التطور الحالي للسفوح وأثره على انعدام استقرار المحاور الطرقية بالريف الأوسط الجنوبي: دراسة الوقع وتقييم التدخلات من خلال حالة انزلاق ساحل بطيوي على الطريق الجهوية 510بإقليمتاونات، المغرب

The current evolution of the foothills and its impact on the instability of road axes in the Southern central of the Rif: "the study of the impact and the evaluation of interventions through the case of a landslide in Btioui bank on the regional road 510at Taounate , Morocco"province

خالد المودني، عبد الغني الهواري، إسماعيل الخنتوري
جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس-سايس- المغرب

ملخص: تكتسي دراسة أشكال الدينامية المرتبطة بحركية السفوح بنطاق ساحل بطيوي، أهمية بالغة في فهم وتحليل مظاهر عدم الاستقرار المهددة للمحاور الطرقية بمنطقة الريف المغربي؛ الذي يعرف تدهورا كبيرا نتيجة استفحال ظواهر الحركات الكتلية السطحية والعميقة. ويعتبر عنف آليات التعرية بالريف عامة وبجنوب الريف الأوسط على الخصوص نتيجة مباشرة لتفاعل وتداخل عوامل طبيعية بأخرى مرتبطة بمنظومة الاستغلال البشري المتميزة في الغالب بالمغالاة وسوء التدبير. إنتفاعل هذه الظروف في الزمان وفي نطاق يتسم بالهشاشة أعطت نتيجتها الجيومرفولوجية من خلال تعدد أساليب الدينامية وتنوعها. تتجسد كل هذه الأشكال وبشكل جلي بالمجال المدروس عند النقطة الكيلومترية 14+00 من الطريق الجهوية رقم 510؛ التي شهدت عمليات تدخل جد مكثفة من طرف المصالح المختصة من أجل التهيئة والتدبير، إلا أن أغلب هذه التدابير آلت للفشل مما يؤكد محدودية المقاربة التقنية في تدبير الأخطار الطبيعة.
الكلمات المفتاحية: تاونات، الريف الأوسط الجنوبي، المحاور الطرقية، الحركات الكتلية، عدم الاستقرار، الهشاشة، التهيئة والتدبير.

Abstract: The study of the dynamic forms of the mobility of the Btioui bank's foothills is important in understanding and analyzing the instability characterizing the road axes in the Moroccan Rif which witnesses a deterioration due to the intensification of the mass movements phenomena. The violent nature of the erosion mechanisms, in the middle Rif areas in particular, is a direct result of the interaction and overlap of natural factorswith the human irrationalexploitation. This simultaneousinteraction in a fragile area has given their geomorphological resultthrough the multiplicity of dynamic methods and their diversity that are reflected on the studied area at the kilometric point 14+00 of the regional road 510 which witnessed intensive intervention by the competent departments for management, but most of these measures ended in failure confirming the limited technical approach to the management of natural hazards.

Keywords: Taounate, Southern Central Rif, road axes, mass movements, instability, fragility, management.

تقديـم:

تعتبر النطاقات المنتمية للريف الأوسط الجنوبي من أكثر مناطق المغرب عرضة لظاهرة التعرية؛ نظرا لغلبة التكوينات الجيولوجية الحديثة التكوين؛ تتألف من صخور طفلية صلصالية وحثية ومروية ونضيدية، تتميز بهشاشتها وضعف نفاذيتها التي تتراوح ما بين 10 و15% (محمد الصباحي وآخرون)، وهو الشيء الذي يفسر قوة الجريان السطحمائي من جهة؛ وقلة المخزون المائي الجوفي من جهة أخرى. ونظرا لسيادة الصخور الهشة والسفوح الشديدة الانحدار وعنف التساقطات المطرية وتركزها الزمني تصبح هذه النطاقات مجالات متميزة للتشكيل الجيومرفولوجي؛ وأكثر عرضة لآليات التعرية؛ وذات قابلية كبيرة لنشأة مختلف أشكال الدينامية (عبد الغني گرطيط،1994؛ بوشتى الفلاح، 2000)، تزيد من حدتها أنماط التدخل البشري بالمجال. وفي هذا الإطار تعتبر الانزلاقات التي تضرب الطريق الجهوية رقم 510 الرابطة بين الطريق الوطنية رقم 8 عند قنطرة أسكار في اتجاه طهر السوق؛ نتاجا لتداخل وتضافر عوامل طبيعية مرتبطة أساسا بعدوانية المناخ وسيادة التكوينات الصخرية الهشة والانحداراتالقوية؛مع تضافر آليات أخرى مرتبطة بمنظومة الاستغلال البشري.

1-إشكالية الدراسة

يتميز نطاق الريف الأوسط الجنوبي وخاصة على طول الطريق الجهوية رقم 510 بتردد كبير لظواهر مورفوديناميةقوية؛ مرتبطة بسيادة أساس صخري هش من جهة؛ وهيدروديناميةالمجاري المائية وعدوانية المناخ من جهة أخرى. فنشأة مظاهر عدم الاستقرار المجالي المرتبطة بالدينامية السطحية والعميقة؛ تخلف انعكاسات مجالية وخسائر مادية واقتصادية جد مهمة نتيجة للتدهور المستمر للمنشآت الطرقية. تفرض هذه الوضعية على الفاعلين في المجال التدخل بشكل مستمر قصد تنفيذ وتفعيل عمليات التهيئة والتدبير. يزداد هذا الإشكال تعقدا خاصة عندما يتعلق الأمر بالحركات الكتلية المتميزة بتجدد دائم للعوامل التي تعتبر الأصل في نشأتها وتطورها، كما يتعقد أكثر فوق السفوح غير المستقرة والتي شهدت عمليات مكثفة للتهيئة الطرقية. ونظرا لتعدد حالات عدم الاستقرار التي تعرفها الطريق الجهوية 510 سنركز على نموذج جد معبر عن الدينامية المركبة (السطحية منها والعميقةبنفس المجال) بالنقطة الكيلومترية 14+00 من هذه الطريق.

2- أهمية الدراسة والأهداف المسطرة

تستمد الدراسة أهميتها من كونها تعالج موضوعا مرتبطا بالحركات الكتلية في علاقتها بالتطرف المناخي الذي أصبح يعرفه العالم بشكل عام والمجال الريفي بشكل خاص، وكذا من حجم الخسائر السنوية التي تتحملها الدولة من أجل صيانة وإصلاح الأضرار. كما تكتسي أهمية الدراسة في كونها تتناول الموضوع في إطاره الشمولي؛ انطلاقا من تركيب مختلف العوامل المساهمة في الدينامية وفهم العلاقات التفاعلية الموجودة فيما بينها.

نهدف من خلال هذه الدراسة تحقيق جملة من الغايات أهمها: عرض نتائج التتبع الميداني للظواهر المدروسة، وابراز أهم العوامل المساهمة في عدم الاستقرار، وضبط سرعة تطور الدينامية والتغيرات المجالية المرتبطة بها، ثم تقييم وقع الدينامية والإجراءات المتخذة في إطار التهيئة والتدبير (تدخلات قبل وأثناء وبعد حدوث الأزمة). ومن النتائج المنتظرة من هذا العمل نذكر تعميق البحث والفهم حول الإشكاليات المتعلقة بدينامية السفوح، ثم الإسهام الجغرافي في صياغة التصورات الرامية إلى تدبير الأخطار التي تهدد الأرواح والممتلكات؛ وذلك بوضع

استراتيجية تنموية بديلة ترمي إلى تهيئة وتدبير الأوساط الطبيعية وفق مقاربة جغرافية وجيوتقنية؛ تنبني على تخطيط تشاركي وتوافقي بين مختلف الفاعلين من أجل ضمان نجاعة واستدامة كل هذه التدخلات.

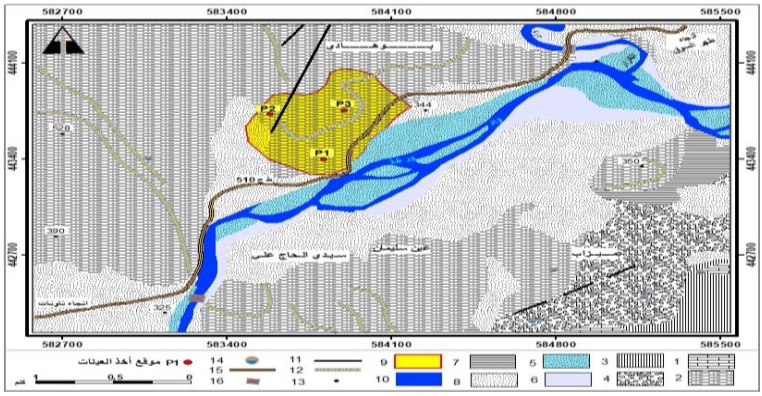
ولتحقيق الأهداف المسطرة والنتائج المنتظرة من هذا البحث سنعتمد مقاربة تجمع بين ما هو جغرافي وجيومرفولوجي تطبيقي؛ أساسها التتبع الميداني للظواهر المدروسة باعتماد القضبان الحديدية لضبط سرعة الدينامية، ثم العمل المخبري والتنقيب الجيولوجي لمعرفة خصوصيات الصخر بمختلف الأعماق، بالإضافة إلى تكميم أشكال التدهور فوق سطح الطريق وتحديد درجة خطورتها باعتماد منهجية VIZIR.

3- الإطار الجغرافي والمورفوبنيوي للمجال المدروس

يقع نطاق ساحل بطيوي على الضفة اليمنى لواد ورغة؛ وبالضبط في الجهة الشمالية الغربية لجماعة بني وليد ما بين النقطة الكيلومترية 13+500و14+200 من الطريق الجهوية 510. يوجد هذا الانزلاق على ارتفاع 340 م، ويقع جغرافيا بين خطي طول 4 د.46 ث و4 د.50 ث، وخطي عرض 34 د.57 ث و34 د.60 ث (شكل 1). يعتبر هذا الانزلاق من بين الانزلاقات الأكثر نشاط ابالمنطقة؛ وذلك نظرا لسرعة التحرك ولانعكاساته المجالية والسوسيو-اقتصادية التي يخلفها سنويا. وتصل مساحة الكتلة المنزلقة حوالي 32860 م^2؛ بطول يبلغ 246م من عالية السفح في اتجاه واد ورغة؛ بينما يصل عرض الكتلة المتحركة حوالي 640 م. شكل السفح المتحرك متموج ذو انحدار يتراوح ما بين °20 و °25 بل يصل في بعض المواقع من السفح أكثر من 50 درجة. جبهة الاقتلاع الرئيسية هلالية الشكل يتراوح مداها ما بين 4 و19.36 م مع بروز مجموعة من الجبهات الأخرى الثانوية بوسط السفح.

