Research Paper Ref. No 2488

دراسة تأثير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة زراعية في تركيز عنصر الرصاص

Study of the Effect of Physical and Chemical Parameters of Agricultural Soil on Lead Concentrations

عميرات مختار [1]، معتوق امحمد [1]، بلخوجة مولاي [2]، هلال بن شعبان [3]، و طيبي خالد [2]

Amirat Moukhtar, Maatoug Amohamed , Belkhodja Molie, Helal Benchaben, and Taibi Khaled

[1] مخبر البحث في الزراعة و التكنولوجيا الحيوية و التغذية في المناطق الشبه الجافة.
جامعة ابن خلدون ، تيارت ، الجزائر
[2] كلية العلوم، جامعة السانيا، وهران، الجزائر
[3] كلية العلوم، جامعة الجيلالي ليابس، سيدس بلعباس، الجزائر

المستخلص: يعتبر الرصاص، الناتج عن حركة السيارات، من أهم المعادن الثقيلة السامة التي تهدد التربة والنبات والمياه الجوفية بمخاطر التلوث، وقد جاء هذا البحث لدراسة تأثير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة زراعية في حركية عنصر الرصاص الناتج عن حركة المرور. أثبتت النتائج المحصل عليها، من خلال معايرة عنصر الرصاص في عينات مقاطع تربة زراعية أخذت من جانب طريقين مروريين، أن تراكيز الرصاص تتجاوز بمقدار كبير المعايير العالمية (AFNOR,1996)، غير أن هذه التراكيز تتأثر بجملة من العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة، فهي تزداد في تربة غضارية، بينما تقل في تربة رملية، كما أن الرقم الهيدروجيني للتربة (pH) يتحكم في هذه الآلية، حيث تزداد تراكيز الرصاص في الوسط القاعدي، وتزداد كذلك مع زيادة القدرة التبادلية للكتيونات بين شوارد الرصاص الموجبة و شوارد المركب الغضاري العضوي السالبة. وبينت النتائج كذلك أن تركيز الرصاص يتغير بتغير طبقات وعمق التربة، فهي عالية جداً في الطبقة العليا للتربة، لتصل إلى 3200 ppm ثم تبدأ في التناقص كلما إزداد عمق التربة لتسجل 680 ppm، لكنها تبقى دائما متجاوزة للمعايير العالمية، مما يهدد مستقبلا تلوث المياه الجوفية بعنصر الرصاص السام. هذه الحالة، التي تهدد الأراضي الزراعية حالياً بالتلوث ومستقبلاً المياه الجوفية، يمكن التحكم فيها بإستعمال وقود السيارات بدون رصاص، والعمل على تجديد مواقف السيارات، كما ينصح ببناء قنوات صرف مائية على حواف الطرق شديدة الحركة، بغية التحكم بمياه الأمطار التي تكون محملة بالعناصر المعدنية السامة الناتجة عن حركة المرور.

كلمات مدخلية: *تلوث التربة، حركة المرور، الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، حركة الرصاص.*

Abstract: Lead (Pb), originating from road traffic, is a toxic metal for the soil, the plant and ground water. The objectives of this work are to determine the effect of the physicochemical parameters of road traffic's soil on the mobility of lead. The results obtained show that the concentrations of Pb of road traffic origin exceeded the set standards (AFNOR, 1996). However, these concentrations are influenced by a number of physical and chemical parameters of the soil: the lead concentrations increased with the rate of clays, soil pH and the cationic exchange capacity. We also noted that the concentrations of lead are high on the surface of the soil reaching 3200 ppm, then it decreases with depth to reach 680 ppm, but they always exceed the set standards, thus threatening groundwater. This situation, which threatens agricultural lands and groundwater by pollution can be controlled by using unleaded gasoline, and installing water channels at the edge of the road, for draining the rainwater,

which is rich in heavy metals coming from road traffic and by the renewal of the automobile park.
Keywords: *soil pollution, road traffic, soil physical and chemical parameters, lead mobility.*

المقدمة

تعتبر حركة المرور من أهم مصادر التلوث الجوي في العالم، نظراً لخطورة الملوثات التي تنفثها سنوياً في الغلاف الجوي مثل غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون، أكاسيد الأزوت NOX، المركبات العضوية الطيارة، والجزئيات الدقيقة والمعادن الثقيلة. وتنقل هذه الملوثات عبر الرياح وتتساقط فوق التربة، أو يتم تحميلها بواسطة مياه الأمطار (Legret, *et al.* 1994).

