REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES
Section -A-
- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences techniques
ISSN : 2661-7064
http://univ-eltarf.dz/fr/

Analyse comparative systématique de la qualité Paysagère selon l'orientation cardinale sur un tronçon routier de la commune de Taoura Wilaya de Souk Ahras

A systematic comparative analysis of landscape quality by cardinal direction along a road section in the municipality of Taoura, Souk Ahras Province

Nom complet auteur *: LAMAMRIA Rayen*
Email : *rayenlamamria5@gmail.com*
Université : *Université Mohammed Cherif Messaadia Souk Ahras*

Nom complet auteur *: ALI TATAR Braham*
Email : *b.tatar@univ-soukahras.dz*
Université : *Université Mohammed Cherif Messaadia Souk Ahras*

Nom complet auteur *: BADOUNA Baha Eddine*
Email : *bahaeddine.badouna@univ-soukahras.com*
Orcid ; *0000-0002-0160-7088*
Université : *Université Mohammed Cherif Messaadia Souk Ahras*

Received: 2026-04-13 **Accepted: 2026-04-18** **Published: 2026-06-23**

Informations

Cette étude vise à quantifier la qualité visuelle des paysages le long d'un tronçon routier de 5 km reliant Taoura à Hammam Tessa (wilaya de Souk Ahras, nord-est de l'Algérie), à identifier les unités paysagères présentant une qualité visuelle contrastée, et à déterminer si l'orientation cardinale des vues exerce un effet statistiquement significatif sur les scores de qualité visuelle du paysage.

Onze stations ont été sélectionnées de manière systématique à l'aide d'images satellites géoréférencées de Google Earth. À chaque station, quatre vues directionnelles (nord, est, sud, ouest) ont été évaluées à l'aide du modèle empirique de notation paysagère de Neuray. Les valeurs de bases et les valeurs réelles des vues ont été calculées, et une analyse de variance (ANOVA) à un facteur a été appliquée pour évaluer l'effet de l'orientation cardinale sur les scores de qualité visuelle.

Les résultats ont révélé une variabilité spatiale significative à travers le tronçon. Les scores les plus élevés ont été enregistrés aux stations 2, 3, 4, 5 et 10, dominées par des éléments de paysage naturel et agricole. Les scores les plus bas ont été associés aux stations : 1, 7, 8, 9, 10 et 11, où des éléments artificiels dégradants ont exercé un fort impact visuel négatif. Les résultats de l'ANOVA ont indiqué que l'orientation cardinale

n'exerce pas d'effet statistiquement significatif sur la qualité visuelle du paysage ($p > 0,05$).
Ces résultats démontrent que la qualité visuelle est principalement déterminée par la composition du paysage plutôt que par l'orientation directionnelle. La base de données paysagère qui en résulte constitue un outil pratique d'aide à la décision pour la planification et la mise en valeur du paysage routier dans ce tronçon en développement socio-économique.

Mots clés : Quantification du paysage · Modèle de Neuray · Paysage routier · Évaluation de la qualité visuelle · ANOVA · Paysage périurbain · Souk Ahras · Algérie · Aménagement du territoire

‘**Correspondance :** BADOUNA Baha Eddine.
Bahaeddine.badouna@univ-soukahras.dz

Introduction

Les tronçons routiers constituent des axes d'observation privilégiés pour l'analyse du paysage, car ils offrent des expériences visuelles séquentielles et dynamiques qui reflètent l'organisation spatiale et la qualité esthétique de l'environnement environnant (Tveit et al., 2006 ; Daniel, 2001).

La présente étude se concentre sur une approche diagnostique de la quantification du paysage appliquée à un tronçon routier situé dans la wilaya de Souk Ahras, au nord-est Algérien, reliant la petite ville de Taoura au site thermal de Hammam Tessa. Ce tronçon traverse un paysage en mosaïque combinant des composantes rurales, naturelles, agricoles et périurbaines, constituant un paysage artificiel de transition distinctif dont la qualité visuelle reste peu documentée.

La méthodologie adoptée dans ce travail s'appuie sur l'approche diagnostique de Neuray, une méthode de notation du paysage qui intègre de multiples paramètres visuels et spatiaux pour évaluer les unités paysagères locales, identifier leurs forces et leurs faiblesses, et mettre en évidence les directions panoramiques d'intérêt (Neuray, 1984).

Au-delà de l'objectif principal de caractérisation du paysage, cette étude aborde une question scientifique originale qui n'a pas encore été explicitement étudiée dans la littérature : « L'orientation des vues par rapport aux points cardinaux exerce-t-elle un effet significatif sur la qualité visuelle des paysages ? » Cette hypothèse introduit une dimension directionnelle dans l'évaluation du

paysage, avec des implications potentielles pour la planification routière, l'architecture paysagère et les méthodologies d'évaluation de l'impact visuel.

Les résultats de cette étude devraient contribuer à l'avancement méthodologique de la quantification du paysage et fournir un cadre diagnostique reproductible applicable à des paysages routiers de transition similaires.