يتميز المجال المدروس بوجود انقطاعات في انحدار السفح؛ الشيء الذي يدل على التحرك المستمر والمتتابع للكتل الصخرية في اتجاه السافلة، هذا التحرك ثم الهدوء النسبي (التوقف النسبي عن الحركة) يجعل السفح يرسم شكلا مورفولوجيا متموجا مع وجود ميل عكس أو ضد الانحدار (contre la pente) أي الميل في اتجاه العالية في المواقع حيث توجد هذه الانقطاعات مع تشكل منخفضات يتراوح عمقها ما بين 4 و6 متر (وضعية أبريل 2019).

شكل 1: التوطين الجغرافي والجيولوجي لانزلاق ساحل بطيوي بمجال الدراسة.



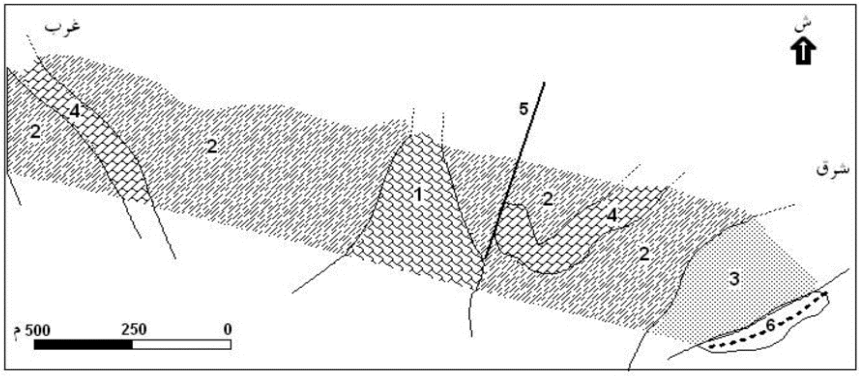
1: كلس ذو دكات كبرى للياس الأسفل 2: صلصال رمادي ميسينيودكات رملية ومتجمعات 3: نطاق الفتات الحثي والصخور الطينية الطرطونية 4: نطاق تسود به مواد معدنية وكتل ضخمة (ما بين hm^3 وkm^3) 5:منعطفات وارسابات نهرية 6: مجال الغمر النهري 7: صخور فتاتية سوداء ذات دكات حثية صغيرة للكريطاسي الأوسط 8: شرفات غرينية وتوضعات السفوح المجاورة 9: انزلاق ساحل بطيوي 10: واد 11: انكسار 12: أعراف صخرية 13: نقطة ارتفاع 14: عين 15: طريق 16: قنطرة

المصدر: الخريطة الجيولوجية لطهر السوق 1/50000 لسنة 1961

4-العناصر الجيولوجية والبنيوية لنطاق ساحل بطيوي

تعتبر التكوينات الصخرية بالمجال المدروس محلية وأصلية النشأة، تنتمي للزمن الثالث مع وجود توضعات رباعية، تتميز بغلبة صخور هشة جعلت منه مجالا للتعرية بامتياز. تصنف صخارة هذا النطاق ضمن التشكيلات الصخرية الأكثر قابلية لنشأة أشكال التعرية السطحية والعميقة. فانطلاقا من الصخر الأم؛ يلاحظ تعاقب طبقات صخرية صلصالية وصخر المتجمعات؛إضافة إلى الصلصال والدكات الرملية. هذا التعاقب الصخري يشكل أحد أبرز العوامل المساهمة في نشأة الانزلاق (المديرية الإقليمية للتجهيز والنقل واللوجستيك والماء بتاونات)، ويفسر ذلك ببروز كتل صخرية خاصة لصخور المتجمعات في عالية ووسط السفح؛ثم بروز مهيلات وتدفقات وحلية في سافلته. وبذلك، يتضح أن الإطار الصخاري لانزلاق ساحل بطيوي هو نطاق للانزلاقات بكل المقاييس؛ فتوالي الصلصال مع تكوينات أخرى تخلق ظروفا مناسبة لحركة السفح بتدخل عوامل أخرى (شكل 2).

شكل 2: مقطع جيولوجي غرب-شرق لنطاق ساحل بطيوي



1: نطاق الصلصال والصلصال الحثي (انزلاق ساحل بطيوي)
2: صخور صلصالية مع دكات رملية3:ارسابات نهرية 4: دكات رملية والمتجمعات
5:انكسار 6: : واد ورغة
المصدر: نفس المصدر السابق.

فالمستوى الذي يشكل نقطة التقاء وتماس لطبقة الصلصال بصخور أخرى تعتبر بمثابة طبقة زلقة (couche savonnée) تجعل السفح في وضعيته غير المتوازنة؛ تزداد حدتها كلما زادت كمية المياه المتسربة إلى العمق. إضافة لذلك يعتبر هذا المجال من بين نطاقات الريف حيث تكثر الانكسارات، فنطاق ساحل بطيوي هو الآخر مجال تعرض لانكسار معكوس؛ وسنتطرق لذلك أثناء تحليلنا لدور العامل التكتوني في نشأة وتطور الانزلاق.

5- سياق نشأة الدينامية بنطاق ساحل بطيوي

5-1- التحليل الحبيبي والعداني للتكوينات السطحية للسفح المتحرك:

انطلاقا من التحاليل المنجزة للعينات السطحية باعتماد جهاز Casagrande والمبينة بالجدول 1 والأشكال 3-6؛ نستنتج أن المواد السطحية للسفح غير المستقر متوسطة اللزوجة؛ بحيث يصل مؤشر هذه الأخيرة أقصاه 22 بالعينة P1 وأدناه 18 بالعينة P2. وحسب تصنيف (Recommandation Pour les Terrassements Routiers)R.T.R للأتربة فإن العينتين P1 وP3 تنتميان لصنف A_2 ذات المواد الدقيقة والمشكلة من الغرين والطفل بحيث تبلغ فئة المواد الدقيقة ذات القطر المرجعي أقل من 80µm حوالي 51.35% بالعينة P1 و45.9% بالعينة P3 مع ارتفاع في عتبة السيولة بالعينتين معا حيث بلغت إلى37%. أما بالنسبة للعينة P2 فتتكون من مواد رملية وحصى طفلي؛ أي صنف B_6 بحيثلا تمثل المواد الدقيقة ذات القطر المرجعي الأقل من 80µm سوى 29.47 %.

جدول 1: نتائج التحليل المخبري بالتكوينات السطحية الموجودة فوق الكتلة المتحركة لساحل بطيوي

رمز العينة وتاريخ	ن.ك	موقع العينة فوق السفح	y hg/cm^3	مقدار الماء W (%)	عتبات أتربرغ		مميزات حبيبية	
					عتبة السيولة	عتبة اللزوجة	>2 % mm (%)	< % 80 µm

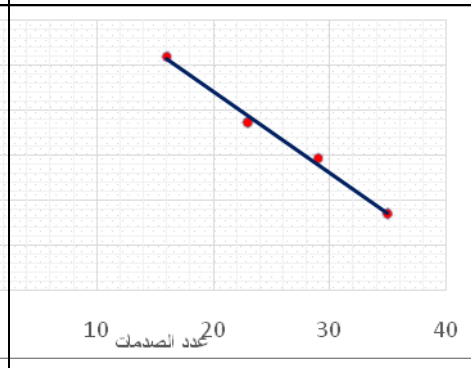
أخذها								(%)
P1/09-2018	610+13	الجانب الأيسر	169	14.18	37.0	15.0	4.73	51.35
P2/09-2018	780+13	عالية وسط السفح	213	2.89	34.0	16.0	13.04	29.47
P3/09-2018	840+13	وسط السفح	173	18.49	37.0	16.0	11.64	45.90

المصدر: تحاليل أنجزت بالمختبر الجيوتقني المتوسطي

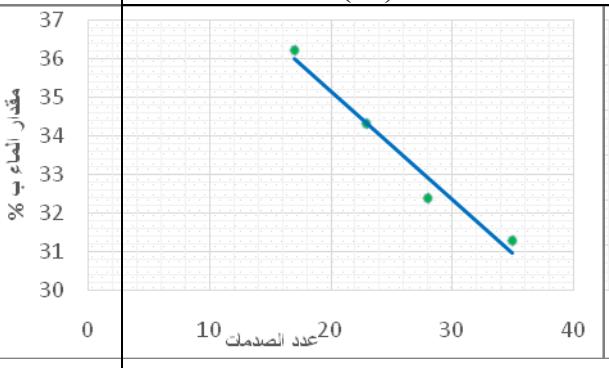
من جهة أخرى نسجل انخفاضا مهما لمقدار الماء بالعينة P2 المأخوذة من عالية السفح؛ إذ يمكن تفسير هذا الانخفاض بكون المكونات الرملية الحصوية تحرر الماء بسرعة وأن عالية السفح والموجه نحو الشرق يتعرض لطول مدة التشميس والتجفيف؛ خاصة وأن العينات أخذت خلال شهر غشت بعد فصل صيف حار وجاف، وفي مقابل ذلك نسجل ارتفاعا في مقدار الماء بالعينتين P1 وP3 بقيمتي 14.18 % و18.49 % على التوالي؛ مما يفسر أن الطفل الرمادي (عينة P1) الموجود على مقربة من المقطع الطرقي؛ والطفل الأبيض الغريني الذي ينتشر بوسط وعلى يمين السفح (عينة P3)؛ يحتفظا بكميات مهمة من الماء، وهو الشيء الذي يفسر نشاط آليات التخديد وتركز التعرية السطحية بمواقع العينة الأولى؛ والتدفقات الوحلية بمواقع العينة الثالثة.

