de la note caractérisant le potentiel agricole et forestier est maximale pour la RP3211 à Béni Mellal avec $N_{eco} = 4$ (deux usines ou carrières et deux site touristiques ou religieux) et $N_{agr} = 14$ (Céréaliculture, Arboriculture, Cultures irriguées et maraîchage intenses et Forêt moyenne). Dans ce cas $N_{eco} + N_{agr} = 14 + 4 = 18$.

Pour ramener cette note à 10, on multiplie par le coefficient : $10/18 = 0.555$.

La note multicritère serait ainsi égale à $N = (N_1 + N_2 + N_3) / 3$