

مجلة



العلوم و التكنولوجيا

مجلة علمية تكنولوجية بحثية محكمة نصف سنوية
تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر



الإيداع القانوني

12-19

ر.د.م.م

2716-7674



مسؤول النشر

أ. د. صالح بلعيد، رئيس المجلس الأعلى للغة العربية

رئيس التحرير

أ. د. إسماعيل روينة

نائب رئيس التحرير

أ. عبدالكريم شريفي

مدير التحرير

أ. عبدالرزاق بلغيث

هيئة التحرير

- أ. د. أبو بكر خالد سعد الله، المدرسة العليا للأساتذة، القبة- الجزائر.
- أ. د. أبو بكر ناجمي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة- الجزائر.
- أ. د. أحمد رفعت عزّت، جامعة عين شمس، القاهرة- مصر.
- أ. د. أيمن حلمي كامل، جامعة عين شمس، القاهرة- مصر.
- أ. د. حافظ شمس الدين، جامعة عين شمس، القاهرة- مصر.
- أ. د. محمد السعيد مولاي، جامعة هواري بومدين، باب الزوار- الجزائر.
- أ. د. محمد يونس الحملاوي، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة- مصر.
- د. مصطفى أولداش، المدرسة العليا للأساتذة، القبة- الجزائر.
- أ. د. نور الدين عبد الباقي، جامعة أكلي محند أولحاج، البويرة، الجزائر.
- أ. د. سعيد كناي، جامعة سعد دحلب، البليدة- الجزائر.
- أ. د. عقبة كزار، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر.
- د. عبد الكريم حرز الله، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، الجزائر.
- أ. د. عبد الكريم كاملي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.
- أ. د. عبد الواحد شالة، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر.
- د. فاتن بن مرزوق، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.
- د. ربيعة مروش، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.

شروط النشر

- تخضع المدخلات للتّحكيم وفقاً للشروط الآتية:
- 1- تكون البحوث في ميادين العلوم والتكنولوجيا.
 - 2- لغة النشر بالعربية.
 - 3- تكون البحوث أصيلة ولم يسبق نشرها.
 - 4- تخضع البحوث للمنهجية العلمية الأكاديمية المعمول بها في المجالات العلمية العالمية، في هذه الميادين وفق الطريقة الآتية:
 - أ- الملخص (Abstract)
 - ب- المدخل Introduction
 - ج- الأدوات والطرائق Materials and methods
 - د- النتائج Results
 - هـ- المناقشة Discussion
 - و- الخلاصة Conclusion
 - ي- قائمة المراجع References
 - 5- تثبيت المراجع والإسناد حسب APA
 - 6- يلتزم صاحب البحث بالتّعديل في الأجل المحددة، في حالة ما إذا طُلب منه ذلك.
 - 7- أن تكتب بخطّ simplified بنط 14، وبنظام (ورد).
 - 8- أن تكتب الهوامش آلياً بنفس الخطّ بنط 12. في آخر المداخلة.
 - 9- أن يكتب المقال على مقاس 16./24
 - 10- أن تكون المرجعيّات الكتابية: 2 سم أعلى الصّفحة، 2 أسفل الصّفحة، 2 يمين الصّفحة، 2 يسار الصّفحة.

11- المقالات غير المقبولة لا تعاد إلى أصحابها.

12- يكون الملخص باللغة العربية وبإحدى اللغتين: الإنجليزية أو الفرنسية.

- ملاحظة: ترسل المقالة بنظام ورد/ word باسم رئيس التحرير.

للتّصال بالمجلة

- البريد الإلكتروني: ouloumwatechnolougia@gmail.com

- النّاسوخ: 021 23 07 22

- النّقّال: 05 59 93 74 84

الفهرس

- 7..... كلمة رئيس التحرير
- أ.د. إسماعيل روينه
- 11..... بنية متعددة السلوك لجدولة المهام داخل خلية إنتاج صناعي مرنة
- زكرياء توكال
- 31..... دراسة حول الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للزيوت الأساسية لليمون الهندي
- محمدي محمد، أراشيش مارية، فرحات أمين،
لعماري ليندة وباديس عبد المالك.
- 45..... المساهمة في دراسة مفعول وتأثير الإشعاع الضوئي على الصمغ الباعثة للضوء
- كمال رميدي
- 57..... دراسة بتروولوجية لقواطع الصخر في المنطقة الوسطى من كتلة سيلات (الهقار الغربي، الجزائر)
- فاتن بشري بن مرزوق / مقدم سارة / أرزقي ميتسانا / جيلالي غزالي
أمينة لوني- حسيني / حميد بشري / كاتي لوكا / برنار بونا
- 73..... تدفق سائل ذي سطح حرّ فوق عقبات شبه منحرفة مع تأثير الجاذبية والتوتر السطحي
- عبد القادر لعياضي
- 85..... المفاهيم القبلية في الفيزياء لدى الطلاب وضرورة تعديلها
- أحسن سرحان
- 99..... اقتراح تجارب شاملة لتحصيل مفاهيم النموذج المجريّ للتحوّل الكيميائيّ (دراسة تجريبية)
- ريان سيد علي

كلمة رئيس التحرير

أ.د. إسماعيل روينه

هذا هو العدد الأول من مجلة العلوم والتكنولوجيا التي يصدرها المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر، يطالعنا بعد صدور العدد التجريبي في آخر السداسي الثاني من العام الماضي 2019. وهو كسابقه، يتضمّن سبع (07) مقالات أو بحوث، في سبعة (07) ميادين؛ بواقع مقال لكلّ ميدان، مع إضافة بعض التعديلات، مثل كتابة عناوين المقالات بلغة الملخص الأجنبية (الفرنسية، الإنكليزية) وكيفية تثبيت المراجع، واعتماد الأرقام العربية في ترقيم فقرات المقالات، وكتابة أسماء المؤلفين في صفحات المقال؛ وهو ما طلبناه من كلّ المهتمين بالمجلة، في العدد التجريبي.