ملصق أشكال 1: منحنيات التحاليل الحبيبية الخاصة بالتكوينات السطحية الموجودة فوق السفح المتحرك

شكل 3: عينة من الطفل الرمادي(P1)

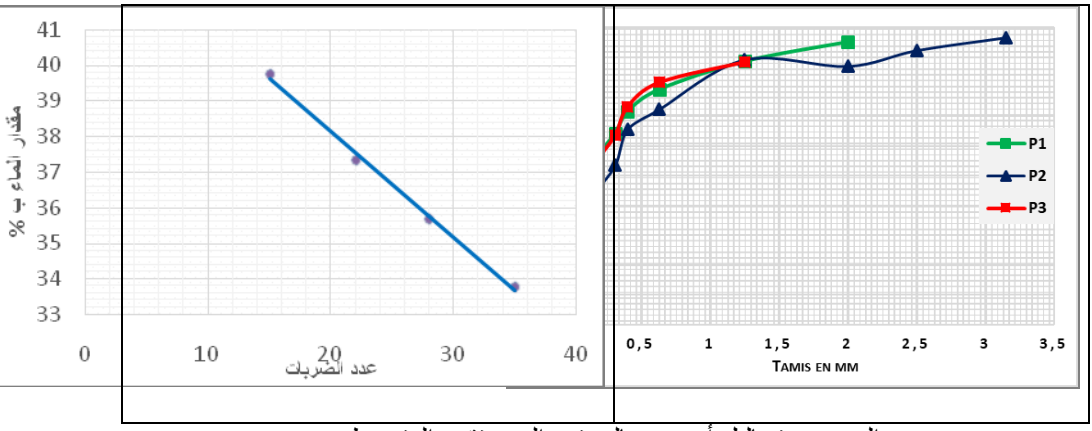


شكل 4: عينة من الرمل الحصوي والطفل (P2)



شكل6: منحنيات التحاليل الحبيبية بالعينات الثلاثة

شكل 5: عينة من الطفل الأبيض الغريني(P3)



المصدر: تحاليل أنجزت بالمختبر الجيو تقني المتوسطي

2-5- التحليل الحبيبي للتكوينات العميقة انطلاقا من التنقيبات

انطلاقا من نتائج الجدول أعلاه نستنتج بأن الأتربة المخترقة تصنف ضمن التكوينات الدقيقة [(صنف A حسب تصنيف GMTR)(Guide Marocain des Terrassements Routiers)]، بحيث تبلغ فئة المواد الدقيقة ذات القطر المرجعي 80µ حوالي 77% بالعينة رقم 2 و73.4% بالعينة رقم 3، ويتراوح مؤشر اللزوجة بين 12 بالعينة رقم 3 مع ارتفاع نسبي لعتبة السيولة بنفس العينة، و10 بالعينة رقم 1 مع انخفاض نسبي لعتبة السيولة، كما تؤكد المميزات الحبيبية للتكوينات المخترقة بكون العينة 2 تتكون من مواد غرينية متوسطة اللدونة (صنف A_2) بحيث تمثلVBS نسبة 3%؛ بينما تتكون العينتين 1 و3 من غرين رملي وطين بحيث لا تتعدى قيمة 2VBS%(أي صنف A_1).

جدول 2:نتائج التحليل الحبيبي والعداني بالتكوينات الغرينية الرملية والطينية المخترقة بواسطة التنقيب

مصدر مرجعي للعينة	ن.ك	العمق بالمتر	h y kg/m³	مقدار الماء W (%)	عتبات أتربرغ		مميزات حبيبية	
					عتبة السيولة	مؤشر اللزوجة	% >2 mm (%)	% < 80 µm (%)
221/2015 -28/3	00+14	بين 2.5 و3.0	2330	3.3	32.5	12.0	2.0	73.4
221/2015 -28/1	00+14	بين 6.0 و7.0	2330	4.0	28.9	10.0	2.0	58.0
221/2015 -28/2	00+14	بين 10.0 و12.5	2380	8.6	28.3	11.0	3.0	77.0

المصدر: مديرية التجهيز والنقل واللوجستيك والماء لتاونات

يتباين مقدار الماء بالعينات المختبرة حسب العمق، بحيث يتزايد مقدار الماء الطبيعي كلما توجهنا نحو عمق التكوينالصخري، فالتكوينات القريبة من السطح على عمق يتراوح بين 2.5 و3.0 م لم يتعد مقدار الماء بها 3.3% مما يدل على تأثير عامل تبخر التربة وتجفيفها بهذه

المستويات؛ في حين بلغ مقدار الماء حوالي 8.6% بالعينة الموجودة على عمق يتراوح ما بين 10.0 و12.5 م، الشيء الذي يؤكد على أن التكوين هو أكثر تميها في العمق. تؤثر هذه الوضعية بشكل كبير على مؤشر الكثافة والتماسك (Indice de consistance) على مستوى التكوينات الصخرية؛ إذ يلاحظ تراجعه الكبير بالعينة رقم 2 (ذات المقدار العالي من الماء) حيث ينزل إلى قيمة 1.79؛ بينما يصل بالعينتين رقم 3 و1 حوالي 2.43 و2.49 على التوالي. كل ذلك يؤكد دور الماء في عملية تفسخ التكوينات العميقة وافقادها لخصوصياتها الميكانيكية، وهو وضع مناسب لنشأة دينامية مرتبطة بانزلاق دوراني عميق.

جدول 3: نتائج التحليل على مستوى المواد المتفسخة حيث توجد المنشأة الفنية بنهاية المقطع الطرقي المهدد

نوع المنشأة	موقعها ضمن السفح	التكوين المخترق	النقطة الكيلومترية	العمق بالمتر	الخصائص الحبيبية (ملم) % // معيار: 008-1-13			
منشأة عبور شعبة مائية	نهاية المقطع في اتجاه طهر السوق	طمي ذات لياط غريني	200+14	2.5/1.5	Dmax	D 90	D 50	<0.08
					31.5	10.0	<0.08	59.8

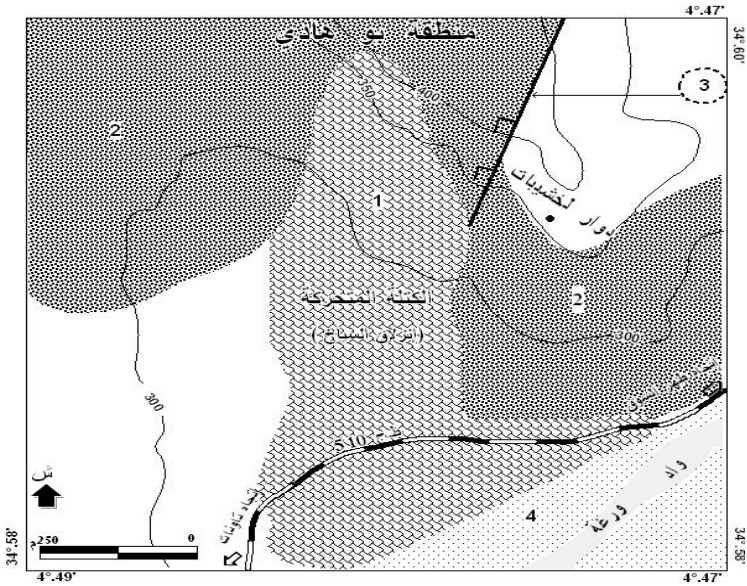
المصدر: السابق

توضح نتائج التجربة المنجزة على مستوى الطمي ذو اللياط الغريني حيث توجد المنشأة المائية المهددة(جدول 3)، بأن أتربة هذا الموقع هي جد دقيقة، بحيث 59.8% هي فئة ذات القطر المرجعي 0.08µ والقطر الأقصى (Dmax) يصل 31.5% ، أما القطر 90 فلا يتعدى 10%. تقدم هذه المعطيات إذن فكرة مفادها أن العينة المختبرة على العمق المتراوح بين 1.5 و2.5 متر تتميز بنسيج غير متجانس إلى حد ما، الشيء الذي يؤثر على حالةاستقرار الأتربة والمنشآت الفنية الموجودة فوقها.

3-5- دور العوامل الداخلية في عدم استقرار السفح

يمكن التمييز في إطار العوامل الداخلية المساهمة في عدم استقرار سفح ساحل بطيوي بين دور التكتونية المتعلقة بالهزات الأرضية؛ حيث يتعرض الريف المغربي بشكل دوري لهزات أرضية عنيفة؛ ومثال ذلك سنة 2004 و2009 و2010؛ حيث عرف السفح حركية قوية تزامنت مع هذه الهزات الأرضية. بالإضافة إلى ذلك تلعب الانكسارات دورا في عدم استقرار السفح؛ حيث تعرض هذا الأخير لانكسار معكوس في اتجاه الجنوب الغربي (شكل 7). يتجلى دور هذا الانكسار في خلق فجوة أو ممر جيولوجي يتحكم في تركيز وتوجيه المياه في اتجاه الطبقات الصخرية التي توجد في وضعية غير مستقرة، أو قابلة للتحرك بتدخل عوامل أخرى، أو في اتجاه سفوح ذات حركية سابقة، فتزيد هذه الانكسارات من سرعة نزولها.

شكل 7: مقتطف يوضح دور الانكسارات في ظاهرة الانزلاقات بمجال الدراسة



1: انزلاق ساحل بطيوي (نطاق الطفل والغرين والرمل والحصى الطفلي)
2: صخور صلصالية معدكات رملية وبروزات حثية
3: انكسار معكوس في اتجاه الجنوب الغربي
4: إرسابات نهرية
المصدر: الخريطة الجيولوجية لطهر السوق 1961 (1\50000)

5-4- دور الظروف الخارجية في عدم إسقرار السفح:

يمكن التمييز داخل الظروف الخارجية المساهمة في عدم استقرار السفح بين العناصر التالية:

دور الحرارة والتساقطات المطرية: يتجلى تأثير الحرارة وخاصة خلال فصل الصيف في تعرض الصخور الصلصالية الطفلية لعمليات التيبس والتجفيف تنتج عنها شقوق مهمة في التربة تصبح مهيأة أكثر للحركة بمجرد هطول الأمطار الخريفية الأولى، ونشير في هذا الصدد بأن درجة الحرارة تصل أقصاها 44 درجة؛ وأن كلما كانت مدة التشميس طويلة -أو توالت فترات الجفاف- كلما ازدادت هذه الشقوق اتساعا فتزيد من حدة تسرب المياه خلال الفصول الممطرة الموالية.

أما خلال الفصل المطير فتلعب التساقطات المطرية دور المحرك الرئيسي في الزيادة من حدة الدينامية، فالمجال يعرف أمطارا بلغت خلال موسم 2017-2018 ما يناهز 829.4 ملم بمحطة باب واندر؛ بحوالي 64 يوم مطير منها 24 يوم خلال فصل الشتاء و33 يوم خلال فصل الربيع. وتتميز التساقطات المطرية بتركزها الشديد على المستوى الزمني، مع تسجيل كميات أمطار قياسية خلال فترات زمنية قصيرة جدا؛ ومثال ذلك تم تسجيل 79 ملم خلال يوم واحد (29 نونبر 2017) وحوالي 115.4 ملم خلال يومي 30 و31 أكتوبر 2018 وهو الشهر الأكثر إمطارا بما يناهز 264.1 ملم. يؤثر هذا التركز القوي للتساقطات المطرية وبشكل كبير في عدم استقرار السفح سواء من حيث دينامية الانزلاق، أو من حيث تهييج دينامية سطحية جد مؤثرة من خلال التدفقات الوحلية وتطور آليات التخديد. بالإضافة إلى ذلك يتأثر توازنالسفح أو

عدمهبطول مدة التهاطل المطري التي كلما كانت طويلة كلما زادت حدة الدينامية، وفي هذا السياق عرف السفح تغيرات مورفولوجية مهمة وحركية سريعة للكتلة (باعتماد القضبان الحديدية والمعاينة الميدانية) خلال اللحظات التي أعقبت مدد طويلة من التساقطات المطرية؛ ومثال ذلك الدينامية القوية التي سجلناها بعد 9 أيام مطيرة بلغت 89.6 ملم سنة 2018؛ ثم 11 يوم مطير متواصل ما بين 1 و11 مارس سنة 2018 والتي سجلت حوالي 172 ملم؛ وما بين 7 و13 أبريل سنة 2018 والتي بلغت فيها كمية الأمطار 151 ملم. تعتبر هذه الفترات إذن مرجعية للاستدلال على قوة الدينامية في علاقتها بطبيعة وكمية التساقطات المطرية المسجلة بالمجال المدروس.