إن التلوث الناتج عن حركة المرور هو تلوث مزمن مصدره الأساسي محركات السيارت، وكشط الفرامل الذي يعمل على تحرير نسب كبيرة من المعادن كالزنك والنحاس بفعل الإحتكاك وتآكل المعادن، أما الغازات المنبعثة من مداخن السيارات فهي محملة بالعناصر المعدنية كالرصاص والزنك. هذه الأخيرة تتكثف فوق قارعة الطريق ثم يتم تحميلها عن طريق مياه الأمطار إلى التربة الزراعية الواقعة بمحاذاة الطرق، ومن ثم تنتقل إلى المياه الجوفية. نشير كذلك إلى أن كميات معتبرة من هذه المعادن السامة يتم تجميعها في جذوع وأوراق وبذور النبات، لتهدد بعد ذلك الإنسان والحيوان.

يمثل الجدول (1) كمية بعض العناصر المعدنية الثقيلة الملوثة الناتجة عن عناصر حركة المرور في طريق مزدوج (بالغرام/الكم/السنة). وتهاجر العناصر الثقيلة الناتجة عن حركة المرور في التربة بعد تحويلها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (الأيونية) وذلك تحت تأثير جملة من الخواص الفيزيائية والكيميائية تتحكم فيها مكونات التربة (الرقم الهيدروجيني للتربة pH، نسبة الغضار، قدرة التبادل الكتيوني ECC، وغيرها من العوامل (Singh and Steinness, 1994). لعل من أهم المعادن الثقيلة التي تهدد حاليا البيئة هو عنصر الرصاص، نظراً لخواصه الكيميائية السامة للنبات والإنسان وقدرته على التجمع في الخلايا والأنسجة. ويتواجد الرصاص في الطبيعة في شكل منحل في الماء ($PbCO_3$, $PbCl_2$, $PbCl^+$)، بحيث لا يتجاوز 50 نانوغراماً في لتر ماء، أو في شكل غروي مع المادة العضوية للتربة، أو في شكل حبيبات دقيقة ناتجة عن نفايات البراكين ووقود السيارات. وتكمن خطورة الرصاص، لدى الإنسان والحيوان، في قدرته الكبيرة على التجمع في الخلايا والأنسجة الحية، فهو ينافس شوارد الكالسيوم ليحل محلها ومن ثم يتكاثف في أنسجة العظام والأسنان والكبد والشعر وكذا الجهاز العصبي. ويعمل كذلك على تثبيط عملية إنتاج خضاب الدم (الهيموغلوبين) (Marchand and Kantin, 1997). إن هدف هذا البحث هو دراسة آلية حركة عنصر الرصاص، الناتج عن حركة المرور، بدلالة بعض العوامل الفيزيائية و الكيميائية لتربة زراعية يمر بها طريق مروري.

طرق البحث

تقع مقاطعة تيارت في الشمال الغربي للجزائر على مساحة 20086 كم^2، وتبعد عن العاصمة بحوالي 300 كم. مناخ منطقة تيارت شبه قاري، بارد ممطر شتاءاً وحار جاف صيفاً. وتحتوي مدينة تيارت على شبكة طرق مكونة من أكثر من 200 كم، البعض منها في حالة متدهورة لقدمها. و حسب إحصائيات 2006، فإن عدد السيارات في مواقف السيارات لمقاطعة تيارت قد بلغ 8015 سيارة (مختلف الأنواع)، حيث قدرت نسبة سيارات البنزين 64%، في حين بلغت نسبة سيارات الديزل 36%. وتبلغ نسبة السيارات ذات العمر الأقل من 5 سنوات 14% أما تلك التي تتراوح أعمارها من 6 سنوات إلى 11 سنة فقد بلغت 13% في حين تحتل السيارات القديمة الأكثر من 11 سنة نسبة 73 % (Gray Carte Service, 2006).

جدول 1. تقدير لكميات الملوثات الناتجة عن عناصر حركة المرور (بالغرام/الكم/السنة) حسب (Pagotto, 1999).

العنصر الملوث	السيارات			البنية التحتية لحركة المرور		الصيانة	المجموع
	العجلات	المكابح	المداخن	الطريق	الإحتكاك	الزيوت و السوائل	
الرصاص Pb	2.6	438	7227	0.01	2.0	8.5	7678
الزنك Zn	3798	2462	48.6	1.5	978	1.3	7289
النحاس Cu	0.7	16080	19.9	1.4	0.2	3.4	16166
الكروم Cr	0.2	18.4	1.5	4.3	-	-	24.4

تم إختيار الطريق الوطني رقم (23) الرابط بين مدينة تيارت و مدينة السوقر والطريق الوطني رقم (14) الرابط بين مدينة تيارت و مدينة الدحموني كمنطقتي أخذ العينات على إمتداد 5 كم لكل طريق (شكل رقم 1). على حافة كل طريق وفي جهة واحدة (جهة إنحدار مياه الأمطار)، تم حفر 10 مقاطع تربة ، بحيث تبعد الـ 5 الأولى بمسافة 1م عن قارعة الطريق، في حين تبعد الـ 5 الباقية عن الأولى بمسافة 2 م (لضمان عدم تغير نوع التربة)، بحيث تتوازى المجموعتان، وذلك بهدف دراسة كيفية تشتت عنصر الرصاص حول محور الطريق. تحصلنا في الأخير على 20 مقطعاً لكل من الطريقين، مع الإشارة إلى أن المسافة بين كل مقطع تقدر بـ 1كم.