ونحن إذ نشكر جزيل الشكر كلّ من أسهم في هذا العدد، وكذلك العدد التجريبي، سواء من الكتاب أو من هيئة التحرير أو من المحكمين، على الجهود الكبيرة التي بذلوها؛ بخصوص هذا المسعى العلمي الذي ندركه جيّداً، ونقدّر صعوبات إجراء البحوث التجريبية، وما تتطلبه من أدوات وطرائق؛ فإننا نهيب بهم أن يواصلوا بذل جهوداتهم؛ بنشر بحوثهم، واستكتاب غيرهم، والتحكيم وتقديم الملاحظات البناءة؛ بخصوص المحتوى، أو المنهجية، أو الإخراج أو غير ذلك لتأهيلها إلى التصنيف ضمن البوابة الجزائرية للمجلات العلمية ASJP بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي، والحصول على معامل التأثير العربي وتمكينها من التصنيفات العالمية وما ذلك بعزيم على لغة، ظلّت قرابة الثمانية قرون، هي اللسان الذي تنطق به مختلف العلوم، كالطب والكيمياء، والهندسة والرياضيات في الأندلس والمشرق العربي وشمال أفريقيا، أيام ازدهار الحضارة الإسلامية، وقد كانت القاطرة المريحة، لاستيعاب العلوم وحملها إلى كلّ أنحاء العالم.

والجدير بالملاحظة أنّ الكثير من الباحثين، والأساتذة الجامعيين الذين كانوا يعترضون على تعريب العلوم في الجامعة، على أساس أن الظروف غير مهيأة لذلك، مثل: قلة العلميين الذين يتقنون اللغة العربية، كونهم درسوا بلغات أجنبية، وندرة المراجع العلمية باللغة العربية واختلاف المصطلحات العلمية في الجامعات العربية، إلى غير ذلك من التبريرات. أمّا اليوم وقد تغيرت الأوضاع وأصبح العلميون في مختلف التخصصات والميادين يتقنون العربية وتوافرت المراجع العلمية في مختلف التخصصات. والأعمال جارية؛ لتوحيد المصطلحات العلمية مثلما هو في مكتب تنسيق التعريب؛ بالرباط وغيره من المؤسسات، مثل اتحاد مجامع اللغة العربية بالقاهرة، وكذلك توسّع استعمال وسائل الاتصال الحديثة وتطوّرها ودخول اللغة العربية هذا المجال بامتياز، بما في ذلك الحوسبة والرّقمنة؛ فقد زالت تلك المبررات، وتحول الكثير من هؤلاء الباحثين، والأساتذة الجامعيين إلى متحمسين لتمكين اللغة العربية

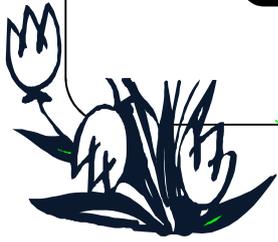
كلغة تدريس في كليات الطب والعلوم وغيرها من ميادين العلوم والتقانات، مع ضرورة الاهتمام باللغات الحية، وإتقان اللغة الإنجليزية باعتبارها لغة العلوم الأولى في الوقت الحاضر.

ولعل ما زاد في اهتمام هؤلاء بالتمكين للعربية، في تدريس العلوم بالجامعة، هو تجربة الدول الناطقة بغير العربية، مثل: إيران وتركيا والصين والفييتنام واليابان وكوريا؛ حيث إن جميع هذه البلدان تطوّرت بلغاتها الوطنية التي مكّنتها من مختلف الميادين، بما فيها تعليم التخصصات العلمية بالجامعات وذلك لارتباط اللغة بالهوية، علماً أنّ هذه اللغات لا تصل إلى مقام اللغة العربية، التي تمتلك خصائص تنفرد بها عن غيرها من اللغات، مثل غناها بالألفاظ؛ حيث تقدّر ذخيرتها اللغوية بأكثر من اثني عشر (12) مليون كلمة مقابل ستمائة (600) ألف كلمة للإنكليزية، ومائة وخمسين (150) ألف للفرنسية، يضاف إلى ذلك الاشتقاق والنحت، والقياس، والتوليد والترجمة؛ ممّا يجعلها أقدر على استيعاب مختلف العلوم والتقانات ومسايرتها، ونقلها بشكل مريح إلى العالم، خاصة، وقد تمكّنت من الحوسبة Computing والرقمنة Numerization والأتمتة Automation والمكننة Mechanization التي تختزل الزمان والمكان، وتدخل الإنسان، وتضمن التواصل في حينه، بما فيه التواصل العلمي والتكنولوجي.

وفي ختام كلمتي، لا يسعني إلا أن أقدم خالص الشكر لكل من أسهم في المجلة، بأي شكل كان وأطلب المزيد، كما أسجل ترحيب الكثير من الباحثين وأساتذة الجامعات بفكرة التمكين للغة العربية في الاختصاصات العلمية والتقانية، سواء في الجزائر أو خارجها ممّن اتصلنا بهم، أو اتصلوا بنا واستعدادهم الكامل للتعاون معنا في النشر والاستكتاب والتحكيم، وغير ذلك، ممّا تتطلبه المجلة لجعلها تنال معامل التأثير العالمي Impact factor الذي ننشده، وجعل اللغة العربية لغةً وظيفيةً؛ أي لغة العمل في مختلف الميادين، وهي اللغة التي حافظت على خصائصها وبقائها قوية طيلة خمسة عشر قرناً على أقل تقدير، وبجودة استعمالها، أثبتت كفاءتها العالية في مساندة العلوم وحملها مدة ثمانية (08) قرون، وهو ما لم تعرفه أية لغة من لغات العالم؛ ممّا يجعلها اللغة الأمّ لجميع اللغات، بكلّ جدارة.