وبشكل عام،يساهم التركز الشديد للتساقطات المطرية وطول مدة التهاطل في إضعاف تماسك التربة وخلق سيول جارفة فوق سفح ساحل بطيوي؛فيصبح بذلك الجريان المائي السطحي آني وسريع حيث يزداد وقعه على مستوى اقتلاع المواد من الضفاف وكشطها فوق المنحدر. ونؤكد ذلك من خلال المتابعة الميدانية حيث أغلب الخسائر سجلناها خلال الفصول الرطبة (الشتاء والربيع)، فقد سجلنا تحركا مهما للتكوينات السطحية والمنشآت الطرقية نحو السافلة، اختلفت حدته ومسافته حسب الخصوصيات المناخية لكل سنة(جدول 4).

جدول 4: حصيلة الدينامية والتحرك السنوي للتكوينات السطحية فوق السفح

سنوات القياس ومسافة التحرك (بالمتر)								
النقطة	/02/08 2008	/02/08 2009	/02/27 2010	/03/01 2013	/01/20 2015	/04/14 2018	/04/13 2019	م. التحرك
P1	حالة استقرار	2.7	3.9	6.5	10	34	34.4	13.07
P2	هدوء نسبي	3.5	6.1	6.8	11	37.2	37.6	14.6
P3	بداية التحرك	6.2	8.3	9.1	11	41.5	42	16.87

المصدر: بحث ميداني شخصي ما بين 2008 و2019

انطلاقا من التتبع الميداني الذي ابتدأ منذ سنة 2008 إلى غاية أواخر ربيع 2019 والمبين في الجدول 4، نستنتج بأن معدل التحرك بلغ أقصاه بالنسبة للنقطتين P2 وP3 بحوالي 14.6و16.87 م على التوالي. كما نسجل على أن سنة 2018 كانت حاسمة على مستوى سرعة الدينامية.فقد شهدت المنشآت الفنية تنقلا سطحيا مهما بلغ أقصاه 41.5 م بالنسبة للنقطة P3 و37.2 بالنسبة للنقطة P2؛ أي بزيادة قدرت بحوالي 26.2 بالنقطة P2 و30.5 م بالنقطة P3 وذلك فقط ما بين تاريخ 20 يناير 2015 و14 أبريل 2018. ونشير في هذا الصدد بأن المنشآت الفنية المتحركة بنقط القياس فوق السفح تتراكم حاليا عند أقصى قدم

صور1- 2 و3: مقارنة زمنية بين وضعية المقطع الطرقي والمنشآت الأخرى المتهدلة (صور ملتقطة من نفس الزاوية)

صورة 1: وضعية الطريق والسورالجانبي في حالة استقرار. 2008 /02/08

صورة 2: عنف الدينامية حرك جزء مهم من الطريق والسور الجانبي على مسافة 6.2 م - بتاريخ 2009/02/08

صورة 3: اختفاء تام للسور الجانبي+ تدفقات وحلية مهمة على المدرجات+ سقوط أعمدة الهاتف+ تهدل واختفاء شبه كلي للطريق. *2010/02/27*

ومن خلال الجدول والمتابعة الميدانية(الصور أعلاه) نؤكد على أن تنقل التكوينات السطحية سجلت حركية قوية بلغت أقصاها خلال فصول يناير وفبراير ومارس ثم أبريل، وهو الأمر الذي يؤكد على العلاقة الوطيدة بين كمية التساقطات وسرعة حركية التكوينات السطحية، فعلى سبيل المثال؛ففي سنة 2008، التي لم تتعد فيها كمية التساقطات 474 ملم، لم نسجل أي تأثر واضحعلى المنشآت الفنية وكذا على مستوى سرعة الدينامية (لم تتجاوز 0,5 م)؛ بينما خلال سنوات 2009، 2010، 2013، 2015 و2018 فقد سجلت قيما قياسية في التساقطات المطرية (مع تركز زمني قوي)، سجلنا خلالها حركية قوية للمواد والمنشآت الطرقية، بلغت على سبيل المثالب النقطة P3 ما يناهز 6.2 م خلال شهر يناير وبداية فبراير من سنة 2009.

دور الدينامية النهرية: يتجلى دور الدينامية النهرية في حركية سفح ساحل بطيوي من خلال آلية تقويض الضفاف التي يمارسها واد ورغة في السافلة؛ خاصة وأن المجرى المائي يرسم شكل كوع مباشرة عند قدم السفح غير المستقر؛ مما يزيد من قوة الحفر الجانبي للمواد،الذي يتقوى بقوة الصبيب اللحظي لهذا الوادي والمرتبط بضعف النفاذية وبالتركز الزمني للتساقطات المطرية، ذلك أن إفراغ الأتربة على مستوى الضفاف يساهم في عدم استقرار السفح في باقي أرجاءه. وما يؤكد على الدور الفعال لعامل الهيدروديناميةالنهرية في حركية هذا السفح هي الحالة الجد متدهورة التي تؤول إليها التجهيزات الطرقية خلال الفصول المطيرة، إذ يصبح التأثير الهيدروديناميعنيفا بسبب السلوك الهيدرولوجي القوي.

أسباب مرتبطة باستغلال الانسان للمجال: يساهم التدخل البشري بدوره في خلق ظروف ملائمة لنشأة الدينامية فوق سفح ساحل بطيويوفي الزيادة من سرعتها، ويتجلى ذلك من خلال ما يلي:

تشييد المحور الطرقي 510 فوق سفح شديد الحساسية للدينامية: لقد تسببت عمليات التهيئة في تغير معالم السطح (إزالة أو إضافة) ومن تم إحداث خلل في التوازن البيئي للسفح؛ حيث وصلت كمية الأتربة المفرغة أقصاها خلال المراحل الأولى عند شق مسار الطريق وتوطئته، تؤكده اليوم حقيقة العلاقة بين آليات التعرية المتمثلة في أخطاء التهيئة وعدم استقرار السفوح خاصة بعد ظهور أو نشأة الدينامية، ومن ثم تكون هذه الأخيرة كإشارة إنذارية لكافة الفاعلين في المجال البيئي لأجرأة التدابير المعقلنة لكل عمليات التهيئة وفي مختلف مراحلها.

أشكال التهيئة المرافقة للطريق فوق سفح ساحل بطيوي: تعتبر الأشكال الأخرى المرافقة للمحور الطرقي من بين العوامل المساهمة في الرفع من حركية السفح وعدم استقراره؛ وذلك من خلال التكثيف من إنجاز شبكات وأسوار الدعم وقنوات التصريف وما رافقها، والتي تم إنجازها على جنبات الطريق؛ فكل هذه العمليات ونظرا لكثرتها فوق السفح تعتبر أوزانا مهمة تزيد من الضغط على التكوينات الرخوة؛ لتزيد من حركتها في اتجاه السافلة خلال الفصل

المطير. كما تعتبر المواقع التي تشغلها عمليات التهيئة نطاقات ضعف تتسرب معها مياه الأمطار نحو العمق. أضف إلى ذلك فوسائل النقل وحركيتها المكثفة تزيد من عدم استقراره.

جدول 5:توزيع وتصنيف حركية السير فوق المقطع الطرقي المدروس من خلال العد المرئي المباشر

النوع	وسائل نقل ذات حجم كبير	صنف حركة السير[1]	وسائل نقل ذات حجم متوسط وصغير	صنف حركة السير	المجموع	نقطة العد(ن.ك)	مدة العد
العدد	26	TPL_4	405	T_0	431	00+14	4 ساعات
%	6.03		93.97		100		

المصدر: بحث ميداني بتاريخ 2019/04/09من الساعة 08:00 إلى 12:00

يتجلى دور وسائل النقل في الزيادة من سرعة الدينامية في كونها تتسبب في ارتجاجات متكررة، تعتبر بمثابة أوزانا ضاغطة على التكوينات الصخرية الهشة. ويزداد وقع هذا العامل بوجود الماء خلال الفصل المطير؛ حيث تتميه التكوينات أكثر فأكثر، تصبح آنذاك أقل تماسكا وأقل مقاومة للبتر. ونظرا لكونها الوحيدة التي تربط طريق الوحدة بطهر السوق؛ فالطريق الجهوية 510 تعرف حركية كثيفة لوسائل النقل؛ وخاصة أيام الأسواق الأسبوعية (الثلاثاء، الخميس، السبت والاثنين)؛ حيث سجلنا خلال 4 ساعات من العد مرور 431 وسيلة نقل؛ منها 6 % ذات حجم كبير (دون احتساب حمولتها)؛ أي صنف T_0بالنسبة لوسائل النقل الصغيرة والمتوسطة الحجم وTPL_4 بالنسبةلكبيرةالحجم وذلك على اعتبار نفس العدد هو الذي سيمر خلال الساعات المتبقية من نفس اليوم.

6-التطور المساحي والنوعي للدينامية فوق نطاق ساحل بطيوي

انطلاقا من معطيات الجدول (رقم 6) والصور أسفله، واعتمادا على التتبع الميداني لدينامية السفح نؤكد على الحركية القوية التي تميز هذا السفح والتغيرات المورفولوجية المهمة التي أحدثتها ما بين سنتي 2009 و2018. ذلك أنهيمكننا التمييز بين أربعة أجيال تميز صيرورة التطور من خلال التغيرات المورفولوجية والخسائر الناجمةعلى مدار 11 سنة من التتبع؛ نجملها على الشكل التالي (صور مقارنة أسفله):

6-1- التطور المساحي للدينامية اعتمادا على التتبع الميداني ما بين 2008 و2019

جدول 6: مؤشرات التطور وتردد الظواهر فوق نطاق ساحل بطيوي

السنة	2008	2009	2010	2016	2017	2018	2019
مصدر المعطيات / مؤشرات الدينامية	انطلاقا من قياسات ميدانية						
الطول بالمتر*	183	195	195	206	206	246	246
العرض بالمتر*	330	290	290	470	478	556	600
المساحة بالمتر مربع	2352	10250		16460		31900	32860
مدى الجبهة الرئيسية بالمتر+	4.5	10.6	12.0	14	14.3	18.4	19.36

(*) قياسات تمت بوسط الانزلاق (+) بمتوسط أربع نقط ثابتة على طول الجبهة المصدر: قياسات ميدانية

[1]تصنيف حسب الدليل المغربي للبنيات الطرقية الجديدة لسنة 1995: اعتبرنا في هذا التصنيف الحصيلة التراكمية لمجموع وسائل النقل التي من المحتمل مرورها فوق المحور الطرقي خلال 24 ساعة.