2. Matériel et Méthode

2.1. Zone d'étude

La zone d'étude correspond à un tronçon routier de 5 km reliant la petite ville de **Taoura** au site thermal de **Hammam Tessa**, localisé dans la wilaya de Souk Ahras (Nord-est de l'Algérie, 36°N – 7°E), à proximité de la frontière algéro-tunisienne. Ce tronçon, accessible via les routes nationales N81 et N82, s'inscrit dans une région de transition entre les piedmonts de l'Atlas tellien au nord et les hauts plateaux au sud, caractérisée par un relief modéré à ondulé et un couvert forestier composé principalement de *Pinus halepensis*, *Eucalyptus* spp., *Quercus suber* et *Quercus canariensis* (Zouaidia, 2006 ; Messadia, 2009).

Du point de vue climatique, la région est soumise à un régime méditerranéen semi-aride, avec une influence continentale marquée en altitude. Le paysage traversé par ce tronçon est caractérisé par une mosaïque d'unités rurales, naturelles, agricoles et périurbaines, représentative d'un espace en transition socio-économique, ce qui confère à ce tronçon routier une valeur diagnostique particulièrement pertinente pour l'évaluation de la qualité paysagère.

2.2. Matériels

2.2.1. Acquisition des données de terrain

Les données photographiques ont été collectées à l'aide d'un smartphone **Xiaomi Mi 9T** (résolution : 48 Mpx, objectif grand-angle), permettant la capture standardisée des vues directionnelles dans les quatre orientations cardinales (Nord, Est, Sud, Ouest) à chaque station d'observation. La localisation géographique de chaque station a été enregistrée par GPS intégré, avec vérification des coordonnées via l'interface **Google Earth Pro** (Google LLC, 2023), logiciel de visualisation satellitaire permettant la mesure des distances, la caractérisation de la topographie et l'analyse de l'occupation du sol à différentes échelles spatiales (Lechner, 2012 ; McClendon, 2011).

2.2.2. Outils d'analyse et de traitement

Le traitement et la structuration des données paysagères ont été réalisés à l'aide d'un tableur libre d'accès, utilisé pour le calcul des paramètres du modèle de Neuray, la construction des tableaux de scores et la production des représentations graphiques comparatives.

2.3. Méthodes

2.3.1. Dispositif d'échantillonnage

Afin de garantir l'objectivité et la reproductibilité du protocole d'évaluation, les stations d'observation ont été sélectionnées selon un **échantillonnage systématique** le long du tronçon routier, sur la base d'une analyse préalable des images satellites Google Earth. Ce mode d'échantillonnage, contrairement aux approches fondées sur une sélection subjective de terrain, assure une représentation uniforme de l'ensemble du tronçon routier et minimise les biais liés à la préférence visuelle de l'opérateur (Fadel, 2013). Au total, **11 stations d'observation** ont été retenues, distribuées à intervalles réguliers sur les 5 km du tronçon. Les coordonnées géographiques de chaque station ont été enregistrées et consignées dans un tableau descriptif.

2.3.2. Méthode d'évaluation qualitative

Une première évaluation de type qualitatif a été conduite selon la méthode visuelle développée par Fadel (1993 ; 2011 ; 2013) et Davodeau (2005). Cette approche consiste en un zonage du territoire en unités paysagères homogènes, définies à partir des critères suivants : topographie, couverture végétale, habitat, degré d'artificialisation, hydrographie et qualité visuelle perçue. Pour chaque station, une analyse interne des composantes de l'unité paysagère et une analyse externe à partir des zones adjacentes ont été conduites, permettant d'identifier les éléments valorisants et les éléments dégradants du paysage. Un support photographique systématique a été constitué pour chacune des quatre orientations cardinales évaluées.

2.3.3. Méthode de quantification paysagère Modèle de Neuray (1982)

La quantification des paysages a été réalisée à l'aide du **modèle empirique de Neuray (1982)**, méthode permettant d'évaluer la valeur visuelle d'une vue à partir de paramètres mesurables sur le terrain et sur photographie.

a) Calcul de la longueur de la vue (L)

La longueur de la vue *L* correspond à la distance (exprimée en hectomètres, hm) entre l'observateur et le point le plus éloigné visuellement perceptible dans le champ de vision :

$$\boldsymbol{L = \frac{1}{2} \times 10 \times \log_{10}(l)} \quad \textit{Équation 1}$$

l = distance observateur – horizon visuel (en hm)

b) Calcul des dimensions verticales de la vue (R)

Les dimensions verticales *R* intègrent l'inclinaison de la pente, la dénivellation perçue et la hauteur des éléments verticaux (arbres, constructions). Elles sont calculées selon la formule :

R = f (α, β, γ, *d*)

$$R = 1 + \sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma + \frac{d}{100} \qquad \textit{Équation 2}$$

Avec :

- α = angle formé par l'horizontale et l'avant-plan sur ~30 m ;
- β = angle formé par l'horizontale et la tangente à la partie la plus élevée de l'avant-plan sur ~30 m ;
- γ = angle formé par l'horizontale et la tangente au sommet des éléments situés à plus de 50 m ;
- *d* = dénivellation réellement perçue (en mètres).

c) Estimation des facteurs de valorisation (S)

Les facteurs de valorisation *S* sont évalués par notation de 0 à 10 pour chacun des critères suivants : présence d'eau, présence d'éléments rocheux saillants, dimension et qualité de l'espace ouvert, présence de plans successifs, répartition des éléments dans le plan rapproché (< 1 000 m) et dans l'arrière-plan (> 1 000 m), accentuation des formes naturelles du relief, qualité visuelle globale et intégrité du paysage. La somme des notes attribuées constitue le coefficient *t*, et le facteur de valorisation *S* est obtenu par : *S* = f (*t*)

$$\boldsymbol{S = 1 + 0,t} \qquad \textit{Équation 3}$$

d) Calcul de la valeur de base de la vue (V)