المقالات



بنية متعدّدة السلوك لجدولة المهام داخل خلية إنتاج صناعي مرنة

زكرياء توكال*

تاريخ القبول 10 نوفمبر 2019

تاريخ الإرسال 19 أكتوبر 2019

الملخص Abstract

في هذا البحث سنعرض بنية التّحكّم والقيادة لخلية إنتاج وتركيب مرنة تعتمد على نظام متعدّد الوكلاء والسلوك والمستويات؛ من أجل تطبيق مسوّدّة جدولة تفاعليّة تستند أساسًا على أوقات الخمول القابلة للاستخدام. اعتمدنا على نموذج من التّعاون بين الوكلاء استنادًا إلى شبكة التّعاقد التي تتيح مرونة معيّنة في نظام التّحكّم والقيادة. هذه المقاربة تركز على مبدأ إعادة جدولة جميع الأوامر ذات الأولويّة المنخفضة مع محاولة احترام الأجل التّهائيّة لجميع المهامّ في حالة حصول طارئ من نوع طلب جديد يتكلف النّظام بحساب أولويته أولاً. ولكي يتمّ اختبار النّظام التّحكّم والقيادة المقترح، قمنا بتصميم منصّة مبنية على برمجية JADE (Java Agent Development) لمحاكاة نظام الخلية المرنة، التي تتيح التّكيف مع سياقات الإنتاج المتنوعة. وبالتالي استطعنا تنفيذ خطة المقاربة المقترحة لحلّ مشكلة الجدولة في حالة حدوث الطّوارئ، مع محاولة ضمان عدم تجاوز الأجل والمواعيد التّهائيّة للمهام. الكلمات المفتاحيّة: نظام متعدّد الوكلاء، الوكيل الفاعل، الوكيل الاتّحاديّ، السلوك، نطاق العمليّات جدولة، طوارئ، منصّة JADE.

Title: Multi-behavioral structure for scheduling tasks within a flexible industrial production cell.

Abstract: In this paper we will present the structure of control and driving of a manufacturing flexible cell based on a multi-agent, multi-behavioral and multi-level system to implement an interactive draft scheduling approach based primarily on usable unoccupied times. We relied on a collaboration model between agents based on a contract network that allows certain flexibility in the control and driving system. This approach is based on the principle of rescheduling all low-priority orders while attempting to respect the deadlines of all tasks in the adverse events case as a emergency request order for which the system will first calculate its priority. To test the proposed control and driving system, we have designed a Java Agent

Development (JADE) platform to simulate the flexible cell, which allows adapting to different manufacturing contexts. We were therefore able to implement the proposed approach to solve the scheduling problem in the event of an emergency order while attempting to ensure that the deadlines for the tasks were not exceeded.

Keywords: multi-agent system, active agent, federal agent, behavior, scope of operations, scheduling, emergency, JADE platform.

1. المدخل Introduction :

لقد أدى إدخال درجة عالية من الأتمتة في الصناعة الآلية إلى بناء منشآت إنتاجية تتمتع بمرونة متزايدة. ومع ذلك، فإن أداء هذه الأنظمة الآلية مشروط بأداء نظام التحكم والقيادة الخاص بها حيث تزايد درجة الأتمتة والاستجابة والمرونة المطلوبة. وبالتالي أصبح نظام التحكم يتطلب عملاً بحثياً شاقاً ومكلفاً تقنياً واقتصادياً. هذه الأهمية المتزايدة أدت إلى ضمان التصميم المناسب لتحقيق الإنتاج المخطط له في بيئة ديناميكية ومضطربة للغاية، لذلك، يجب أن يكون هذا النظام قادراً على إدارة موارد النظام، والمهام المختلفة التي يجب تنفيذها بشكل ديناميكي. أضف إلى ذلك، ضرورة ضمان التنسيق التام لأنظمة التصنيع والمناولة مع إمكانية إدارة المخاطر وكل أنواع الخلل التي تظهر بشكل دائم تقريباً أثناء الإنتاج. لقد أثبتت عمليات التصميم والتخطيط والجدولة والإشراف التقليدية والمتمركزة والمتسلسلة أنها غير مرنة للغاية ولا تسمح للشركات للتعامل معها، ناهيك عن طبيعة التفاعل مع تقلبات السوق وتغيرات الطلب. لذلك، أصبح من الضروري تطبيق نظرة عن قرب، وفي الوقت الفعلي لنظام الإنتاج. وهذا يعني أن الإدارة تأخذ في الاعتبار الحالة الفعلية للنظام، وكذلك القيادة التفاعلية، مما يسمح للنظام بالتفاعل والتكيف، حسب أهداف الإنتاج، وتقلبات الاحتياجات والمخاطر المختلفة. في هذا السياق، كان لزاماً، دمج مفاهيم تكنولوجيا جديدة في تكنولوجيا المعلومات التي تعتمد عليها الشركات، والاعتماد على التقنيات الجديدة لتقديم بنى البرامج التي تسمح للنظام المرن بالاستجابة والتفاعل في الوقت المناسب مع التغييرات في بيئة الإنتاج الداخلية أو الخارجية. شهدت السنوات الأخيرة ظهور فروع جديدة للذكاء الاصطناعي تركز على الجانب السلوكي على حساب جانب صنع القرار. لهذا السبب تم اختيار نموذج متعدد الوكلاء بسبب مفهوم الظهور الذي يعتمده هذا النموذج والجانب السلوكي الذي يرثه بشكل خاص. الهدف من العمل المقدم في هذا البحث هو معالجة مشكلة إدارة أنظمة الإنتاج المرنة من خلال نهج متعدد الوكلاء عن طريق اقتراح طرق منهجية وخوارزمية للتعامل مع مشكلة التحكم والقيادة في خلية التصنيع التي تخضع لقيود تشغيل قوية: البيئة الديناميكية والاقتران بين خطط تشغيل الماكينات. يظهر هذا النوع من الخلايا تعقيداً ينبع من الحاجة إلى التعايش مع آليات إدارة المعرفة وقيود الاستجابة على جميع مستويات التحكم: المحلية (على مستوى الماكينة) والشاملة