الجيل الأول: يمثل شكل الانزلاق لسنة 2008حيث لم تكن مساحته تتعد 2352.8 م^{2}بطول أقصى 183م وعرض أقصاه330م. ولقد سجلنا خلال هذ السنة عدم تأثر المقطع الطرقي والمنشآت الفنية بدينامية الانزلاق، عدا ظهور حفر محدودة (لم تتعد إجمالا 1.4 م^2) فوق سطح الطريق، وتشوه خفيف للأقفاص الحجرية ببداية المقطع.

الجيل الثاني: يؤرخ لسنة 2016، وهو حصيلة للدينامية القوية التي ميزت السفح خلال سنوات 2009 و2013 و2015 التي سجلت فيها كميات قياسية للتساقطات المطرية أحدثت تغيرات جذرية في مورفولوجية السفح وألحقت خسائر مهمة بالمقطع الطرقي والمنشآت الفنية، فبالإضافة إلى اتساع مساحة الانزلاق التي أصبحت تقدر ب 16460م^2؛ نشأت بها جبهات اقتلاع ثانوية وسط السفح مداها تراوح بين 8.5م و48.2م (جبهات 4 و5) مع خلق منخفض طبوغرافي (6)ذو ميل عكس الانحدار تتجمع به مياه الأمطار، ثم تقبب ناتج عن حركة الافراغ المحدثة بالعالية (7)، بالإضافة إلى اقتلاع كلي لسطح الطريق على مسافة 320م وتدهور شامل لقنوات التطهير والأقفاص الحجرية المدعمة (1و2 و3).

الجيل الثالث: تواصلت الدينامية القوية فوق السفح المدروس خلال سنة 2018 وذلك ارتباطا بتجدد الظروف والعوامل المهيجة والمتمثلة على الخصوص في عدوانية المناخ وقوة تقويض الضفاف، حيث تعتبر هذه السنة استثنائية من حيث كمية الأمطار المسجلة (829.4 ملم خلال موسم 2017-2018) التي زادت من تعميق أزمة وضعية الطريق الجهوية 510 بشكل عام وبالنقطة الكيلومترية 14+00 بشكل خاص. ولقد عرفت مساحة الانزلاق خلال هذه السنة اتساعا مهما بلغت 31900 م^2 مع تزايد مسافة الطريق المتدهورة التي بلغت 635م منها 364 م ذات اقتلاعات كلية؛ وتسجيل دينامية سطحية جد قوية تمثلت في قوة تقويض الضفة بالسافلة (11) وتدفقات وحلية تسببت في قطع الطريق (12)، بالإضافة إلى تزايد طول ومدى الجبهات سواء منها الثانوية (5 و8) أو الرئيسية (4) منها مع نشأة جبهات جديدة (9).

الجيل الرابع:يمثل حصيلة الدينامية المسجلة إلى حدود الأسبوع الأخير من أبريل من سنة 2019، وهي السنة التي لم نسجل فيها تغيرا واضحا سواء على مستوى مورفولوجية السفح أو على مستوى الخسائر.ترتبط هذه الوضعية أساسا بضعف كمية التساقطات المطرية التي لم تتعد في المجموع 121.7 ملم خلال ثلاثة أشهر كانت تعتبر الأكثر رطوبة (يناير وفبراير ومارس) وأن المقطع الطرقي وأغلب المنشآت الفنية هي في الأصل متدهورة كليا خلال سنة 2018 (والتي يمكن اتخاذها كمؤشر عن عنف الدينامية)، ويلاحظ أنه كلما ازدادت مساحة الانزلاق (32860 م^{2}حاليا) كلما ازداد طولالمقطع الطرقي المهدد؛ حيث بلغت حسب آخر قياس ما مجموعه 700 م (تدهور كلي وجزئي). وبشكل عام،وبناء على قياسات ميدانية باعتماد القضبان الحديدية يمكن حصر التغيرات الملاحظة خلال هذه السنة في التزايد الطفيف في مدى جبهات الاقتلاع وفي تقدم الكتلة على مستوى سافلة الانزلاق تم تسجيلها يوم 24 يناير 2019 كنتيجة للتساقطات المطرية التي امتدت على ثمانية أيام والتي بلغت ما مجموعه 71.5 ملم.

6-2- التطور النوعي للدينامية فوق نطاق ساحل بطيوي

بالإضافة إلى تحرك كافة أجزاء السفح، فقد نشأت عدة أشكال من الدينامية كأساليب مرافقة للتنقل السريع الذي يميز هذا النطاق؛ ومن أهم هذه الأشكال الانهيارات الصخرية الحثية التي تبرز فوق السفح كنتيجة لآليات الكشط السطحي للمواد، هذه الكتل تتدحرج فوق السطح لتنتهي غالبا بجوانب الطريق أو تتوقف حيث توجد السياجات الحجرية (gabions)، إضافة إلى آليات التدفق والسيلان السطحي التي تتردد بشكل كبير خلال الفصول الرطبة (صور 4 و5)، ثم تطور أساليب التخديد العميق التي تساهم في تركز الجريان والرفع من حدة الحفر المائي. كما

شهد السفح ابتداء من سنة 2009 نشأة عدة جبهات ثانوية ذات مدى بلغ أقصاه 51 م حسب القياسات الأخيرةليوم 12 أبريل 2019، وقد ساهمت هذه الجبهات في إحداث تغيرات مورفولوجية مهمة فوق السفح، بحيث زادت من تجزيئه وخلق منخفضات بالمناطق المتهدلة على شكل انحدارات معاكسة (contre pentes) تظهر على شكل انزلاقات دورانية وسط السفح، تشكل مواقع مناسبة لتجمع المياه.

صورة 4: التدفقات الوحلية الناتجة عن التساقطات المركزة خلال سنة 2013: قطع الطريق وطمر المنشآت الفنية*مارس 2013*

صورة 5: بروز واقتلاع ثم انهيار كتل صخرية واستقرارها فوق الطريق. وضعية *ماي 2016*

ملصق صور 1: صيرورة تطور الدينامية فوق السفح انطلاقا من المتابعة الميدانية وباعتماد القضبان الحديدية.

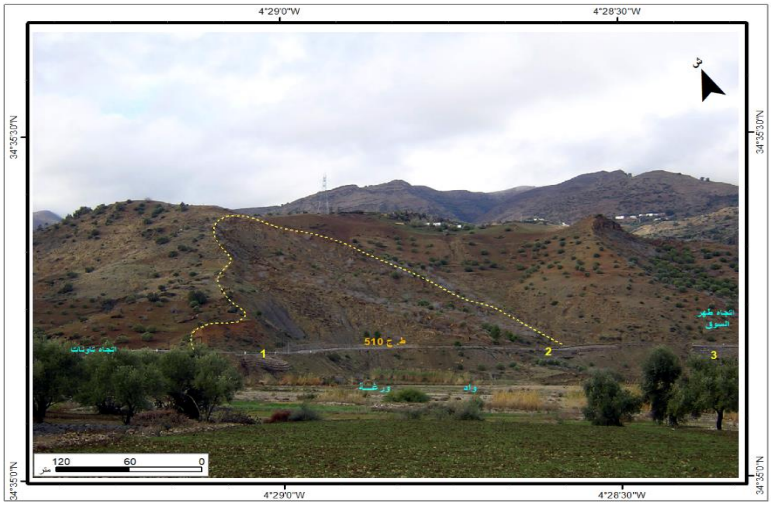
الجبل 1: 2008

-مقطع طرقي سليم

- حفر جد محدودة

- 1: بداية تدهور القفص الحجري

- 2 و3: منشآت سليمة



الجيل 2: 2016

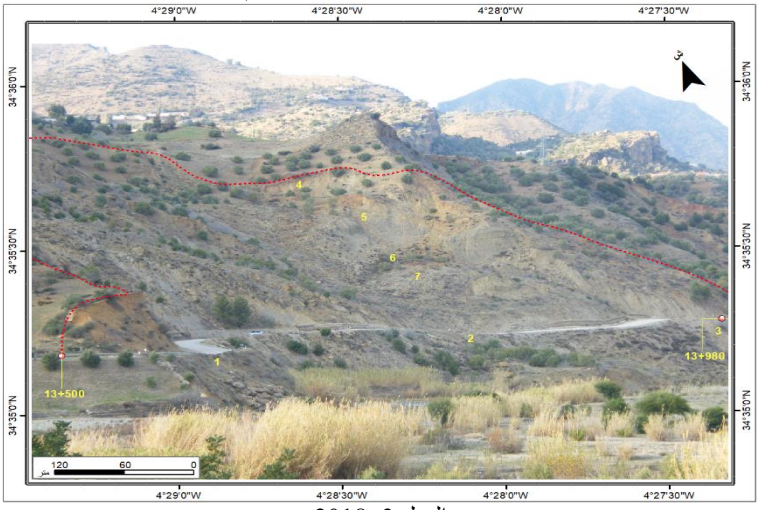
-1 و2 و3: منشآت متدهورة كليا

- 4: جبهة رئيسية (8.5م)

- 5: جبهة ثانوية (48.2م)

- 6: ميلعكس الانحدار (يصل عمقه 4.4م)

-7: تقبب تحرك على بعد 51م



الجيل 3: 2018

-4: جبهة وصل مداها 17.1م

- 5: جبهة وصل مداها 51 م

-6: منخفض على عمق 6.5م

-8: جبهة مداها وصل 11.3م

-9: جبهة مداها يصل 1.5م

- 10: جبهة مداها يصل 7م

-11: وقع قوي لتقوض الضفة

-12: تدفق وحلي تسبب في انقطاع الطريق

الجيل 4: 2019
- تزايد مساحة الانزلاق
- تزايد طول الطريق المتدهور
-تزايد نسبي في مدىالجبهات:
-ج.4: 17.4م – ج.5: 51م – ج.8: 12.9 -ج.9: 1.7م – ج.10: 7.2م

2-6- تتبع سرعة الدينامية اعتمادا على القضبان الحديدية (التطور الفصلي والسنوي)

تختلف سرعة الدينامية وحركية السفح اختلافا بينا من سنة لأخرى بل وحتى داخل نفس السنة حسب الفصول. فإذا كانت سنة 2018 هي الأكثر وقعا على مستوى الدينامية بلغ خلالها مستوى هبوط السطح 1.84 م في المعدل وبحركية بلغت 7.36 م خلال ثلاث فصول فقط، فإن سنة 2019 هي أقل دينامية بمعدل لم يتعد 0.17 متر (قياس إلى غاية يونيو 2019). وعلى مستوى الفصول نؤكد نفس الملاحظة، حيث سجلت حركية قوية للسفح خلال شتاء 2018 بلغت 4.3 م نتيجة للأمطار القوية التي بلغت 471.2 ملم؛ ثم فصول الخريف لسنتي 2016 و2018 بحركية بلغت 1.8 و1.77 م على التوالي. ترتبط الدينامية القوية خلال هذين الفصلين بعدوانية المناخ بتسجيل كميات أمطار هامة (384 و349.8 ملم على التوالي) ثم بالتركز القوي للأمطار وطول مدة التهاطل المطري؛ حيث تم تسجيل 167 ملم ما بين 2 و5 دجنبر سنة 2016؛ كما شهدت الفترة الممتدة ما بين 26 و 31 أكتوبر 2018 أمطارا قوية وبدون توقف بلغت 198.9 ملم (حسب وكالة الحوض المائي لسبو)، ساهمت في ارتفاع الرطوبة وتشبع التكوينات الصخرية وبالتالي فقدان التربة للتماسك وتراجع المقاومة؛ كانت لها انعكاسات مورفولوجية جد قوية على السفح وعلى المنشآت الطرقية الموجودة فوقه.