La valeur de base *V* représente la qualité visuelle intrinsèque d'un paysage, indépendamment des éléments ponctuels qu'il contient. Elle est obtenue par le produit des trois paramètres mesurés :

$$V = L \times R \times S \qquad \textit{Équation 4}$$

e) Calcul de la valeur réelle de la vue (V')

La valeur réelle *V'* est calculée après intégration des éléments ponctuels valorisants et dégradants présents dans le paysage observé, selon la relation :

$$V' = V + \Sigma\, e_i \qquad \textit{Équation 5}$$

Avec :

- *V'* = valeur réelle (ou totale) de la vue ;
- *V* = valeur de base de la vue ;
- Σe_i = somme algébrique des valeurs des éléments présents dans la vue, positive pour les éléments valorisants (A_i) et négative pour les éléments dégradants (D_j), soit :

$$V' = V + \Sigma\, A_i - \Sigma\, D_j \qquad \textit{Équation 6}$$

2.3.4. Analyse statistique

Afin de répondre à la question de recherche relative à l'effet de l'orientation cardinale des vues sur la qualité visuelle des paysages, une **analyse de variance à un facteur (ANOVA)** a été appliquée séparément sur les valeurs de base (*V*) et sur les valeurs réelles (*V'*) de l'ensemble des vues échantillonnées. Les quatre orientations (Nord, Est, Sud, Ouest) constituent la variable indépendante. Le seuil de signification statistique retenu est $\alpha = 0{,}05$. L'ensemble des calculs statistiques a été réalisé sous Tableur avec un module d'analyse de données intégré.

3. Résultats

3.1. Identification des stations d'observation

La collecte des données s'est déroulée sur le tronçon routier Taoura – Hammam Tessa, conformément au protocole d'échantillonnage systématique décrit dans la section Matériels et Méthodes.

Les caractéristiques des points d'observation sont consignées dans le Tableau 1.

Tableau 1: Identification des points d'observations

Station	Coordonnées	Alt. (m)	Point de vue	Champ visuel	Direction du champ visuel	Ouverture
1	36°10'50.93"N 8° 2'16.82"E	Alt : 802	1E/1O/1N/1S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
2	36°11'5.85"N 8° 2'23.68"E	Alt : 790	2E/2O/2N/2S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
3	36°11'21.24"N 8° 2'28.56"E	Alt : 782	3E/3O/3N/3S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
4	36°11'35.97"N 8° 2'33.64"E	Alt : 779	4E/4O/4N/4S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
5	36°11'53.12"N 8° 2'36.38"E	Alt : 760	5E/5O/5N/5S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
6	36°12'9.32"N 8° 2'39.75"E	Alt : 747	6E/6O/6N/6S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
7	36°12'24.42"N 8° 2'44.91"E	Alt : 728	7E/7O/7N/7S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
8	36°12'38.63"N 8° 2'53.20"E	Alt : 701	8E/8O/8N/8S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
9	36°12'53.31"N 8° 2'59.75"E	Alt : 685	9E/9O/9N/9S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
10	36°13'8.91"N 8° 3'3.44"E	Alt : 690	10E/10O/10N/10S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°
11	36°13'23.37"N 8° 3'4.66"E	Alt : 671	11E/11O/11N/11S	Ouvert	Est-Ouest-Nord-Sud	360°

Les 11 stations d'observation ont été distribuées à intervalles réguliers d'environ 500 m le long du tronçon étudié, entre les coordonnées 36°10'50.93"N / 8°2'16.82"E (station 1, altitude 802 m) et 36°13'23.37"N / 8°3'4.66"E (station 11, altitude 671 m). Cette distribution révèle un gradient altitudinal descendant de 131 m entre l'extrémité sud et l'extrémité nord du tronçon, traduisant une topographie en légère pente. L'ensemble des stations présente un champ visuel de nature **ouverte** avec un angle d'ouverture de **360°**, ce qui garantit l'évaluation exhaustive des quatre orientations cardinales (Est, Ouest, Nord, Sud) dans des conditions d'observation comparables. Cette homogénéité du dispositif renforce la validité interne du protocole d'échantillonnage.

3.2. Résultats des calculs des valeurs paysagères

Les mesures des paramètres topographiques et visuels collectées sur le terrain ont permis de calculer, pour chaque station et chaque orientation, les valeurs de base (*V*) et les valeurs réelles (*V'*) selon le modèle de Neuray (1982). Ces résultats sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2: Valeur de base (V) et de la valeur réelle (V') par station et par orientation

Stations	V Base Est	V Base Ouest	V Base Nord	V Base Sud	V Réelle Est	V Réelle Ouest	V Réelle Nord	V Réelle Sud
1	10.14	11.05	0.19	7.91	12.14	14.05	0.19	7.91
2	13.94	0.24	9.60	5.27	17.94	4.24	11.6	8.27
3	14.17	6.52	13.64	8.83	18.17	8.52	13.64	9.83
4	0.07	13.11	11.70	5.04	5.07	17.11	13.7	6.04
5	2.94	10.56	13.30	13.83	6.94	16.56	16.3	17.83
6	3.26	12.93	5.29	12.80	8.26	11.93	3.29	13.8
7	9.02	10.01	1.17	12.83	11.02	9.01	1.17	12.83
8	3.02	7.13	2.26	5.20	7.02	5.13	0.26	2.2
9	11.16	7.72	0.56	11.32	13.16	9.72	0.56	10.32
10	5.18	12.10	4.82	13.33	5.18	16.1	1.82	12.33
11	1.65	0.59	8.38	8.25	2.65	2.59	6.38	7.25