(على مستوى الخلية) وتنفيذها في برمجية محاكاة تم تطويرها لهذا الغرض. الفكرة الرئيسية، التي يتمحور حولها هذا العمل، هي تطوير نظام محاكاة هدفه المستقبلي، هو تحليل أداء الطرق والأدوات المختلفة لإدارة الخلل والمخاطر ولذا سنقوم باقتراح نموذج هندسة الوكلاء التنظيمي والذي يتمتع بقدر كبير من العمومية ويظهر قدرات تفاعلية وتداولية على مستوى كل وكيل من أجل تحقيق أهدافه وأهداف الخلية. ونقترح أيضا نموذجا للتعاون بين الوكلاء (الموارد الفاعلة) لإدارة حالات النزاع الناجمة عن الاضطرابات التي قد تحدث داخل الخلية. للقيام بذلك، قمنا بتنظيم هذه البحث في ثلاثة أجزاء: يهدف الجزء الأول إلى وصف الطرائق والأدوات حيث نقوم بتحديد أنظمة الإنتاج المرنة وكيفية إدارتها ثم تقديم مفهوم متعدد الوكلاء لقيادة هذا النوع. أما الجزء الثاني فيشمل من جهة، النتائج من حيث الهندسة البرمجية المقترحة التي تعتمد نموذجا متعدد الوكلاء لتنفيذ التطبيقات الآلية المعقدة التي تتطلب جدولة العمليات في ظل قيود قوية من الاستجابة. ومن جهة أخرى النتائج المحققة في معالجة مشكلة الجدولة المنسقة في حالة إخضاع النظام لقيود من نوع الأسبقية بين العمليات وأيضا حدوث طوارئ أو خلل ما. أما الجزء الثالث فهو مخصص لتقديم عملية تقييم هذه الدراسة من خلال محاولة تسليط الضوء على النقاط الإيجابية التي حصلنا عليها. وننهي هذا البحث بخلاصة عامة نبيّن فيها أهمية هذا العمل البحثي ونعرج على بيان وجهات نظر تطوّر هذا العمل في المستقبل القريب.

2. الأدوات والطرائق Materials and method

بالنسبة للورش الحديثة، إنتاج أفضل يعني تكلفة بأقلّ سعرو في الوقت المناسب وفي المكان المناسب؛ لدرجة أن [12] أصدر شعار "أسرع وأفضل وأرخص". يمثل تحسين كفاءة تطوير المنتجات تحديًا كبيرًا لشركات التصنيع. من المهمّ تنسيق التطوّرات المشتركة للمنتجات والأنظمة المرتبطة بها، بما في ذلك نظم الإنتاج. يمكن إجراء العديد من عمليات التصنيع لنفس المنتج، اعتمادًا على مكان تصنيعه. من الضروريّ أيضًا إعادة استخدام معدّات الإنتاج لتقليل تكاليف الإنتاج (مثل السيارات: نفس السلسلة للسيارات المختلفة). وبالتالي، فإنّ معرفة تأثير التغيير على الإنتاج مهمة طويلة ومعقدة ولكنها مهمة [7]. من أجل فهم أفضل للمشكلة التي يعالجها موضوعنا، فإننا نريد من خلال هذا الفصل تسليط الضوء حول معرفة أنظمة الإنتاج المرنة، ثمّ نوضّح مشكلة تجربة أنظمة التصنيع باستخدام تكنولوجيا متعددة الوكلاء. وفي الأخير، سنتطرّق لذكر مشكلات الجدولة التي تشكل وظيفة مهمة في إدارة الإنتاج.

1.2 نظام الإنتاج المرن (FMS)

نظام الإنتاج المرن هو نظام إنتاج تقليديّ يحتوي على جميع الميزات التي تتيح التفاعل مع حالات التغيرات التي تحدث. وبالتالي، فإنّ ورشة العمل المرنة تمتلك الخاصية الأساسية لتكييف إنتاجها مع أيّ طارئ خارجيّ يتعلّق بتغيير الطلب من حيث الكمية أو النوعية أو أجل التسليم أو طارئ داخليّ يتعلّق بتغيير

ماكينة أو جهاز ما بسبب عطب على سبيل المثال. فهذا النوع من الطوارئ قد يؤدي إلى تغيير جدولة الإنتاج في الوقت الفعلي.

2.2. أنواع المرونة في (FMS)

أنواع المرونة [2]، [1] من حيث تأثيرها على هدف المنتج النهائي ووسائل الإنتاج لإنتاج منتج. معيّن هي كالتالي:

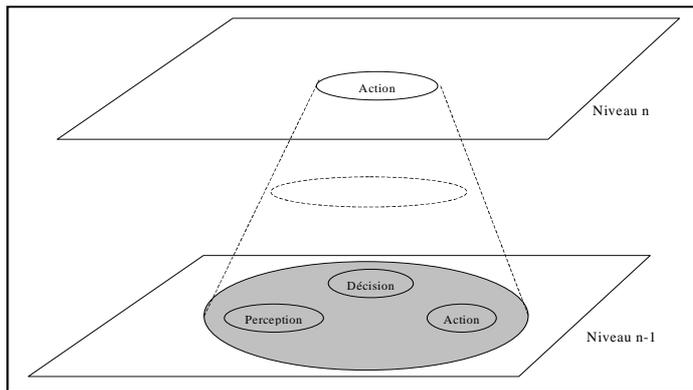
- مرونة المنتجات: توفر إمكانية إعادة تشكيل النظام لمراعاة منتج جديد أو مجموعة منتجات جديدة.
 - مرونة الدمج: إمكانية إنتاج مجموعة من المنتجات ذات الخصائص الأساسية المشتركة في وقت واحد.
 - مرونة الكمية: هي قدرة النظام على التعامل مع التقلبات في كمية المنتجات التي سيتم إنتاجها عن طريق تغيير وتيرة الإنتاج.
 - مرونة التوجيه: تزود النظام بالوسائل اللازمة لتغيير توجيه المنتج أو بعض من أجزائه إلى معدات متاحة أو قليلة التشغيل.
 - مرونة ترتيب العمليات: تسمح بتغيير ترتيب العمليات أثناء الإنتاج (والذي يفترض وجود نطاق عمليات رئيسية ونطاقات ثانوية).
 - مرونة التوسع: تمكن من تمديد وتعديل بنية النظام الذي يتطلب إعادة النمذجة.
 - مرونة الموارد: هي قدرة الموارد على أداء العديد من المهام الأساسية والسماح بإعادة البرمجة.
- الذي يهمنّا في هذا البحث هو مرونة ترتيب العمليات وأوامر الطلب، حيث إنه وبعد الانتهاء من عملية تخطيط العمليات بين موارد خلية التصنيع المرنة، ينبغي لكلّ منها مراعاة بعض القيود (في ما يتعلق بالمواعيد النهائية) وعن طريق تحقيق هدف محدد جيّدًا، مثل تقليل وقت الإنتاج. يتيح حلّ هذه المشكلات وضع خطة تصنيع مفصلة ويحدّد ترتيب تنفيذ كلّ عملية على كلّ مورد فاعل أو جهاز مع مراعاة القيود المفروضة بواسطة مستوى التخطيط. عندما يتمّ ترتيب تسلسل العمليات تمامًا، فإننا نتحدّث عن جدولة واضحة [9]. تتضمن هذه الإستراتيجية أوقاتًا مهمّة جدًا للحوسبة، وليست مرنة على الإطلاق. الحلّ الآخر هو وضع مجموعة من القواعد التي تحدد، في كلّ مرّة يصبح فيها الجهاز حرًا، وما ستكون العملية المقبلة. يمكن اعتبار هذه الإستراتيجية بمثابة تعريف لجدول زمنيّ ضمّي [9]. بشكل عامّ، إنّه أسلوب مختلط يجمع بين هاتين الإستراتيجيتين من شأنه أن يعطي أفضل نتيجة.
- وبما أنّنا اعتمدنا نموذجًا متعدّد الوكلاء من أجل حلّ مشكلة إعادة ترتيب عمليات مختلف الموارد والأجهزة المكوّنة للورشة، فإننا سنقدّم في ما يلي عرضًا مقتضبًا عن طبيعة هذا النموذج.