جدول7: حصيلة سرعة الدينامية حسب الفصول والسنوات بالمتر

الفصل	م. التنقل[2]	الفصل	م. التنقل	الفصل	م. التنقل	الفصل	م. التنقل	المعدلس.
خريف 16	1.8	شتاء 16	0.8	ربيع 16	0.7	صيف 16	00	0.82
خريف 17	0.18	شتاء 17	0.82	ربيع 17	0.3	صيف 17	00	0.32
خريف 18	1.77	شتاء 18	4.3	ربيع 18	1.3	صيف 18	00	1.84
خريف 19	--	شتاء 19	0.22	ربيع 19	0.12	صيف 19	--	0.17
المعدلف.	--	--	1.53	--	0.60	--	00	--

س: السنوي ف: الفصلي المصدر: نتائج البحث الميداني ما بين 2016 و2019

نؤكد من خلال ما سبق على أن حركية السفح ترتبط بشكل مباشر بالتساقطات المطرية؛ وما يزكي ذلك عدم تسجيل أية حركة للسفح خلال فصول الصيف الجافة طيلة سنوات التتبع؛ وإن وجدت فإنها تبقى جد ضعيفة لم نتوفق لضبطها نظرا لطبيعة الأساليب المعتمدة في القياس من جهة؛ ونظرا لفقدان بعض القضبان الحديدية من جهة أخرى.

7-انعكاسات الدينامية على الطريق والمنشآت الفنية

أحدثت الدينامية العنيفة تغيرا كبيرا في معالم السطح، وتسببت في خسائر مهمة على مستوى التجهيزات الطرقية، التي أصبحت تشكل نقطة سوداء وعائقا لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية بمنطقة تاونات، وذلك بالنظر إلى التكلفة الباهظة التي تسجلها سنويا المصالح المختصة على مستوى إعادة إصلاح وترميم المواقع المهددة، حيث كلف هذا الانزلاق حسب المديرية الإقليمية للتجهيز والنقل واللوجستيك والماء خلال سنة 2011 ما يناهز 90 مليون سنتيم وحوالي 120 مليون سنتيم سنة 2013. وتعكس هذه التكلفة قوة الدينامية من جهة، ومن جهة أخرى حجم الأضرار التي تسببها سنويا، والتي يمكن إجمالها فيما يلي:

7-1- تهدل المحور الطرقي: يعتبر تهدل الطريق من أبرز الخسائر التي تسبب فيها الانزلاق؛ فقد اتخذ انخساف الطريق عدة مراحل بلغت اقصاها خلال سنوات 2009، 2010، 2013، 2018، وهي السنوات الأكثر إمطارا خلال العقد الأخير؛ وقد سجلنا اقتطاعات جزئية في عدة مواقع من الطريق، ثمتهدلات كلية في مقاطع أخرى منها (الصورتين7 و8)،حيث بلغت مسافة التهدل ما يناهز450 م، وهي المسافة التي عرف فيها مستوى الطريق تدهورا حادا؛ إضافة لما يقارب250 م مهدد بأشكال الحفر والاقتلاعات والتدفقات الوحلية؛ وبذلك تصل مسافة القطاع المهدد على عرض الكتلة المنزلقة ما يعادل 700م، تشكل خطرا على مستعملي الطريق، خاصة خلال فصل الشتاء حيث تنشط آليات التعرية السطحية والعميقة التي تسببت في انقطاعات متكررة للطريق وطمر المنشآت الفنية.

صورة 6: استقرار نسبي للسفح من خلال وضعية الطريق وموجه المياه الجانبي وكذا وضعية أعمدة الهاتف والأشجار (الثبات وانعدام الميلان)

صورة 7: انخساف فجائي وتهدل جزئي للمقطع الطرقي نتيجة للأمطار المركزة خلال شهر دجنبر 2012

صورة 8: تهدل نطاقي وانقطاع على شكل درجة يصعب اجتيازها، واختفاء أشجار وأعمدة الهاتف

[2]مسافة أو مستوى التهدل هو متوسط مجموع النقط (القضبان الحديدية) التي تم اعتمادها لقياس هبوط السطح اعتمادا على القضبان الحديدية المنجزة على طول الجبهة (لقياس هبوط السطح) وتلك الموجودة بأسفل السفح (لقياس تقدم الكتلة).

الصورة بعدسة شخصية 2008 وضعية 31 دجنبر 2012 وضعية 11 مارس 2013

7-2- تصدع وتحطم شبكات وأسوار الدعم: يتجلى دور شبكات الدعم (Ouvrages de Soutènement) في تثبيت الكتل الصخرية والمواد التي تتدفق على الطريق والمنشآت الأخرى الموضوعة بجانبها. ولهذا الغرض تم وضع شبكة دعم على امتداد الطريق يبلغ طولها 480م، كما تم اعتماد تنضيد متوالي لمدرجات حجرية (17 مدرجا متراكبا) تغطي مساحة مهمة في أسفل السفح (صورة 9) كان الهدف منها تثبيت الطريق وإمكانية تجنب ظهور أشكال أخرى للتعرية فوق هذا المستوى من السفح، ونتيجة للأمطار القوية التي سجلت سنة 2009 تعرضت هذه المدرجات إلى تحطم قوي؛ حيث اختفى جزء كبير منها بشكل نهائي وما تبقى منها انزلق وتكدس بجانب الوادي.

صورة 9: مدرجات من الحجارة المسيجة بسافلة السفح (17 مدرج متراكب)

صورة 10:تحطم وانزلاق المدرجات الحجرية بالوضعية السابقة وتكدسها بجانب الوادي.

صورة 11: تشقق سور الدعم على الجانب الأيسر للطريق

صورة بعدسة شخصية لسنة 2008 وضعية نونبر 2017 صورة بعدسة شخصية تعود لسنة 2008

ومن أجل تثبيت الكتلة المنزلقة عمدت المصالح المختصة إلى بناء سورين اسمنتيين بعلو 2 م وعلى طول الطريق؛ يبلغ طول الأول منهما 50 م والثاني 270 م (صورة 11)، إلا أن عنف الدينامية من خلال قوة الدفع الممارسة من العالية؛ تسبب في تصدع وتشقق السور بعدة مواقع (حوالي 100 م من السور الثاني مغطى بالأتربة).

7-3- طمر وتحطم قنوات التطهير: نظرا لكون الماء عاملا حاسما وقويا في عدم استقرار السفوح، لجأت المصالح المختصة إلى تكثيف حلول التهيئة التي تستهدف تطهير مياه الأمطار (قنوات أفقية وأخرى عمودية مع السفح وأنابيب مغطاة تحت الطريق ثم موجهات المياه...)، إلا أن تحرك الانزلاق المستمر والتردد القوي للظواهر المرتبطة بالتدفقات الوحلية والانتقال الحر

للكتل الصخرية الحثي، ساهمت من جهة في طمر قنوات التطهير المكشوفة، ثم تصدعها وتحطمها من جهة أخرى (صور 12 و13)؛ وذلك بالرغم من عمليات الصيانة والاستصلاح المتكررة التي تقوم بها سنويا المصالح المختصة.

صورة 12 طمر قناة التطهير الافقية بسبب التدفقات الطينية الآتية من العالية.تاريخ الصورة: 2009//02/08صورة 13: اندفاع الكتلة ساهم في تحطم القناة الأفقية رغم أساليب التثبيت المنجزة.*أكتوبر 2015*

بالإضافة إلى ذلك، ساهمت قوة الدينامية في إلحاق أضرار فلاحية بليغة؛ وذلك من خلال اقتلاع الأشجار المثمرة وموتها السريع وطمر المزروعات المتواجدة عند أقدام الحافات (المعاينة الميدانية واستجواب الفلاحين). كما تسببت الدينامية في اضطراب كبير في حركية السير مهددة بذلك سلامة مستعملي الطريق وخاصة خلال فصل الشتاء؛ حيث تتراكم الأوحال والكتل الصخرية فوق قارعة الطريق (الصورتين 14 و15).

صورة 14: حافلة نقل الركاب من الحجم الكبير عالقة وسط السفح بسبب تدهور حالة الطريق خلال فصل الشتاء.المصدر: محسن العمال2013.

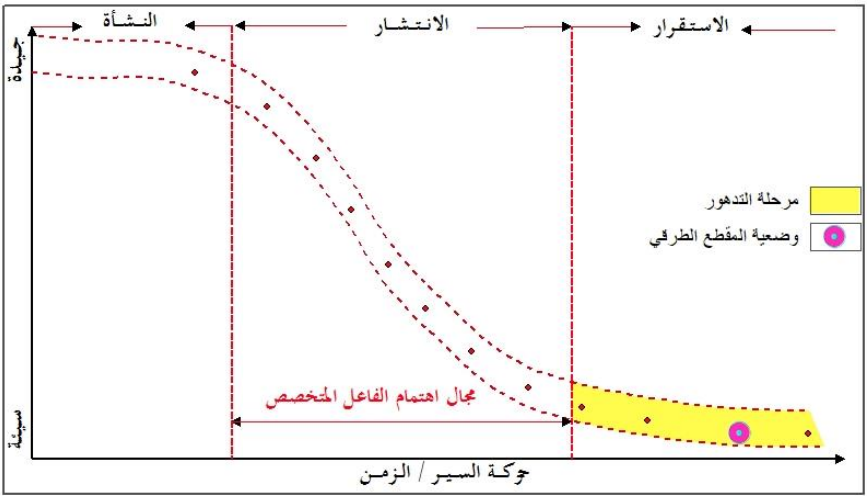
صورة 15: تدفقات وحلية وسيلية طينية تغطي الطريق وتعرقل حركة السير. الصورة بعدسة شخصية، 14 أبريل 2018