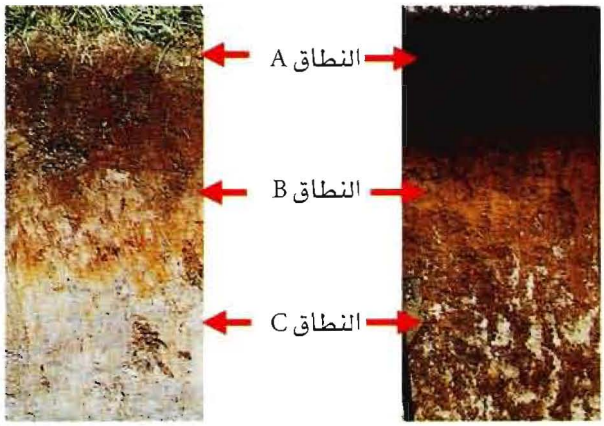
قسّم كل مقطع من التربة إلى ثلاثة نطاقات، النطاق A (0-30 سم كقيمة وسطى)، النطاق B (30 - 50 سم) والنطاق C (أكثر من 50 سم)، بحيث تم تحديد كل نطاق وفق خاصية اللون، وذلك بهدف دراسة حركة عنصر الرصاص بدلالة عمق التربة.

شكل 1. منطقة أخذ العينات.

وأخذت عينات التربة من كل نطاق (شكل 2) وتم نقلها إلى المخبر (بمجموع 60 عينة)، حيث تمت غربلتها (2 مم) للتخلص من جميع الأحجار الصغيرة، بقايا النباتات...ألخ. ثم تركت العينات في الهواء الطلق (داخل المخبر، لمنع إحتمال وقوع تلوث جوي خارجي) لمدة يومين للحصول على الحالة المجففة.

خضعت العينات (60 عينة) لسلسلة من القياسات هي:

- قياس الرقم الهيدروجيني pH بجهاز pH-meter.
- قياس تركيب الأتربة Granulometric Analysis بطريقة أنبوبة الإمتصاص روبانسون.
- القدرة التبادلية للأيونات الموجبة الشحنة Cationic Exchange Capacity (CEC).
- قياس تركيز عنصر الرصاص Pb بجهاز الإمتصاص الذري Atomic Absorption في عينات التربة والتي



شكل 2. نطاقات مقاطع التربة.

تعتبر أهم مرحلة في هذه التجارب، حيث تبدأ بأخذ 0.5 غرام تربة من كل عينة. توضع العينات الجديدة في فرن (105° م لمدة ساعتين) من أجل التخلص من المادة العضوية، ثم تترك العينات لتبرد لمدة 45 دقيقة. تعاد العينات من جديد إلى الفرن تحت درجة حرارة 450° م لمدة ثلاث ساعات، بغية التخلص من الكلس. تضاف 10 مل من حامض الهيدروفليوريك 40 % (Hydric-Fluor) لكل عينة مع 3 مل من حامض البركلوريك Perchlorique ($HClO_4$) %70 وذلك بغية تحرير العناصر المعدنية و تفكيك روابطها الكيميائية. توضع المحاليل المحصل عليها فوق صفائح معدنية عالية الحرارة (160 ° م) لتسهيل عملية التبخر. يضاف بعد ذلك 1 مل من حامض الأزوت 65% (HNO_3) إلى الرواسب المتبقية ثم 10 مل من الماء المقطر ويترك الخليط ليبرد في الهواء الطلق (داخل المخبر) لمدة 30 دقيقة، وذلك لتحرير العناصر المعدنية نهائيا. يعاد المزيج مرة ثانية ليوضع فوق الصفيحة المعدنية العالية الحرارة (60 ° م) لمدة ساعة واحدة. يوضع راسب كل عينة في أنابيب إختبار مرقمة و تضاف لكل أنبوبة 100 مل من الماء المقطر (Cédric, 2003). قبل عرض العينات على الجهاز، تتم المعايرة أولا بواسطة محلول مكون من الرصاص النقي بـ 10 مغ/مل (محلول المعايرة المستعمل $Pb\ Cl_2$)، ومن ثم رسم منحنى المعايرة (0.5، 2.0، 5.0، 10.0، 20.0 ميكرو غرام/ ملليتر) وفق برنامج Quality Control and Assurance، وذلك بهدف المراقبة الجيدة لنتائج قراءة العينات. وللتأكد من سلامة النتائج ، قمنا بمتابعتها لتكون كلها ضمن مجال الثقة الخاص بالجهاز المستعمل في هذه الدراسة وذلك بإحتمال 95 % (Percentage Mass 0.00049 ± 0.02088). أما دقة النتائج فإن الإرتياب النسبي لها لم يتجاوز 14.4%، في حين بلغت عتبة الكشف للجهاز المستعمل 283.3 نانو متر والتي تعادل 43 مغ/كغ من Pb (89-Norm D 4210). في الأخير تتم قراءة تركيز عنصر الرصاص في المحاليل بجهاز الإمتصاص الذري (Spectromètre à Flamme SHIMADZU AA.66).