Les résultats des calculs révèlent une **variabilité spatiale et directionnelle marquée** des scores paysagers le long du tronçon. Pour les **vues de base (V)**, les valeurs s'échelonnent de 0,07 (vue Est, station 4) à 14,17 (vue Est, station 3), avec une tendance générale à des scores plus élevés dans les orientations Sud et Ouest. Pour les **vues réelles (V')**, la gamme de variation est plus étendue, allant de 0,19 (vue Nord, station 1 et station 9) à 18,17 (vue Est, station 3).

Les valeurs réelles les plus élevées sont enregistrées pour : la vue Est de la station 3 (V' = 18,17), la vue Est de la station 2 (V' = 17,94), la vue Ouest de la station 4 (V' = 17,11), la vue Sud de la station 5 (V' = 17,83), la vue Nord de la station 5 (V' = 16,30) et la vue Ouest de la station 10 (V' = 16,10). À l'inverse, les scores les plus faibles sont associés aux vues Nord des stations 1 (V' = 0,19), 8 (V' = 0,26) et 9 (V' = 0,56), ainsi qu'aux vues Ouest des stations 2 (V' = 4,24) et 11 (V' = 2,59).

Une **augmentation systématique** des valeurs entre la vue de base et la vue réelle est observée dans la majorité des stations, confirmant l'effet additif net des éléments paysagers présents dans le champ visuel. Certaines stations enregistrent cependant une diminution partielle de la valeur réelle par rapport à la valeur de base, notamment la vue Ouest de la station 2 (V = 0,24 → V' = 4,24 : augmentation) et la vue Nord de la station 8 (V = 2,26 → V' = 0,26 : diminution), indiquant une dominance locale d'éléments dégradants.

3.3. Analyse statistique descriptive

Afin d'assurer une meilleure lisibilité des résultats et de préparer l'analyse de la variance, une analyse statistique descriptive a été conduite sur l'ensemble des valeurs de base et réelles, globalement et par orientation. Les paramètres calculés incluent la moyenne, l'écart-type, la médiane, les quartiles Q1 et Q3, ainsi que les valeurs minimales et maximales. Ces résultats sont consignés dans le Tableau 3.

Tableau 3: Statistiques globales

	moyenne	min	Q1	médiane	Q3	max
Vue de Base	7.77	0.07	3.65	8.315	12	14.17
Vue Réelle	9.09	0.19	5.085	8.765	13.52	18.17

À l'échelle de l'ensemble du tronçon routier, la valeur moyenne des **vues de base** est de 7,77 (médiane = 8,32 ; écart interquartile : [3,65 – 12,00] ; max = 14,17), tandis que la valeur moyenne des **vues réelles** est de 9,09 (médiane = 8,77 ; écart interquartile : [5,09 – 13,52] ; max = 18,17). L'augmentation de la moyenne entre vue de base et vue réelle (+1,32 points) confirme que la contribution nette des éléments paysagers est globalement positive le long du tronçon étudié. La dispersion relativement élevée des valeurs (étendue totale : 0,07 – 14,17 pour V ; 0,19 – 18,17 pour V') traduit la forte hétérogénéité compositionnelle du tronçon routier sur le plan paysager.

Tableau 4 : ***Statistiques par orientation (Vue de Base)***

	V Base Est	V Base Ouest	V Base Nord	V Base Sud
Moyenne	6.777272727	8.36	6.44636364	9.51
Erreur-type	1.527159628	1.361312869	1.54668283	1.04238363
Médiane	5.18	10.01	5.29	8.83
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Écart-type	5.065015481	4.514964009	5.12976661	3.4571954
Variance de l'échantillon	25.65438182	20.3849	26.3145055	11.9522
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-1.539338796	-0.094386536	-1.62956934	-1.74446789
Coefficient d'asymétrie	0.292844733	-0.96052195	0.18365151	-0.11095992
Plage	14.1	12.87	13.45	8.79
Minimum	0.07	0.24	0.19	5.04
Maximum	14.17	13.11	13.64	13.83
Somme	74.55	91.96	70.91	104.61
Nombre d'échantillons	11	11	11	11

L'analyse descriptive par orientation révèle que, pour les vues de base, l'orientation **Sud** enregistre la moyenne la plus élevée (9,51 ± 3,46) et la dispersion la plus faible (variance = 11,95), témoignant d'une relative

homogénéité des vues méridionales. L'orientation **Nord** présente la moyenne la plus basse (6,45 ± 5,13) et une forte variabilité (variance = 26,31). Les orientations **Est** (6,78 ± 5,07) et **Ouest** (8,36 ± 4,51) occupent des positions intermédiaires. Ces différences de dispersion indiquent que la qualité des vues de base est plus stable dans l'orientation Sud que dans les autres orientations, vraisemblablement en lien avec l'exposition topographique dominante du tronçon.