7-4-تراجع سريع لمدة صلاحية الطريق نتيجة عنف الدينامية

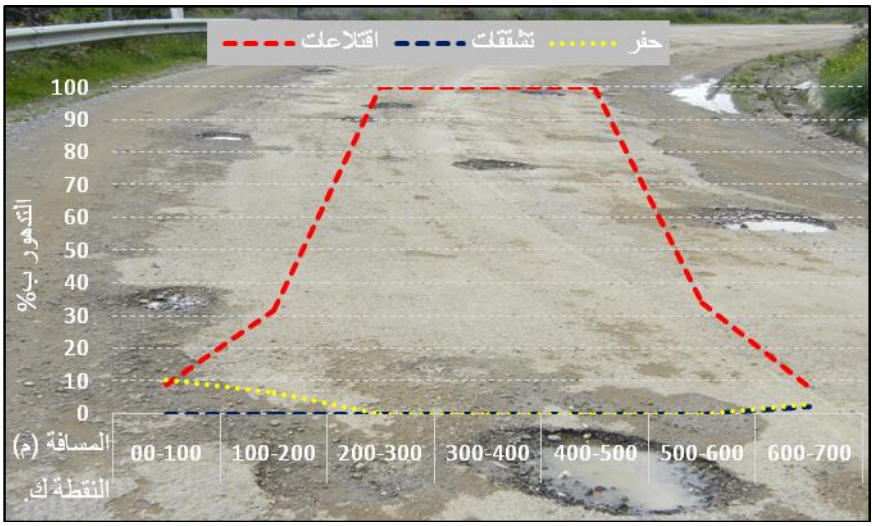
ترتبط مدة صلاحية الطريق أساسا بالحالة التي تتراجع من الجيدة إلى السيئة متأثرة بعاملي الزمن (عامل الشيخوخة) وتزايد حركية السير (عامل الحدة) ومرفوديناميةالسفح المنزلق (العدوانية). وعلى هذا الأساس يمكن التمييز بين 3 مراحل كبرى لتطور التدهور الذي كلما ازدادت حدته كلما تقلصت وتراجعت مدة صلاحية الطريق؛ وهي مرحلة النشأة، مرحلة الانتشار (فترة اهتمام الفاعلين المتخصصين) ثم مرحلة الاستقرار. وانطلاقا من المعطيات التقنية وتحليل منحنيات تطور مظاهر التدهور وتتبعها الزمني (شكل9)، فإن المقطع الطرقي المدروس يوجد ضمن مرحلة الاستقرار من حيث خطورة التدهور (شكل 8)؛ وهي المرحلة التي تعبر على كون المقطع الطرقي المدروس يوجد خارج موضوع النمذجة؛ وذلك نظرا لكون حالة التدهور تجاوزت العتبة الحرجة أو عتبة السلامة المعمول بها والمرتبطتين أساسا بتأخير الصيانة والإصلاح من جهة وبقوة تردد الديناميةوعنفها من جهة أخرى.

من خلال دراسة أشكال التدهور على طول المقطع الطرقي المدروس والمبينة بالشكل رقم 9 نؤكد على كون الحالة جد سيئة للطريق ما بين النقطة الكيلومترية 13+500 و14+200؛ كنتيجة للتمركز القوي للديناميةوما يرتبط بها من أشكال تدهور سطح وبنية المقطع الطرقي؛ والتي يمكن أن نستشفها من خلال ما يلي:

بالنسبة لظواهر الاقتلاعات: نميز فيها فوق المقطع الطرقي المدروس بين الاقتلاعات الدقيقة(plumages)التي تصيب فقط سطح طبقة السير؛ وهي ترتبط بالأساس بظروف تقنية محضة، ثم اقتلاعات صفائحية تبدأ بشكل نقطي محلي لتنعمم بعد ذلك على كل مساحة سطح الطريق مهددة في نفس الوقت طبقة القاعدة، يرتبط هذا النوع من الاقتلاعات بالمجال المدروس بضعف سمك طبقة السير وحدة حركية السير وعدوانية المناخ وتأخر الصيانة والإصلاح. تتباين نسب الاقتلاعات فوق المقطع حسب المواقع؛ فهي ضعيفة إلى متوسطة ببداية ونهاية المقطع الطرقي (أقل من 10%) في حين تسجل ارتفاعا مهما ما بين النقطة الكيلومترية 13+670 و14+134 تصل إلى 100%؛ أي إقتلاعات كلية على مسافة 364م؛ وهي الجزء الذي يوجد بوسط الانزلاق الأكثر تأثرا بالديناميةوالحركية الكتلية.



شكل 8: يوضح المراحل الأساسية لتطور التدهور ووضعية المقطع الطرقي ضمنها، بحيث يوجد المقطع ضمن مرحلة الاستقرار وذلك ارتباطا بحالة الطريق جد المتدهورة ونسب التدهور التي تصيبها.



شكل 9: منحنى تطور التدهور على طول المقطع المدروس (700 م) بحيث نسجل:
+ نوع التدهور السائد هو من صنف الاقتلاعات.
+ وسط الانزلاق هو المجال الأكثر تضررا، تبلغ نسبة الاقتلاعات به 100% على مسافة 364 م.
+ نسبة الشقوق جد ضعيفة
+ تأثر زمن المرور على طول المقطع (وفقاللمعاينة الميدانية).
قياسات أنجزت في 09 أبريل2019

بالنسبة لظواهر الشقوق: يرتبط ظهورها فوق المقطع المدروس بثلاث عوامل حاسمة، تتمثل فيعامل القدم أو الشيخوخة على اعتبار التأخر الكبير الحاصل على مستوى تجديد وتقوية البنيات، ثم هشاشة هذه الأخيرة نتيجة تزايد حدة الاجهادات، بالإضافة إلى عدوانية المناخ وما يرتبط بها من تأثير للماء على ارتفاع الرطوبة الداخلية للمواد المشكلة لبنيات الطريق وتراجع المقاومة.يبدو من خلال منحنى التدهور (شكل 9) أن نسبة الشقوق لا تتعدى 2.1% عند نهاية المقطع، إلا أن هذه النسبة الضعيفة لا تعكس إطلاقا سلامة المقطع أو عدم تأثره بهذا النوع من التدهور؛ لأن الشقوق هي بمثابة أشكال أولية أو أصلية لتطور الحفر التي تتطور بدورها في حالة تأخر الصيانة إلى اقتلاعات.

بالنسبة لظواهر الحفر: تتخذ فوق المقطع الطرقي أشكالا دائرية وبأطراف رأسية مهددة طبقتي السير والقاعدة على السواء، وتنتشر بشكل واضح ببداية المقطع إذ تغطي ما يناهز 10.6% و6.8% ب 100م الأولى والثانية على التوالي،ويرتبط ظهور هذه الحفر بالمقطع المدروس بالاختلالات السابقة وبتراجع المقاومة والتحمل.

من خلال ما سبق ومن خلال المتابعة الميدانية نؤكد على حدة التدهور الذي يصيب المقطع الطرقي عامة وما بين النقطة الكيلومترية 13+670 و14+134 خاصة. ونفسر هذا التباين على مستوى درجات التدهور هاته بعدة عناصر تركيبية تتفاعل فيها ظروف النشأة وتطور الدينامية بنجاعة أشكال التهيئة المنجزة،استنتجناها من خلال البحث الميداني على الشكل التالي:

كون المجال الممتد من النقطة 13+670 إلى 14+134 هو الجزء الأكثر تأثرا بالدينامية النهرية (نجخ قوي للضفة)، والأكثر تقطعا طبوغرافيا، وتتخلله تقعرات بوسط وعالية السفح تحتقن بها مياه الأمطار، ثم جل أساليب الدعم المنجزة متدهورة (أقفاص حجرية) ... وبالتالي فإن هذا الجزء يشهد تسارعا قويا لحدة التدهور لدرجة يصعب تحديد الفترات الزمنية الفاصلة بين الأشكال الأولية لبعض أنواع التدهور والأشكال الموروثة عنها (حالة العلاقة بين الشقوق والحفر والاقتلاعات).

تعتبر المواقع التي سجلنا فيها نسبا ضعيفة لأشكال التدهور هي المواقع الأقل تأثرا بآلية التعرية النهرية؛ وهي المواقع المهيأة بأساليب الدعم من نوع أسوار إسمنتية التي تبدو الأكثر نجاعة

على مستوى إيقاف الكتل المندفعة بالمقارنة مع الأقفاص الحجرية (رغم ظهور بعض علامات التدهور فوقها).

7-5- تحديد درجة الخطورة واسناد النقط للتدهور السائد فوق المقطع المدروس

تصنف أشكال التدهور التي يعاني منها المقطع الطرقي ضمن النوع B، إلا أنه مع تأخر الصيانة وحدة الدينامية المرتبطة بالحركية القوية للسفح،يتطور هذا التدهور إلى الصنف A الذي يطال تهديده البنيات الداخلية للطريق وخاصة طبقة القاعدة في حالة الحفر؛ ومجمل طبقات الهيكل الطرقي في حالة الاقتلاعات. وعلى العموم فقد حددنا باعتماد منهجية VIZIR خطورة هذا التدهور؛ وذلك كما يوضح الجدول التالي:

جدول 8: تحديد درجة خطورة التدهور حسب النوع

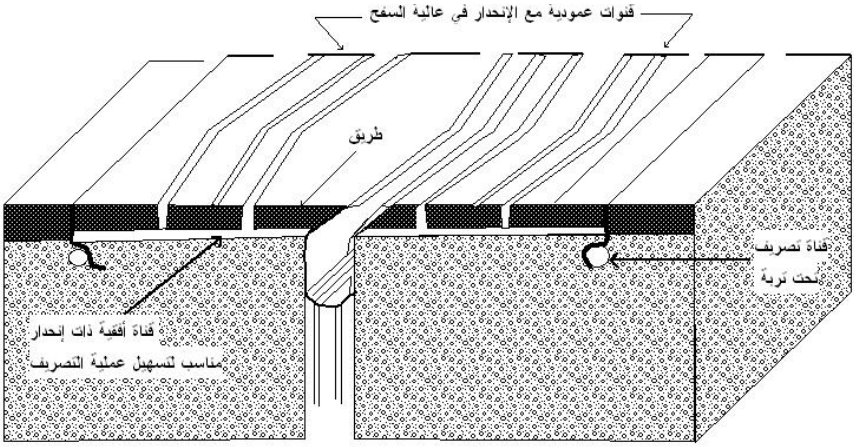
النوع	درجة الخطورة	تعليل اختيار درجة الخطورة
اقتلاعات	3	اقتلاعات دقيقة وأخرى كلية، مستمرة وممتدة، ذات تأثير قوي على طبقة السير والبنيات الداخلية.
حفر	2	كميا: حفر كثيرة نسبيا + متعمقة + تهدد طبقة القاعدة.
تشققات	1	تجزآت وشقوق دقيقة جدا (أقل من 1 سنتمتر)، لا تؤثر على زمن المرور، لا تهدد مستعمليها.