يتم تحويل النتائج المحصل عليها من الجهاز إلى التراكيز الفعلية الموجودة في العينة وفق العلاقة التالية:

$$Pb\ (ppm) = \frac{C.Vf.Df}{M}$$

حيث:

- C: تركيز الرصاص المحسوب عن طريق الجهاز بالميكرو غرام / ملليتر (ppm)
- Vf: حجم المحلول المستعمل (الحجم النهائي)
- Df: عامل تخفيف المحلول dilution factor
- M: كتلة العينة بالغرام

يستطيع الجهاز إعطاء أربع قراءات لنفس العينة، ومن ثم يمكن حساب المتوسط الحسابي وكذا الإنحراف المعياري لكل عملية.

النتائج و المناقشة

دراسة تغيرات تراكيز الرصاص داخل المقاطع (بين النطاقات) وبين مقاطع التربة

لخصت نتائج قراءة تراكيز عنصر الرصاص، بجهاز الإمتصاص الذري، في أتربة نطاقات التربة الثلاثة في الجدول(2).

جدول 2. نتائج قراءة تراكيز عنصر الرصاص بالملغرام/ لتر بجهاز الامتصاص الذري.

	رقم المقطع	عدد العينات في كل مقطع	المتوسط الحسابي	القيمة الدنيا Min	القيمة القصوى Max	الربيع الأول Q0.25	الربيع الثالث Q0.75	الانحراف المعياري
الطريق رقم 14	1	3	1239.13	1075	1321,40	1198	1321,2	142.14
	2	3	502,00	198,60	845,60	330,20	653,7	325,36
	3	3	1928,87	1565,40	2328,00	1729,30	2110,6	382,54
	4	3	1153,93	664,20	2132,00	664,90	1398,8	847,03
	5	3	1284,67	920,60	1704,60	1074,70	1466,7	394,97
	6	3	1089,53	722,40	1469,00	899,80	1273,1	373,45
	7	3	1694,33	1088,20	2032,00	1525,20	1997,1	525,91
	8	3	920,53	529,80	1331,20	715,20	1115,9	401,07
	9	3	2543,33	2366,00	2712,00	2459	2632	173,16
	10	3	1667,73	1499,60	1815,40	1593,90	1751,8	158,89
	المتوسط الحسابي الكلي		1402.38					556.22
الطريق رقم 23	1	3	1658,53	1412,00	1933,80	262,08	1933,80	1412,00
	2	3	956,20030	704,00	1205,40	250,71	1205,40	704,00
	3	3	39,33	2494,00	3508,00	511,32	3508,00	2494,00
	4	3	2500,00	2288,00	2792,00	261,35	2792,00	2288,00
	5	3	1603,53	1466,60	1770,80	154,35	1770,80	1466,60
	6	3	858,667	509,40	1232,60	362,23	1232,60	509,40
	7	3	1981,13	1893,40	2144,00	141,18	2144,00	1893,40
	8	3	2376,73	2010,00	2620,20	323,23	2620,20	2010,00
	9	3	1337,73	1162,60	1576,20	213,94	1576,20	1162,60
	10	3	822,533	756,60	934,40	97,39	934,40	756,60
	المتوسط الحسابي الكلي		1713.44					766.06

من خلال النتائج في جدول (2) يمكن تسجيل الملاحظات التالية:

تتراوح تراكيز الرصاص المسجلة، في حالة الطريق الوطني رقم 14، من 198,60 ميللغرام/ لتر (أي 198,60 ميكرو غرام/ ميللغرام) في المقطع رقم 2 إلى 2712 ميللغرام/ لتر في المقطع رقم 9. وهي بذلك تتجاوز بشكل كبير المعايير العالمية الخاصة بعنصر الرصاص (AFNOR, 1996) التي تشترط 70 ميللغرام/لتر في تربة يكون فيها 7>pH>6 و 100ميللغرام/ لتر في حالة pH>7. يظهر الجدول (2) كذلك تبايناً واضحاً بين النطاقات، وهذا التباين يرجع إلى إختلاف التراكيز من الطبقة (A) إلى الطبقة (C)، فمثلا في المقطع رقم 4، نسجل 2132 ميللغرام/لتر في النطاق (A) في حين نجد 664 ميللغرام/ لتر في النطاق (C).