Tableau 5 : ***Statistiques par orientation (Vue Réelle)***

	V Réelle Est	*V Réelle Ouest*	*V Réelle Nord*	*V Réelle Sud*
Moyenne	9.777272727	10.45090909	6.26454545	9.87363636
Erreur-type	1.559964505	1.548424686	1.90436549	1.28129003
Médiane	8.26	9.72	3.29	9.83
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Écart-type	5.173816949	5.1355437	6.31606581	4.24955827
Variance de l'échantillon	26.76838182	26.37380909	39.8926873	18.0587455
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0.786393418	-1.352587694	-1.65169697	0.39258758
Coefficient d'asymétrie	0.510132524	-0.120157241	0.53466151	0.10669008
Plage	15.52	14.52	16.11	15.63
Minimum	2.65	2.59	0.19	2.2
Maximum	18.17	17.11	16.3	17.83
Somme	107.55	114.96	68.91	108.61
Nombre d'échantillons	11	11	11	11

Pour les vues réelles, les orientations **Ouest** (10,45 ± 5,14) et **Sud** (9,87 ± 4,25) présentent les moyennes les plus élevées, suivies de l'orientation **Est** (9,78 ± 5,17). L'orientation **Nord** enregistre la moyenne la plus faible (6,26 ± 6,32) avec la variance la plus importante (39,89), reflétant une très grande hétérogénéité des scores dans cette direction. Les coefficients d'asymétrie positifs observés pour les orientations Est et Nord des vues réelles indiquent une distribution asymétrique droite, avec une concentration de valeurs faibles et quelques valeurs élevées exceptionnelles. À l'inverse, les orientations Ouest et Sud présentent des distributions plus symétriques et moins dispersées.

3.4. Analyse de la variance (ANOVA)

Afin de répondre à la question de recherche centrale - l'effet de l'orientation cardinale des vues sur la qualité visuelle des paysages - une ANOVA à un facteur a été appliquée séparément sur les valeurs de base (*V*) et les valeurs réelles (*V'*). Les résultats sont présentés dans les tableaux ANOVA ci-dessous.

Tableau 6 : ANOVA (Vue de Base)

Source des variations	*Somme des carrés*	*Degré de liberté*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Probabilité*	*Valeur critique pour F*
Entre Groupes	67.24491591	3	22.41497197	1.0635055	0.375362196	2.838745398
A l'intérieur des groupes	843.0598727	40	21.07649682			
Total	910.3047886	43				

L'analyse de variance appliquée aux valeurs de base révèle un rapport F observé de **F = 1,064**, nettement inférieur à la valeur critique de **F critique = 2,839** (dl = 3 ; 40). La probabilité associée est de **p = 0,375**, largement supérieure au seuil de signification retenu de α = 0,05. Ces résultats indiquent que **l'orientation cardinale des vues n'exerce pas d'effet statistiquement significatif sur les valeurs de base des vues** ($F_{3,40}$ = 1,064 ; p = 0,375 > 0,05). Les différences de moyennes observées entre orientations (E : 6,78 ; O : 8,36 ; N : 6,45 ; S : 9,51) ne sont pas attribuables à l'orientation en tant que telle, mais relèvent de la variabilité aléatoire intra-groupe.

Tableau 7 : ANOVA (Vue Réelle)

Source des variations	*Somme des carrés*	*Degré de liberté*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Probabilité*	*Valeur critique pour F*
Entre Groupes	120.1385523	3	40.04618409	1.44188956	0.244925663	2.838745398
A l'intérieur des groupes	1110.936236	40	27.77340591			
Total	1231.074789	43				

L'analyse de variance appliquée aux valeurs réelles confirme les résultats précédents : le rapport **F = 1,442** demeure inférieur à la valeur critique de **F critique = 2,839** (dl = 3 ; 40), et la probabilité associée est de **p = 0,245**, également supérieure à α = 0,05. Bien que la statistique F soit légèrement plus élevée que pour les vues de base (1,442 vs 1,064), traduisant une légère tendance non significative vers une différenciation directionnelle après intégration des éléments paysagers, **l'orientation cardinale ne constitue pas un facteur explicatif significatif de la variabilité des valeurs réelles** ($F_{3,40}$ = 1,442 ; p = 0,245 > 0,05). Ce résultat suggère que la qualité visuelle des paysages est principalement déterminée par la composition et la structure des unités paysagères locales, indépendamment de leur orientation géographique.

4. Discussion

4.1. Évaluation globale de la qualité du paysage le long du tronçon Taoura–Hammam Tessa

L'évaluation quantitative de la qualité visuelle du paysage le long du tronçon routier Taoura–Hammam Tessa a donné lieu à une large fourchette de

scores de Neuray parmi les 11 stations évaluées, reflétant la composition spatiale hétérogène de ce paysage de transition. La distribution des valeurs, synthétisée sous forme de tableau et de graphique, révèle un contraste marqué entre les unités paysagères visuellement riches et les environnements visuels dégradés, ce qui correspond au caractère mixte rural, naturel, agricole et périurbain de la zone d'étude décrit dans l'introduction.

Ces résultats concordent avec les études d'évaluation paysagère antérieures menées dans le contexte « tronçon routiers », qui font systématiquement état d'une forte variabilité spatiale de la qualité visuelle en fonction de la composition de l'utilisation des sols, du couvert végétal et du degré d'infrastructure artificielle (Tveit et al., 2006 ; Arriaza et al., 2004). La nature transitoire du tronçon routier Taoura–Hammam Tessa, qui connaît actuellement une transformation socio-économique, amplifie cette variabilité.