جدول 9: درجات الخطورة وتحديد النقط للتدهورات فوق المقطع الطرقي المدروس باعتماد طريقة VIZIR

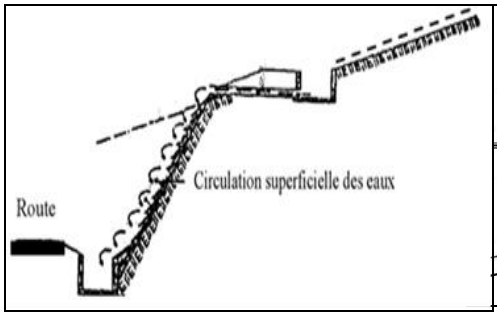
نوع التدهور	درجة الخطورة	% على طول المقطع (700م)	مؤشر التشقق	مؤشر التشوه	النقط
اقتلاعات	3	54,7	5	5	7
حفر	2	2,92	2	2	3
شقوق	1	0,3	1	1	3

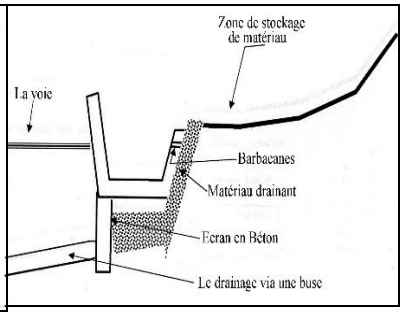
يتضح من خلال معطيات الجدولين (8 و9) بأن درجة الخطورة تصل أقصاها بالنسبة لظواهر الاقتلاعات (درجة 3) وأدناها بالنسبة لظواهر التشققات (درجة 1)، كما أن مؤشري التشقق والتشوه يسجلا أعلى قيمة بالنسبة للاقتلاعات (مؤشر 5) مع قيمة جد عالية لمؤشر تدهور السطح بلغت إلى الدرجة رقم 7؛ في حين لم يتعد هذين المؤشرين (التشقق والتشوه) القيمة 1 بالنسبة للتشققات و2 بالنسبة للحفر؛ مع الدرجة 3 بالنسبة لمؤشر تدهورالسطح.فمن خلال الرسم البياني (شكل 9) ومعطيات الجدولين السابقين نؤكد أن الاقتلاعات بمختلف أنواعها هي الأكثر تهديدا للمقطع الطرقي الرابط بين النقطتين الكيلومتريتين 13+500 و200+14؛ وذلك نتيجة للدينامية جد القوية التي تميز نطاق ساحل بطيوي الذي يشكل موقعا مناسبا لتركز مختلف أشكال التعرية السطحية منها والعميقة.

تفيد دراسة هذا المقطع وباعتماد الجرد المرئي للظواهر ومنهجية VIZIR لتكميم أشكال التدهور في اقتراح الحلول المناسبة من أجل التهيئة والتدبير؛ وذلك بالانطلاق من نوع التدهور السائد ودرجة خطورتها ومؤشرات التشقق والتشوه وتدهور السطح... وكلها عناصر تسمح بتحديد طبيعة الأشغال التي يجب القيام بها من جهة، وتجنب بعض الأخطاء على مستوى الاختيار بناء على أشكال التدهور السابقة وتطورها من جهة أخرى.



شكل 10: تقنية لتطهير المياه السطحية عن طريق انجاز قنوات تطهير عمودية تربط عالية السفح والمواقع التي تتجمع فيها المياه بالقناة الأفقية الموجودة على طول الطريق
Source : Dictionnaire d'entretien routier, volume 5





شكلين 11 و12: كيفية إنجاز قنوات التصريف السطحية فوق المنحدرات الهدف منها تجميع المياه وتصريفها. المصدر: عبد الغنيگرطيط، 2007

استنتاجات عامة وتوصيات الدراسة: انطلاقا مما سبق نؤكد على أن نطاق ساحل بطيوي هو نطاق للدينامية بكل المقاييس، لم تنفع معه حلول التهيئة المتخذة من الحد أو حتى التخفيف منها. فأساليب الدعم والتثبيت المنجزة لم تستطع إيقاف تحرك كتلة الانزلاق على عمق أكثر من 12.5 م، كما أن أنظمة التصريف المنجزة لم تجد نفعا على مستوى إبعاد المياه سواء منها السطحية أو العميقة، بحيث أغلب قنوات التطهير العرضية تعرضت إما للطمر أو للتكسر، كما أن أقفاص الحجارة تعرضت للاعوجاج بل بعضها للاختفاء. أضف إلى ذلك، فقد أظهر التنقيب بأن نطاق ساحل بطيوي من حيث المميزات الميكانيكية للتربة هو مجال جد ملائم لنشأة دينامية سريعة، وذلك ارتباطا بمقاومة التربة والتماسك وعتبات السيولة والليونة. يظهر إذن أن معالجة هذا الانزلاق واستمرار الطريق فوق هذا السفح أمر شبه مستحيل، نظرا لعنف الآليات والعدوانية الشديدة للعوامل المتدخلة، وعلى رأسها قوة الدينامية النهرية، الحساسية المفرطة للصخور في حالة وجود عنصر الماء، الجاذبية المرتبطة بقوة الانحدار، وضعية الطريق على طول قدم السفح، إضافة إلى الاكراه المرتبط بعدم توفر مجال كاف تابع للطريق (Emprise) والذي يمكن اتخاذه مجالا لتطبيق حلول أخرى مثل تقنية التسمير والحد من النفاذية على مستوى العالية. فمن خلال البحث الميداني للظواهر المدروسة وسرعة الدينامية حسب الفصول وارتباطا بالعوامل المهيجة نقترح من خلال هذه الدراسة ما يلي:

-التهييء القبلي للفترة الشتوية؛ وذلك بتشطيب وتنقية قنوات التصريف وترميم المواقع المتصدعة؛ ثم تحضير المعدات التي تحتاجها الفترة الشتوية، ما دامت الدينامية القوية مرتبطة بالتساقطات المطرية؛

-تنسيق العمليات والتدخلات مع مختلف الفاعلين والمتدخلين في إطار خلية الأزمة؛

-الحد من قوة الدينامية النهرية وخاصة بالجزء الذي يرسم فيه شكله المزوي مع الضفة؛ وذلك عن طريق ترصيع كتل صخرية مقاومة للتآكل والتفسخ؛

-القيام بعمليات التصريف الداخلي للطريق؛ لأن استمرار وجود الماء داخل التكوين يقلل من مدة صلاحيتها ويسرع من تدهورها، كما أن تزايد حجم الماء بالتكوين يفقد التربة خصائصها الميكانيكية وبالتالي يفقد مقاومتها للبتر. وعلى هذا الأساس يجب وضع خنادق تصريف (Tranchées drainantes) طولية من أجل إفراغ مياه الأمطار والمواد الدقيقة، وفي هذا الإطار يجب التخلص من كل المواد التي يمكن أن تعرقل استمرارية الجريان المائي؛

-تثبيت الكتلة المتحركة بإنجاز أسوار إسمنتية بدلا من الأقفاص الحجرية التي لم تثبت نجاعتها إطلاقا فوق السفح؛

-تطهير المياه السطحية والتقليل من نفاذيتها نحو عمق التكوين والتحكم في سرعتها؛ وذلك عن طريق معالجة المواقع المقعرة بوسط السفح وإنجاز قنوات طولية التي تعتبر الأقل تأثرا بحركية السفح، ثم انجاز موجهات المياه (شكلين 11 و12).

قائمة المراجع:

1.JANATI IDRISSI (A.), 1999 : Drainage routier, pratique marocaine et impact sur la durée de vie des chaussées. Revue marocaine du Génie Civil, n°83, Edition 1999.

2.EL-MOUDNI (KH.), 2008 : Impacts des mouvements de terrain sur l'instabilité des axes routiers dans la région de Taounate (89p). Mémoire de Master en géographie, FLSH Saïs-Fès.

3.GARTET (A.), 1994: Morphogenèse et hydrologie dans le bassin versant de l'Oued Lebène (Rif méridional et Prérif Central et Oriental).*Thèse Doctorat de l'Université de Provence*, 342 p., Aix-en-Provence.

4.GARTET (A.), GARTET (J.) & CONESA GARCIA (C.), 2006 : Exploitation des salines au massif diapirique de Tissa et impacts environnementaux (Prérif central, Maroc septentrional).*Papeles de Geografia*, n° 44, Revue de l'Université de Murcia (Espagne), pp : 23-38, Murcia.

5.GARTET (A.) 2007 :Risques naturels, anthropiques et technologiques dans l'agglomération de Fès et son arrière-pays : aménagement, gestion et prévention. Thèse Doct. d'État, FLSH, Univ. Fès, 454 p.

6.GARTET (A.) 2010 :Mouvements de terrain et risques environnementaux dans l'agglomération de Fès et son arrière-pays : aménagement, gestion et prévention. 232 p. Édition du Secrétariat d'État auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de

l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement. Rabat.1ère Edition 2010, Dépôt légal : 2010 mo-1105, ISBN 978-9954-475-44-7.
7.MARRE A. (1998) :Les mouvements de terrains. SEDES, Dossier 22 : l'érosion entre nature et société. pp : 84-107.
8.MAURER (G.), 1968 : Les montagnes du Rif Central : étude géomorphologique. Trav. Inst. Sci, Série Géol et Geogr. Phys, n°14, Rabat.
9.TRIBAK A. (1997) :Quelques exemples de mouvements de terrain dans le Prérif oriental (Maroc). Méditerranée 1-2. pp. 61-66.
10.TRIBAK A. (2005-2006) :Genèse et évolution de glissements complexes dans les séries marneuses Prérifaines : cas du bassin versant de l'Oued Tarmast (Maroc). Revue Geomaghreb, n° 3, pp : 13-22.
11.TRICART J. (1978) :Géomorphologie applicable. Coll. Géographie applicable. Edit. Masson 1978, 204p.
12.LPEE et DPETL de Taounate,2014 : Étude géotechnique d'élargissement, renforcement, rectification du tracé de la RR510. Rapport inédit 10 p. et annexes, Fès.
13.LPEE (Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes), 2006 :Étude de confortement des exemples de huit zones de glissement dans la route provinciale 5308 à la région de Taounate. Rapport inédit, 31 p., Casablanca.
14.LCPC-SETRA, 1994 : Conception et dimensionnement des structures des chaussées. Guide technique, décembre 1994.
15.DRCR et LPEE, 2000 : Guide pour les études de glissement de terrain. Edition 2000.
16.DRCR et LPEE, 1995 : Catalogue de structures de chaussée neuves. Edition 1995.
17.LABS et DPETL de Taounate, 2017 : Apport géotechnique sur des points noirs de la RR 509. Edition 2017