أما في حالة الطريق الوطني رقم (23)، نلاحظ أن أعلى قيمة مسجلة 3508 ميللغرام/ لتر في المقطع (3)، أما أدنى قيمة فقد سجلت في المقطع 6 بقيمة 509.40 ميللغرام/ لتر، ويرجع هذا الإختلاف في التركيز، بين الطريقين، إلى عمر إنشاء الطريق، حيث تم فتح الطريق رقم (23) إبان الإستعمار الفرنسي عام 1947، ليربط مدينة تيارت بمدينة السوقر في ذلك الوقت، في حين أن الطريق رقم (14) فقد تم فتحه خلال فترة الإستقلال فقط. كذلك يمكن تفسير الإختلاف في تراكيز الرصاص بين الطريقين إلى شدة حركة المرور ، فمعدل 800 سيارة يوميا تم رصده في الطريق رقم (23) مقابل 600 سيارة يوميا في الطريق رقم (14).

نلاحظ كذلك في الشكل (3) أن تراكيز الرصاص في المقاطع ذات الأرقام الزوجية (P2, P4...P10) أقل دائما من تراكيز المقاطع ذات الأرقام الفردية (P1. P3.....P9)، كون المقاطع الزوجية تقع على بعد 2 م عن حافة الطريق، في حين أن المقاطع الفردية تقع على بعد 0.5 م من حافة الطريق، و هو ما يفسر تناقص تراكيز الرصاص كلما إبتعدنا عن مصدر التلوث. بين كل من Paul and Deletraz (1998) أن تراكيز المعادن الثقيلة الناتجة عن حركة المرور تتناقص بشكل أسي كلما إبتعدنا عن طرق المرور، غير أن تلوث التربة المجاورة يمكن أن يصل إلى غاية 30 متراً إذا كانت حركة المرور شديدة، كما أن الرياح و الأمطار تساعد كثيراً في إنتشار هذه الملوثات (Falahi-Ardakani, 1984).

دراسة الإرتباط بين تراكيز الرصاص و الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة

يمثل الجدول (2) مصفوفة الإرتباط بين تراكيز عنصر الرصاص و مختلف الخواص الفيزيائية و الكيميائية لتربة زراعية تقع على حافة طريق مروري. نلاحظ من خلال الجدول وجود علاقة موجبة قوية بين نسبة الغضار، نسبة الطمي الناعم و الـpH من جهة، وبين تراكيز الرصاص من جهة أخرى، حيث تزداد تراكيز الرصاص بزيادة هذه العناصر. فقد بين Martinelli (1999) أن تركيبة التربة تعمل على حبس أيونات الرصاص الموجبة وتثبيتها مما يزيد في تراكيزها، حيث أظهر Baize (1997) أن صفائح الغضار والطمي تعمل على تثبيت المعادن خاصة الرصاص لكونها ذات شحنات موجبة. أظهر Duchaufour (1995) شدة تأثير الـ pH في قدرة التربة على تثبيت شوارد الرصاص ، ففي وسط حامضي تتناقص بقوة تراكيز المعادن، في حين أنها تزداد في وسط قاعدي. يظهر الجدول رقم (2) علاقة طردية قوية بين القدرة التبادلية للأيونات الموجبة الشحنة CEC وتراكيز الرصاص. إن قدرة التربة على إدمصاص (adsorption) الأيونات الموجبة تتمثل في الـ CEC التي تمثل كمية الأيونات القصوى التي يمكن للتربة إمتصاصها وبالتالي تزداد تراكيز المعادن بزيادة الـCEC كما بين ذلك Duchaufour, (1995) عند كل المعادن خاصة الرصاص.

نلاحظ كذلك في الجدول رقم (3) وجود علاقة سالبة بين نسبة الرمل و تركيز الرصاص، حيث تقل هذه التراكيز في وسط رملي بسبب عامل النفاذية، كما أشار بذلك Baize (1997).

جدول 3. مصفوفة الإرتباط بين الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة و تراكيز عنصر الرصاص.

الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة	تراكيز الرصاص بالـ ppm	
	حالة الطريق الوطني رقم 14	حالة الطريق الوطني رقم 23
نسبة الغضار (A%)	0.77***	0.56**
نسبة الطمي الناعم LF%	0.53*	0.45*
نسبة الطمي الخشن LG%	0.22NS	0.16NS
نسبة الرمل الناعم SF%	-0.54*	-0.40*
نسبة الرمل الخشن SG%	-0.20NS	-0.15NS
pH	0.70***	0.40**
القدرة التبادلية للأيونات الموجبة الشحنة CEC	0.80***	0.49**

*: معامل الإرتباط له دلالة عند مستوى معنوية 5%.

**: معامل الإرتباط له دلالة عند مستوى معنوية 1%.

***: معامل الإرتباط له دلالة عند مستوى معنوية 1‰.

NS: ليس لمعامل الإرتباط أي مدلول.