4.2. Identification des unités paysagères à haute et faible qualité visuelle

L'analyse des scores de Neuray pour l'ensemble des points de vue échantillonnés a permis de distinguer clairement les unités paysagères de haute et de faible qualité visuelle. Les scores les plus élevés ont été enregistrés pour la vue est de la station 2 (V' = 17,94), la vue est de la station 3 (V' = 18,17), la vue nord de la station 4 (V' = 17,83), les vues nord et sud de la station 5 (V' = 16,56 et V' = 17,83, respectivement), la vue ouest de la station 5 (V' = 16,30) et la vue nord de la station 10 (V' = 16,10). Ces stations se caractérisent par la prédominance d'éléments de paysage naturel et agricole, notamment une couverture végétale dense, un relief topographique et l'absence d'éléments artificiels perturbant la vue, autant de facteurs reconnus dans la littérature empirique comme des déterminants clés d'une forte préférence pour le paysage (Daniel, 2001 ; Kaplan & Kaplan, 1989).

À l'inverse, les scores de qualité visuelle les plus bas ont été associés aux vues ouest des stations 1 (V' = 0,19), 7 (V' = 1,17), 8 (V' = 0,26), 9 (V' = 0,56) et 10 (V' = 1,82), à la vue sud de la station 8 (V' = 2,20), ainsi qu'aux vues est et nord de la station 11 (V' = 2,65 et V' = 2,59, respectivement). L'observation sur le terrain et l'analyse des images satellites confirment que ces vues faiblement notées sont dominées par des éléments artificiels dégradants, notamment des pylônes électriques, des barrières minérales et métalliques, des constructions non planifiées et des surfaces terrestres perturbées. Ces éléments sont bien documentés dans la littérature scientifique sur le paysage comme étant des facteurs majeurs de dégradation de la qualité visuelle dans les environnements périurbains et les tronçons routiers (Arriaza et al. , 2004 ; Palmer, 2004).

4.3. Contribution des éléments paysagers aux scores de qualité visuelle

Une tendance constante observée dans toutes les stations d'obsevation est l'augmentation systématique des scores de qualité visuelle entre les vues de bases et les vues réelles. Ce résultat confirme que les éléments paysagers rencontrés le long du tronçon routier — qu'ils soient naturels, agricoles ou artificiels — exercent une influence additive ou soustractive mesurable sur la qualité visuelle de référence du paysage, conformément au cadre théorique sous-jacent au modèle de Neuray.

La forte convergence observée entre les scores quantitatifs de Neuray et l'évaluation visuelle qualitative renforce encore la validité interne de la méthodologie de notation. Cette concordance suggère que le modèle empirique de Neuray constitue un outil fiable et pertinent sur le plan opérationnel pour le diagnostic du paysage routier, capable de traduire des perceptions visuelles complexes en indices numériques reproductibles. Ce constat renforce la position méthodologique défendue dans l'introduction, à savoir que les cadres d'évaluation quantitative du paysage offrent des avantages significatifs par rapport aux approches d'évaluation purement subjectives en termes de reproductibilité et de comparabilité entre les sites d'étude.

4.4. Influence de l'orientation cardinale sur la qualité visuelle du paysage

La question centrale de cette étude porte sur l'influence potentielle de l'orientation cardinale des points de vue — par rapport aux directions nord, est, sud et ouest — sur la qualité visuelle des paysages routiers. À notre connaissance, cette hypothèse spécifique n'a pas été explicitement abordée dans la littérature existante sur la quantification du paysage, et son examen constitue une contribution originale du présent travail.

L'analyse de variance (ANOVA) à un facteur réalisée à la fois sur les valeurs de bases des vues et sur les valeurs réelles des vues a donné des valeurs de probabilité dépassant le seuil de signification de 0,05 dans les deux cas. Ces résultats indiquent que **l'orientation cardinale n'exerce pas d'effet statistiquement significatif sur la qualité visuelle des paysages quantifiés** le long du tronçon routier Taoura–Hammam Tessa. Ce résultat suggère que la dimension directionnelle, bien que conceptuellement plausible en tant que déterminant de la qualité visuelle par son influence potentielle sur l'exposition solaire, les motifs d'ombre et la visibilité topographique, est subordonnée aux caractéristiques compositionnelles du paysage dans la détermination des scores de qualité visuelle dans le contexte spécifique de cette étude.

Ce résultat revêt une importance pratique pour l'aménagement du paysage, car il implique que le choix des points de vue panoramiques et la conception des tronçons visuels le long des infrastructures routières ne doivent pas

systématiquement privilégier l'orientation cardinale comme critère principal. Au contraire, la nature, la disposition et l'état des éléments du paysage — en particulier le rapport entre les éléments naturels et artificiels — semblent être les facteurs dominants de la qualité visuelle le long de ce type de tronçon routier de transition.

Il convient toutefois de noter que cette conclusion repose sur un seul tronçon routier de 5 km dans un contexte méditerranéen semi-aride, et que sa généralisation à d'autres types de paysages, configurations topographiques et conditions climatiques reste à établir. De futures études appliquant le modèle Neuray à des contextes paysagers contrastés et à des étendues spatiales plus vastes seraient utiles pour confirmer ou nuancer ce résultat.