3.2. نظام متعدد الوكلاء (SMA): هو نظام يتضمّن مجموعة من الوكلاء حيث إنّ كلّ وكيل يعتبر كيانا حقيقيا أو افتراضيا يتمتّع سلوكه باستقلالية، ويتطوّر في بيئة يمكنه من خلالها أن يدرك وأن يتصرّف ويتفاعل مع الوكلاء الآخرين وفقا للمرجع [3]. بناء على هذا التعريف والتعريفات الأخرى كما هو في [5] و [6] وأيضا في [4] تظهر ثلاثة مفاهيم أساسية تجعل من الممكن وصف الوكيل بها: الإدراك والمداولات والفعل (الشكل 1):

- الإدراك: يمكن الوكيل من إدراك البيئة التي يتطوّر فيها من تصرفات الوكلاء الآخرين وأيّ تحوّل في هذه البيئة. - المداولة: لدى الوكيل مجموعة من المعارف إضافة إلى خطط وأساليب لاستغلالها حيث إنّها تتيح له القدرة على تحفيز مجموعة من الأفكار والتصورات لأخذ القرار المناسب الذي يحقق له أهدافه وبعض أهداف الآخرين أو كلّها.

- التأثير: يمكن للوكيل التأثير على بيئته وعلى الوكلاء الآخرين، وبالتالي يمكنه التصرف عن طريق أفعال يقوم بها في أو على الأشياء والتواصل مع الوكلاء الآخرين أو الدخول في مفاوضات تعاون أو تعارض أو أيّ إجراء آخر يقرّره.

في بحثنا هذا اعتمدنا نموذج الوكيل الهجين الذي يتمتّع بقدرات وخصائص الوكيل التفاعلي وخصائص الوكيل المعرفي. يشكّل هذا النوع من العوامل كيانا قادرا على التصرف بشكل مختلف. تتكوّن بنية هذا النوع من الوكلاء بشكل عامّ من عدّة طبقات برمجيّة يمكن ترتيب هذه الطبقات في هيكل عموديّ (طبقة واحدة لديها وصول إلى المستشعرات والمؤثرات) أو أفقيا (كلّ الطبقات لها وصول إلى المدخلات والمخرجات).



الشكل 1: عمل الوكيل السلوكي في المستوى N على سلوكيات المستوى N-1

1.3.2 التفاعلات بين طبقات السلوك ومستوى السلوك.

تحتوي وحدة السلوك على واجهة تتيح لها التواصل مع الوحدات النمطية الأخرى من أجل تحقيق مهمتها. يمكن تمييز نوعين من الاتصالات في التفاعل بين طبقتين: الأول يتكوّن من تبادل الرسائل عبر صندوق بريد والثاني على تبادل المعرفة في السبورة المركزية (BlackBoard) يمكن القيام بهذا المشاركة بمعىة

أو بدون مشاركة المشرف العام على أنشطة الوكيل. بناء على طبيعة المهام التي يؤديها الوكيل، فإن السلوك يمكن أن يعتمد ثلاث صيغ:

• **السلوك التفاعلي:** يستند الوكيل على مهارات يمكن تفعيلها نتيجة تفاعل بسيط حينما ترد معلومات من مختلف المستشعرات. [10] فتكون ردّة الفعل في هذه الحالة فورية أو حتى شبه آنية على سبيل المثال لا للحصر، العملية التي يتم التحكم فيها بالتغذية الراجعة (تجنب العوائق، أو سقوط أداة من أدوات الروبوت أو الناقل إلى غيره) أو الإجراءات المنعكسة (إيقاف الطوارئ). فالوحدة النمطية تتصرف في هذه الحالة كأوتوماتا حالات محدودة دون امتداد لهذه التصرفات في المستقبل.

• **السلوك المعرفي** الذي يستند على مجموعة من قواعد الذكاء الاصطناعي أو مجموعة من الإجراءات المخزنة التي تدعى بالإجراءات الحلقية القرارية والتي تعتمد على السياق. في هذه الحالة، تستخدم الوحدة النمطية البيانات التي تمثل الموقف الحالي للوكيل بناء على المعلومات الحسية الكاملة، ففي هذه الحالة يكون وقت ردّة الفعل محدودًا.