تحليل التباين

لدراسة تأثير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة حركة المرور في تراكيز الرصاص، قمنا بإجراء تحليل التباين لهذه الخواص. ونتائج هذا التحليل موضحة في الجدول (4). وفيما يلي عرض وتحليل للنتائج المتحصلة

جدول 4. تأثير بعض العوامل الفيزيائية و الكيميائية لتربة تقع على حافة طريق مروري في تراكيز الرصاص (تحليل التباين).

مصدر التغير		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	F قيمة	P الإحتمال
حالة الطريق الوطني رقم 14	نسبة الغضار	8887,083	21	423,194	6,706***	0,002
	نسبة الرمل	9454,500	29	326,017	6.520*	0,030
	pH	8508,750	16	531,7969	7,868***	0,005
	CEC	8972,750	17	527,8088	14,228***	0,005
حالة الطريق الوطني رقم 23	نسبة الغضار	9172,167	20	458,608	16,21***	0,000
	نسبة الرمل	8799,654	20	439,982	4.820*	0,045
	pH	6624,967	17	389,703	3,93*	0,01
	CEC	2608,779	28	93,170	10,01*	0,04

*: معامل الإرتباط له دلالة عند مستوى معنوية 5% ، **: معامل الإرتباط له دلالة عند مستوى معنوية 1% ، ***: معامل الإرتباط له دلالة عند مستوى معنوية 1‰ NS: ليس لمعامل الإرتباط أي مدلول.

أ- حالة نسبة الغضار

نلاحظ وجود تأثير كبير (F=6.70***) لنسبة الغضار في تراكيز الرصاص. تعمل صفائح الغضار ذات الشحنات السالبة على تثبيط شوارد الرصاص ذات الشحنات الموجبة، ووفق الخاصية الكهربائية فإن شوارد الرصاص تتكدس فوق وبين الطبقات الغضارية مما يزيد في تراكيزها. لقد بين Contat, *et al.* (1991) أن الرصاص يتمركز أساسا في الطبقات الخارجية للغضار، كما أن المادة العضوية، التي تشكل مع الغضار ما يعرف بالمركب الغضاري العضوي، تساعد كذلك على تثبيت الرصاص وفق خاصية تجاذب الشوارد السالبة مع الموجبة.

ب- حالة نسبة الرمل

يبين تحليل التباين وجود تأثير نسبة الرمل في تراكيز الرصاص. لقد بين تحليل الإرتباط طبيعة العلاقة السالبة بين هذين الخاصيتين، أي أن حبيبات الرمل ووفق خاصية النفاذية، تسمح للرصاص بالهجرة والنفاذية بسرعة كبيرة دون أن تتمكن من تثبيته. وبين Alloway (1995) وكذلك Baize (1997) الغياب التام للعناصر المعدنية الثقيلة في التربة الرملية.

ج- حالة الـ pH

أظهرت نتائج تحليل التباين وجود تأثير جد قوي لـ pH في تراكيز الرصاص في التربة. وهناك الكثير من الدراسات التي أكدت تناقص تواجد العناصر المعدنية في الأوساط الحامضية، فقد أظهر Martinelli (1999) غياب عنصر الرصاص في وسط به الـ pH يساوي 4، بينما بين Sposito (1989) أن زيادة تثبت العناصر المعدنية الثقيلة، على مستوى التربة، تتم مراقبتها من خلال زيادة تفاعلات الإماهة التي تزداد بشدة بزيادة قيمة الـ pH (وسط قاعدي).