4.5. Contributions méthodologiques et implications pratiques

L'approche d'échantillonnage systématique adoptée dans cette étude, fondée sur l'imagerie satellite géoréférencée plutôt que sur une sélection subjective sur le terrain, représente une avancée méthodologique dans l'évaluation du paysage routier. En veillant à ce que les stations d'échantillonnage soient réparties à intervalles réguliers le long du tronçon routier, indépendamment de leur qualité visuelle prévue, cette approche minimise le biais de sélection et renforce la représentativité de la base de données paysagère obtenue.

Les données sur la qualité du paysage produites dans cette étude constituent une base de référence opérationnelle pour les autorités d'aménagement du territoire et les architectes paysagistes impliqués dans la gestion et la mise en valeur du tronçon routier Taoura–Hammam Tessa. L'identification de points de vue panoramiques de grande qualité et de zones visuellement dégradées fournit un cadre de hiérarchisation pour des interventions ciblées, notamment le masquage des infrastructures dégradantes, la valorisation de la végétation naturelle et la conception d'aménagements routiers respectueux du paysage. Ces recommandations sont particulièrement pertinentes dans le contexte du développement socio-économique en cours de ce tronçon routier et de son attractivité en tant que destination de tourisme thermal liée au site d'Hammam Tessa.

Conclusion

Cette étude a permis de réaliser une évaluation quantitative de la qualité visuelle du paysage le long d'un tronçon routier de 5 km reliant Taoura à Hammam Tessa (wilaya de Souk Ahras, nord-est de l'Algérie), grâce à l'analyse systématique de 11 stations d'échantillonnage à l'aide du modèle empirique de Neuray. Les résultats, présentés sous forme de tableaux et de graphiques structurés, constituent une base de données fiable sur le paysage, destinée à

servir de référence fondamentale pour l'aménagement du territoire et la gestion du paysage dans cet environnement périurbain en transition.

Une contribution méthodologique majeure de ce travail réside dans l'adoption d'une stratégie d'échantillonnage systématique basée sur l'imagerie satellite de Google Earth, garantissant une plus grande objectivité et reproductibilité dans la sélection des sites par rapport aux approches conventionnelles sur le terrain. Ce cadre d'évaluation discriminatoire a permis la classification des unités paysagères et l'identification des sites présentant les scores de qualité visuelle les plus élevés et les plus bas.

Les résultats de la quantification ont révélé une variabilité spatiale significative des valeurs paysagères à travers le tronçon routier étudié. Les scores de qualité visuelle les plus élevés ont été enregistrés pour la vue Est de la station 2 (V' = 17,94), la vue Est de la station 3 (V' = 18,17), les vues Nord et Sud de la station 5 (V' = 16,56 et V' = 17,83, respectivement), la vue Ouest de la station 5 (V' = 16,30), la vue Nord de la station 4 (V' = 17,83) et la vue Nord de la station 10 (V' = 16,10). À l'inverse, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées pour les vues Ouest des stations 1 (V' = 0,19), 8 (V' = 0,26), 9 (V' = 0,56) et 7 (V' = 1,17), la vue Sud de la station 8 (V' = 2,20), la vue Ouest de la station 10 (V' = 1,82) et les vues Est et Nord de la station 11 (V' = 2,65 et V' = 2,59, respectivement) .

L'analyse de ces contrastes indique que la variabilité spatiale des scores de qualité visuelle est principalement attribuable à la nature des composantes du paysage plutôt qu'à leur répartition géographique. La présence d'éléments artificiels dégradants — notamment les pylônes électriques, les barrières minérales et métalliques, les infrastructures routières et les zones urbanisées non planifiées — a exercé un impact visuel négatif significatif sur la qualité du paysage. À l'inverse, les composantes naturelles et agricoles ont contribué positivement aux scores visuels. Il convient de noter qu'une augmentation constante des valeurs de vue a été observée entre les vues de référence et les vues réelles dans toutes les stations, confirmant la contribution additive des éléments du paysage à l'évaluation globale de la qualité visuelle.

Une forte convergence a été observée entre les scores quantitatifs dérivés du modèle Neuray et l'évaluation visuelle qualitative du paysage, ce qui confirme la fiabilité et la pertinence pratique de cette approche empirique pour le diagnostic du paysage routier.

En ce qui concerne la question centrale de cette étude — à savoir si l'orientation cardinale des vues influence la qualité visuelle du paysage —, les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur mené sur les valeurs de référence et les valeurs réelles des vues ont donné des valeurs de probabilité dépassant le seuil de signification de 0,05 dans les deux cas. Ce résultat indique que l'orientation cardinale (Nord, Est, Sud, Ouest) n'exerce pas d'effet statistiquement significatif sur la qualité visuelle des paysages quantifiés le long de ce tronçon. Ce résultat représente une contribution empirique originale à la

science du paysage, car cette hypothèse spécifique n'avait pas encore été explicitement testée dans la littérature.

Les valeurs paysagères issues de cette évaluation diagnostique constituent un outil pratique d'aide à la décision pour la planification et la mise en valeur du paysage routier. Dans le contexte du développement socio-économique en cours de ce tronçon, ces résultats fournissent des orientations concrètes pour hiérarchiser les interventions de restauration du paysage, atténuer l'impact visuel des infrastructures artificielles et valoriser les vues panoramiques les plus significatives sur le plan visuel, en accord avec les objectifs de gestion territoriale durable.