• **السلوك التداولي** القائم على المعرفة والذي يبرز كموقف جديد. هذا الأخير يتطلب وضع أو تعديل خطة التشغيل، اعتمادا على الغاية التي يسعى إليها الوكيل، وأيضا على النموذج العقلي للنظام الذي يراقب الخلية أو الورشة. يسمح هذا النموذج بتقييم تأثيرات خطة العمليات المعدلة على الوكيل نفسه وعلى بيئته (الوكلاء الآخرين). علاوة على ذلك، فإن المعلومات في هذه الحالة تكون شاملة وحفظها على شكل يمثل البيئة الجديدة ويكون زمن إنجاز هذا السلوك أيضا محدودا وليس آتيا. وفي ما يلي سنعرض ترتيب النتائج من حيث اختيار الهندسة البرمجية التي تتناسب مع طبيعة المشاكل المعقدة التي تم الحديث عنها في بداية هذا البحث ثم نتطرق لبيان النتائج التي توصلنا إليها من خلال معالجة مشكلة الجدولة المنسقة في حالة إخضاع النظام لقيود من نوع الأسبقية بين العمليات وأيضا حدوث طوارئ.

3- النتائج على مستوى الهندسة البرمجية وعلى مستوى معالجة مشاكل الجدولة

1.3 بنية التحكم في خلية التصنيع والتركيب المرنة

في ما يلي، نناقش بإيجاز بنية التحكم المرنة في الخلية الحالية، والتي تتمثل مساهمتها في تحديد وتنفيذ نماذج الوكلاء ونموذج تعاونها. نموذج الهيكل الحالي له الخصائص التالية:

- العمل في الوقت الفعلي (Real time).

- المرونة.

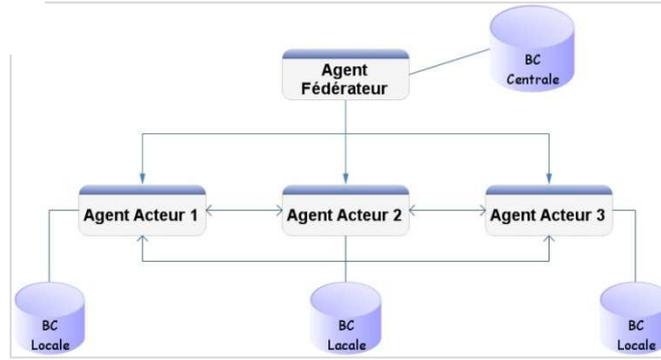
- الاستقلالية في التحكم الذاتي محليا وشموليا.

- الجدولة الديناميكية الانعكاسية في حالة المخاطر أو وجود طارئ.

كما هو موضح سابقا، يعدّ ضمان مرونة خلية الإنتاج والتّركيب في الوقت الفعليّ مهمة معقّدة، حيث يمكن أن تؤثر المخاطر المختلفة على تشغيل النّظام. في هذه الحالة، يثبت النهج متعدد الوكلاء أنّه حلّ متّسق للغاية لهذا النّوع من النّظام، حيث يكون التّعاون وتنسيق الإجراءات بين الوكلاء المختلفين مهمّين للغاية من أجل تلبية الأهداف العامّة للنّظام. في ما يلي، نقدّم بنية الوكيل المخصّصة للتّحكم وقيادة خلية الإنتاج والتّركيب المرنة.

1.1.3 عرض بنية النظام

في هذه البنية، يمكن لكلّ وكيل إجراء عمليّة واحدة أو أكثر، تمامًا مثل كلّ عمليّة يمكن تنفيذها بواسطة وكيل واحد أو أكثر. وبالتالي، يمكن لعب الدور الوكيل من قبل الوكيل A_i أو من قبل الوكيل A_j . يتمّ تمثيل المستوى العلويّ للخلية بواسطة النّموذج الفوقيّ (الشّكل 2) الذي يمثّل بنية التّحكم في خلية الإنتاج والتّركيب المرنة.

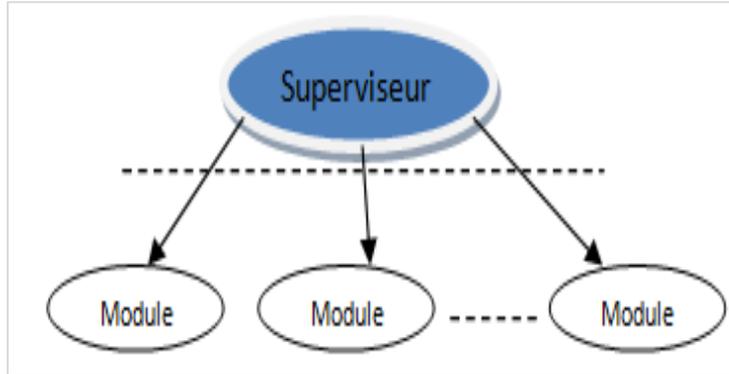


الشّكل 2: النّموذج الفوقيّ لبنية التّحكم

يعتمد على نوعين من الوكلاء الهجينة، الوكيل الاتّحاديّ (Federator) والوكيل الفاعل (Actor). كلّ وكيل لديه معرفة حول الذات وحول الآخرين، ومهارات، ومهارات التّفكير ومهارات الاتّصال والتّعاون. الوكيل الأوّل هو الواجهة مع المشغّلين وورشّة العمل التي تنتمي إليها الخلية. إنّهُ يضمن تطوير خطّة الإنتاج والتّركيب المقدّرة في شكل نطاقات عمليّات، يتمّ تعيين وإسناد العمليّات المرتبطة إلى مختلف الوكلاء المعنويّين. أمّا الوكيل الفاعل، فهو يتعلّق بكلّ مورد نشط للخلية (روبوت متنقل، روبوت مناور، روبوت متنقل مناور، ناقل، عربة موجّهة، حزام ناقل، طاولة دوّارة، ماكينة آليّة، معدّات تحكّم، وما إلى ذلك). يعمل كلّ وكيل على تطبيق الكيانات السلوكيّة المتنافسة وتنفيذ نظام تنشيط / تثبيط. تعتمد هذه البنية على مفهوم السلوكيّات المتنافسة والمتعدّدة المستويات؛ لأنّ كلّ سلوك معقد يمكن تقسيمه إلى أنماط سلوك أقلّ تعقيداً. وبالتالي يوصف نظامنا بنظام متعدّد الوكلاء، ومتعدّد السلوكيّات والمستويات.