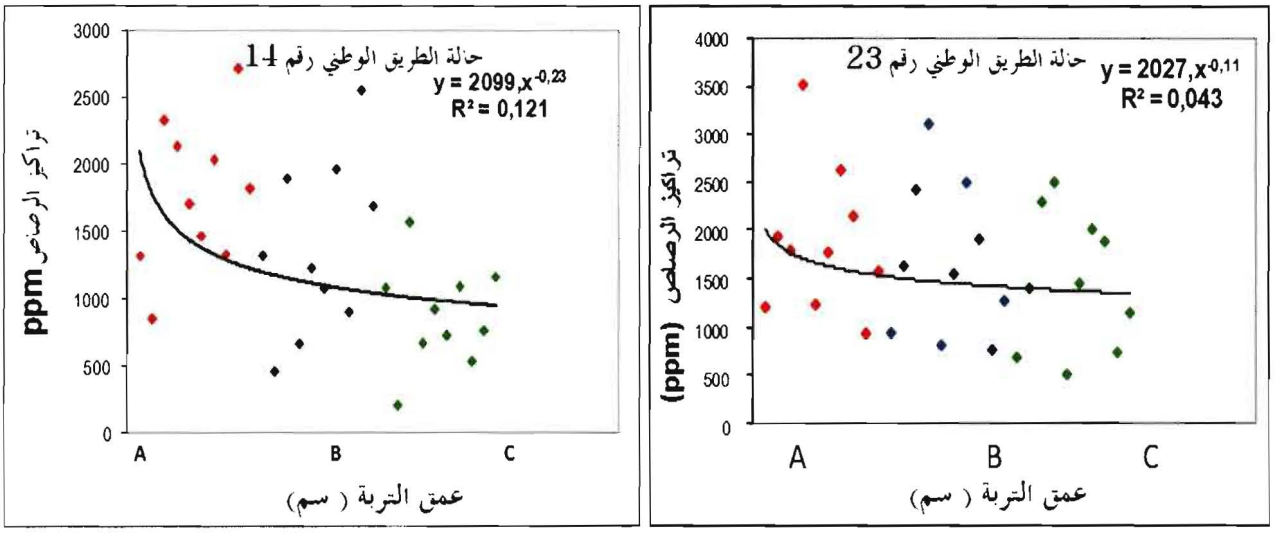
د- حالة الـ CEC

أظهر تحليل التباين وجود تأثير قوي للقدرة التبادلية للأيونات الموجبة الشحنة (الكتيونات) CEC، حيث بزيادة CEC تزداد تراكيز الرصاص. ويمكن تفسير ذلك بقدرة المركب الغضاري العضوي ذو الشحنات السالبة، المتشكل في التربة، على التبادل مع الأيونات الموجبة لعنصر الرصاص كما أشار بذلك Duchaufour (1995)، حيث تتشكل روابط بين الشحنات وفق خاصية التجاذب الكهربائي (قانون كلومب).

دراسة حركة الرصاص بدلالة نطاقات (طبقات) التربة

من أجل دراسة حركة (هجرة) عنصر الرصاص عبر طبقات التربة، قمنا بقياس تراكيز الرصاص في مختلف هذه الطبقات (النطاقات). نتائج هذه الدراسة مدونة في الشكل (3).

مثلت العلاقة الرياضية بين تراكيز الرصاص ومختلف طبقات التربة بنماذج أسية، حيث نلاحظ تناقص هذه التراكيز بزيادة عمق التربة، من خلال تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة، خاصة نسبة الغضار، التي تتحكم في هجرة الرصاص إلى الأعماق. تشكل الطبقة A العائق الأول لهذه الهجرة، وما أن تصل إلى درجة التشبع حتى ينتقل الرصاص إلى الطبقة B ومن ثم إلي الطبقة C. وفي هذه الحالة تزداد خطورة تلوث المياه الجوفية بالرصاص. فقد بين Mason, *et al.* (1999) أن عنصر الرصاص يعتبر من أخطر المعادن التي تهدد التربة والمياه الجوفية، غير أن سرعة حركته وهجرته إلى أعماق التربة تبدو ضعيفة مقارنة بمعادن أخرى مثل النحاس Cu والكادميوم Cd. أشار Carole Delmas (2000) بأن التربة لا تشكل العقبة الوحيدة لهجرة وتحركية الرصاص، خاصة مع تغير خواصها الفيزيائية والكيميائية، بل هناك المياه الجوفية والنبات



شكل 3. تطور تراكيز الرصاص بدلالة عمق التربة.

♦ النطاق A (0-30Cm) ♦ النطاق B (30-50Cm) ♦ النطاق C (>50Cm)

اللذان بإمكانهما إستقبال تراكيز معتبرة من هذا المعدن السام.

الإستنتاجات و التوصيات

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة في حركية عنصر الرصاص الناجم عن حركة المرور، كمصدر من أهم مصادر التلوث. تم إختيار طريقين كمنطقتي أخذ العينات على إمتداد 5 كم لكل طريق وعلى حافة الطريق تم حفر مقاطع تربة. قسم كل مقطع إلى ثلاثة نطاقات و في كل نطاق تم قياس الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وكذا تراكيز عنصر الرصاص.

بينت النتائج المتحصل عليها على أن تراكيز الرصاص تتجاوز كثيرا المعايير الدولية، فهي تصل إلى 3508 ميللغرام/ لتر في الطبقات العلوية للتربة إلى 198.60 ميللغرام/ لتر في أعماق التربة مقابل 100 ميللغرام/ لتر كمعايير عالمية، مما يعني أن كل التربة الواقعة على حافة الطريق المرور هي ملوثة بالرصاص. غير أن هذا التلوث تخف حدته كلما إبتعدنا عن الطريق. أثبتت النتائج كذلك أن الغضار يشكل حاجز قوي لتثبيت شوارد الرصاص كما أن الوسط القاعدي و القدرة التبادلية للأيونات الموجبة الشحنة يساعدان على زيادة تراكيز الرصاص في التربة، في حين أن التربة الرملية ووفق خاصية النفاذية، تسمح للرصاص بالهجرة والنفاذية بسرعة كبيرة دون أن تتمكن من تثبيته.