Référence

Arriaza, M., Cañas-Ortega, J. F., Cañas-Madueño, J. A., & Ruiz-Avilés, P. (2004). Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, *69*(1), 115–125. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.029

Badouna, B. E., & Fadel, D. (2014). Démarche paysagère des potentialités d'une carrière mercurifère dans le Nord-Est Algérien en vue de sa biorestauration en espace vert forestier. Dans *Actes du 2ème Colloque International sur les utilisateurs des SIG GIS* (pp. 818–819). Meknès, 20–21 novembre 2014.

Berque, A. (1991). *Méfiance de milieux en paysages*. Éditions Reclus.

Bertrand, G. (1975). Pour une histoire écologique de la France rurale. Dans G. Duby & A. Wallon (Éds.), *Histoire de la France rurale* (Tome 1, pp. 34–113). Éditions du Seuil.

Bertrand, G. (1978). Le paysage entre la nature et la société. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, *49*(2), 239–258.

Burel, F., & Baudry, J. (2003). *Écologie du paysage : concepts, méthodes et applications*. Tec & Doc / Lavoisier.

Claval, P. (1995). Géographie culturelle et paysages. *Géographie et Cultures*, *4*(13), 55–74.

Daniel, T. C. (2001). Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, *54*(1–4), 267–281. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00141-4

Davide, L. (1956). *Étude géologique sur le Mont de Medjerda : la wilaya de Souk-Ahras*. [Rapport géologique inédit].

Davodeau, H. (2005). La sensibilité paysagère à l'épreuve de la gestion territoriale. *Les Cahiers de Géographie du Québec*, *49*(137), 177–189. https://doi.org/10.7202/012302ar

Djeffel, A. (2005). *Étude agropédologique de la wilaya de Souk-Ahras* [Rapport technique inédit].

Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Recueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier*, *7*, 3–43.

Fadel, D. (1993). Traitement paysager du site péri-urbain de « Ras El Hamra » (N.W. de la ville d'Annaba) en forêt de loisirs. Dans *Actes du 1er Colloque Maghrébin de Biologie Végétale et Environnement* (pp. 28–30). Annaba, 28–30 novembre 1993.

Fadel, D. (2011). *Diagnostic paysager appliqué à des tronçons routiers de la Numidie orientale algérienne*. Université Badji Mokhtar, Annaba.

Fadel, D. (2013). *Méthodes d'évaluation et de diagnostic paysager : application au Nord-Est algérien*. Université Badji Mokhtar, Annaba.

Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. John Wiley & Sons.

Gueroui, D., & Djalilia, J. (2017). *Le barrage de « Aïn Dalia » dans la zone de Souk-Ahras : analyse paysagère* [Mémoire de Master, Université Mohamed Chérif Messaadia, Département des Sciences Agronomiques, Souk-Ahras].

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press.

Lacoste, Y. (1986). Réflexions d'un géographe sur les paysages réels. Dans *Lectures du paysage* (Collection INRAP, pp. 14–22). Foucher.

Lechner, A. M. (2012). Remote sensing and geographic information systems. Dans *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3

McClendon, B. (2011, October 5). *Google Earth downloaded more than one billion times*. Google Maps Blog. Récupéré le 14 mai 2017, sur https://maps.google.com/2011/10/google-earth-downloaded-more-than-one.html

Messadia, F. (2009). *Les caractéristiques physicochimiques des boues résiduelles et leur utilisation dans les sols de la haute vallée de l'Oued Medjerda, wilaya de Souk-Ahras* [Mémoire de Magister inédit]. Université de Souk-Ahras.

Mesmouli, A. (2022). *Contribution à une analyse paysagère d'un tronçon routier de la Numidie orientale (Zaarouria – Souk Ahras)* [Mémoire de Master, Université Mohamed Chérif Messaadia, Département des Sciences Agronomiques, Souk-Ahras].

Neuray, G. (1982). *Des paysages pour qui ? Pourquoi ? Comment* (pp. 239–250). Presses Agronomiques de Gembloux.

Neuray, C., Godart, M.-F., & Faniel, N. (1989). *Itinéraire des mutations de l'espace rural : hommes et paysages*. Société Royale Belge de Géographie / Région Wallonne.

Noirfalise, A. (1988). *Paysage* (Collection Savoir). Ministère de la Région Wallonne / Fondation Universitaire Luxembourgeoise.

QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System* (Version 3.x) [Logiciel]. Open Source Geospatial Foundation. https://www.qgis.org

Taleb, K., & Talebi, M. (2020). *Évaluation paysagère d'un tronçon routier de la Numidie orientale algérienne (Zaarouria – Souk Ahras)* [Mémoire de Master, Université Mohamed Chérif Messaadia, Département des Sciences Agronomiques, Souk-Ahras].

Tveit, M., Ode, Å., & Fry, G. (2006). Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Research*, *31*(3), 229–255. https://doi.org/10.1080/01426390600783269

Zaghdani, F. Z. (2019). *Contribution à la mise à jour d'une carte écotouristique de la Numidie orientale (Nord-est algérien)* [Mémoire de Master, Université Mohamed Chérif Messaadia, Département des Sciences Agronomiques, Souk-Ahras].

Zouaidia, H. (2006). *Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien : cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras* [Mémoire de Magistère en Écologie et Environnement, Université de Constantine].