يعرّف السلوك على أنّه تطوّر خاصّ يلحظه الوكيل الفاعل أو الوكيل الاتّحاديّ في عالمه الحقيقيّ (البيئة الوكلاء الآخرين). فهو يتعلّق بالآليّة التي تربط بين مهارات الوكيل من حيث الإدراك، التّفكير، القرار والتأثير في

عالمه الحقيقي. يؤدي تفعيل سلوك ما إلى تنشيط واحدة أو أكثر من المهارات المذكورة (الشكل 3). تُستخدم قواعد تحكّم معيّنة من أجل تحديد آليات التنسيق بين الوحدات البرمجية المكوّنة لهذه المهارات [11]



الشكل 3 : وصف الوكيل السلوكي

في الفقرات الآتية، سنناقش بشكل مقتضب نموذج بنية التحكّم والقيادة لكل نوع من أنواع الوكلاء

1.1.1.3 الوكيل الاتحادي

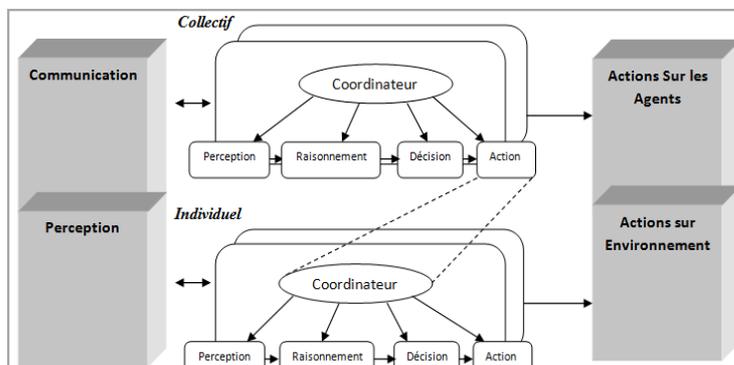
يقوم الوكيل الاتحادي بواجب مراقبة جميع أنشطته وفقاً لحالته الداخليّة وبيئته وذلك بشكل مستقلّ ولديه الخصائص التّالية:

- الاستباق: يتمّ توجيه نشاطه بناء على أهدافه وطموحاته على عكس مفهوم الكائن (Object) الذي يكون تصرفه استجابة للرّسائل الواردة من كائنات أخرى.

- التكيّف: وهي القدرة على تعديل خصائص مهامّه من أجل تلبية الطّلبات الداخليّة والخارجيّة. يتكوّن نموذج السلوكي من مستويين سلوكيين (الشكل 4):

- المستوى السلوكي الجماعي.

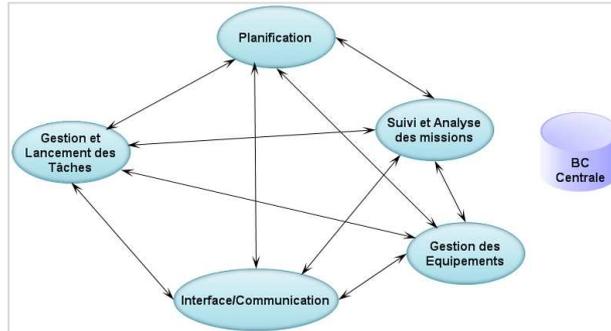
✓ المستوى السلوكي الفردي



الشكل 4 : المستويات السلوكية للوكيل الاتحادي

يتم تنشيط السلوكيات وفقاً لطبيعة الحدث المستلم: الطلبات والعقود والاعترافات. على سبيل المثال السلوك الذي يهدف إلى إيجاد المورد الذي يلي الأهداف التي يجب تحقيقها لتصنيع المنتج على أفضل وجه يحتوي العامل الاتحادي، في هيكله التوجيهي، على مستويين: مستوى المحادثة ومستوى التفاعل.

• **مستوى المحادثة:** الذي يشكل الواجهة التي تضمن الحوار بين الوكيل الاتحادي والوكلاء الآخرين في النظام. المعلومات هي في الأساس بيانات الإنتاج (نطاقات العمليات، العمليات، الكميات، إلخ) والتقارير أو الطلبات. يقوم هذا المستوى بدورين: الأول هو جمع وتفسير المعلومات الموجهة للمستوى التفاعلي. أما الثاني فيتمثل في إرسال تقرير إلى المستوى الأعلى (وكيل الورشة الذي لم تتم دراسته في هذا البحث) حول التقدم المحرز في تنفيذ المهام المطلوبة والتأكد من نقل التعليمات إلى الوكلاء الفاعلين في النظام. يمثل هذا المستوى في الوكيل الاتحادي وحدة الواجهة والاتصالات.



الشكل 5: مستوى ردة الفعل

مستوى ردة الفعل:

يتمثل دوره في اتخاذ القرارات بناءً على الوضع الحالي للوكيل والمعلومات التي يتم إرسالها بواسطة مستوى المحادثة. ويمثل هذا الدور في الوكيل الاتحادي الوحدات البرمجية التالية (الشكل 5):

- وحدة التخطيط.
- وحدة متابعة المهام.
- وحدة إدارة المعدات.
- وحدة إطلاق بداية المهام.
- وحدة الرصد.

يجب أن يكون هذا المستوى مجهزاً بقدرات صنع القرار لإدارة موارده، وحلّ مشكلات الطوارئ والخلل والاستجابة لطلبات الوكلاء الآخرين. بالإضافة إلى ضرورة تبنيه السلوكيات وفقاً لقواعد الأولوية لإنشاء الأوامر الأكثر استعجالاً.