تتناقص تراكيز الرصاص بزيادة عمق التربة، تحت تأثير العوامل الفيزيائية و الكيميائية، من الطبقة العلوية (A) نحو الطبقة السفلى (C)، غير أن التربة لا تشكل الحاجز الوحيد لحركية و هجرة الرصاص إلى الأعماق، إذ مع درجة تشبع هذه الطبقات تصبح المياه الجوفية مهددة بالتلوث.

تقوم مياه الأمطار الجارية فوق قاعدة الطريق المروري على نقل الرصاص إلى حافة الطريق ومن ثم إلى التربة الزراعية، لذلك ينصح بإقامة مجاري مائية على الحافة بغية تجميع مياه الأمطار في منطقة واحدة ثم النظر فيها بعد ذلك. غير أن إستعمال وقود السيارات، الخال من الرصاص، والتخلص من السيارات القديمة، يمكن أن يساهم بشكل فعال في التخلص من هذا المعادن السامة التي تنفثها حركة المرور.

المراجع

AFNOR (1996) *Qualité des sols. Méthodes d'analyses. Recueil de Normes Françaises*, 3ième ed., Association Française de la Normalisation, Paris, France, p 534.

Alloway, BJ)1995) The mobilisation of trace elements in soils. Proceeding contaminated soils. *In : 3rd. International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements*, 15-19 May, Paris, France, pp133-145.

Baize, D (1997) *Teneurs Totales en 'Eéments Traces Métalliques Dans Les Sols* (France). Edition INRA, Paris, France, p 408.

Carole Delmas–Gadras, C (2000) Influence des conditions physico-chimiques sur la mobilité

33: 1588-1597.

Norm, D 4210-89 (ASTM) *Standard Practice For Intralaboratory Quality Control Procedures and a Discussion on Reporting Low-Level Data.*

Pagotto, C (1999) *Etude sur l'émission et le Transfert dans Les Eaux et Les Sols des éléments Traces Métalliques et des Hydrocarbures en Domaine Routier.* Thèse : Chimie et Microbiologie de l'eau : Sciences et Techniques : Université de Poitiers, France, pp 1- 252.

Singh, BR, and **Steinness, E** (1994) Soil and Water Contamination by Heavy Metals. *In:* **Lewis University (ed)** *Soil Processes and Water Quality*, Lewis University, Chicago, USA, pp233-271.

Sposito, G (1989) *The Chemistry of Soils,* Oxford University Press, Oxford, UK, p277.

Ref.(2488)
Rec. 17/ 06/ 2008
In- revised form:11/ 12/ 2008

du plomb et du zinc dans un sol et un sédiment en domaine routier. Thèse de Docteur de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Spécialité : chimie et microbiologie de l'eau.

Cédric Durand, M (2003) *Caractérisation Physico-chimique de L'assainissement Pluvial Origine et Devenue des Métaux Traces.* Thèse de doctorat. Université de Poitiers France, Faculté des Sciences Fondamentale et Appliquées, France, p198.

Contat, F, Shariat Madari, H, and **et Stadelmann, FX** (1991) Déposition et accumulation de plomb le long de quatre secteurs autoroutiers de 1978 à 1988 – Evolution en fonction des années , des saisons et de la météorologie , Schweiz ,Landw , Fo , *Recherche Agronomique en Suisse* **30** (1/2) : 29-43.

Deletraz, G, et Paul, E (1998) Etat de l'art pour l'étude des impacts des transports routiers à proximité des routes et autoroutes. *Rapport intermédiaire non confidentiel ADEME*, p144.

Duchaufour, P (1995) *Pédologie, Sol, Végétation, Environnement* (4ième éd.), Abrégés. Paris, France, p 324.

Falahi-Ardakani, A(1984) contamination of environment with heavy metals emitted from automotives. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **8:** 152-161.

Gray Carte Service (2006) Tiaret Wilaya. Personnel communication.

Legret, M, Colandini, V, Demare, D, Balades, JD, and **Madiec, H** (1994) Pollution par les métaux lourds liée à l'infiltration des eaux de ruissellement urbaines dans une chaussée poreuse à structure réservoir. *Environmental Technology* **15:** 1183-1191.

Marchand, M, et Kantin, R (1997) Les métaux traces en milieu aquatique : *Océanis* **23**(4): 595-629.

Martinelli, I (1999) *Infiltration des Eaux de Ruissellement Pluvial et Transfert de Polluants Associés Dans un Sol Urbain-Vers une Approche Globale et Pluridisciplinaire.* Thèse de doctorat, Institut National des Sciences PPliquées de Lyon, France, p191.

Mason, Y, Ammann, AA, Ulrich, A, and **Sigg, L** (1999) Behavior of heavy metals, nutrients, and major componentd during roof runoff infiltration. *Environmental Science Technology*,