2.1.1.3 الوكيل الفاعل

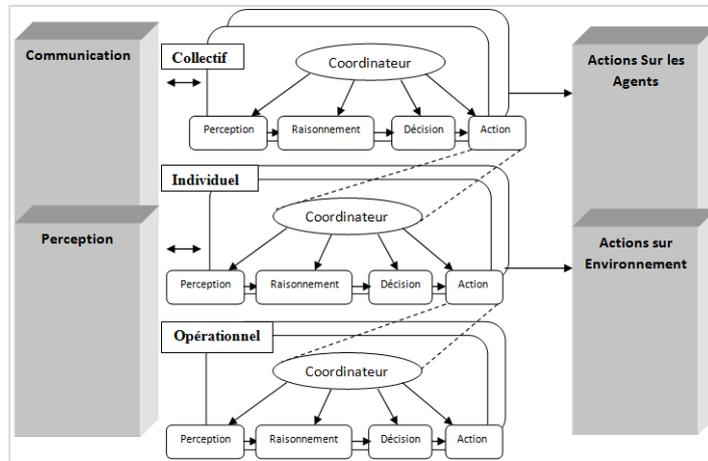
يشرف كلّ وكيل فاعل على نشاط الإنتاج للمورد الذي يتحكّم فيه ولديه مستوى من المعرفة يسمح له باستقلالية معينة في صنع القرار. كلّ الوكلاء الفاعلين يمكنهم تبادل المعرفة وأحياناً المهام وفقاً لنوع الخطر أو الطارئ الذي يحدث، وبالتالي، فإنّ الصعوبة تكمن في حلّ التّزاعات التي قد تحدث أثناء السعي لتحقيق المنتج. كلّ وكيل فاعل لديه عدّة مستويات من الاستجابة:

-المستوى السلوكي الاستراتيجي

-المستوى السلوكي الفردي

-المستوى السلوكي العمليّاتي

مثال عن سلوك الوكيل الفاعل الذي يهدف إلى إدارة قائمة انتظار عن طريق تحديد العملية التّالية التي ينبغي إنجازها وفقاً لمعايير معينة.



الشكل 6: المستويات السلوكية للوكيل الفاعل

على غرار بنية الوكيل الاتحادي، يعتمد الوكيل الفاعل على طبقتين: طبقة محادثة وطبقة تفاعلية.

✓ مستوى المحادثة:

مثل ما ذكرنا سابقاً، فإنّ هذا المستوى يضمن الحوار بين الوكيل الفاعل والوكلاء الآخرين للنظام. يقوم هذا المستوى بدورين أساسيين: الأول هو جمع وتفسير المعلومات الموجهة للمستوى التفاعلي، أمّا الثاني فيتمثل في إرسال تقرير إلى الوكيل الاتحادي حول التّقدم المحرز في تنفيذ المهام المطلوبة. يمثل هذا المستوى في الوكيل الفاعل وحدة الواجهة والاتصالات.

✓ مستوى ردة الفعل:

يتمثل دوره في اتخاذ القرارات بناءً على الوضع الحالي للوكيل والمعلومات التي يتم إرسالها بواسطة مستوى المحادثة. يتم تمثيله في الوكيل الفاعل بالوحدات التالية:

✓ - وحدة الجدولة

- وحدة التفاوض

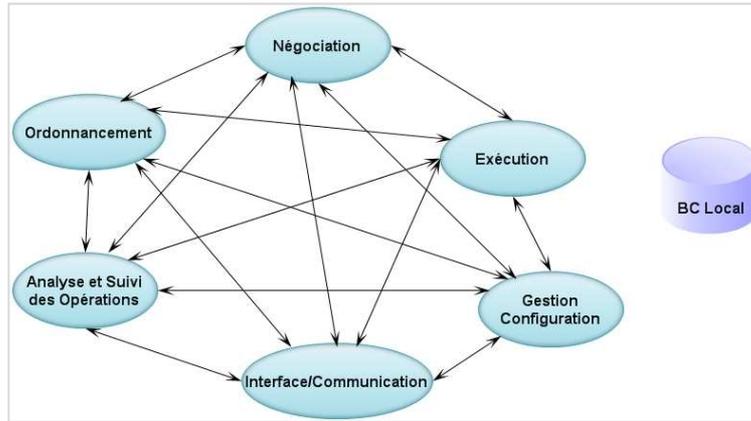
- وحدة التنفيذ

- وحدة الرصد والتحليل

- وحدة الإعدادات

- وحدة الواجهة والاتصالات

يتمتع هذا المستوى بقدرات صنع القرار لإدارة المورد الذي يتحكم فيه، وحل مشكلة المخاطر والطوارئ وأيضا الاستجابة لطلبات الوكلاء الآخرين



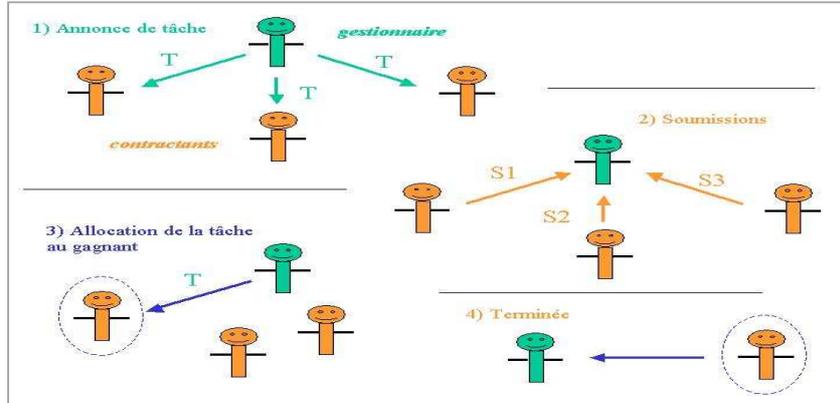
الشكل 7 : مستوى ردة الفعل

3.1.1.3 نموذج التعاون

نظرا إلى الأنواع المختلفة من القيود المفروضة على العمليات التي تشكل مهمة الإنتاج داخل الخلية مرنة فإن نموذج التفاعل والتجاذب داخل البنية يعتمد تنسيق الأعمال والإجراءات عن طريق تبادل المعرفة والتفاوض الذي يفضي إلى تبادل وتوزيع المهام.

فأما التعاون من خلال تبادل المهام فإنه يتم توزيعها على أساس شبكة التعاقد (Contract Net) الذي يمثل ديناميكية كبيرة في إسناد المهام بسبب الاهتمام الذي يكمن في التماثل الحاصل في المواقف التي بين المديرين والمتعاقدين ومع ذلك، فإن هذا النموذج لديه سلبية، تكمن في العدد الكبير من الرسائل المرسلة.

يعتمد هذا البروتوكول على استعارة تنظيمية: يقوم الوكلاء بتنسيق أنشطتهم من خلال إبرام عقود من أجل تحقيق أهداف محددة (الشكل 8).



الشكل 8 : خطوات بروتوكول شبكة التعاقد

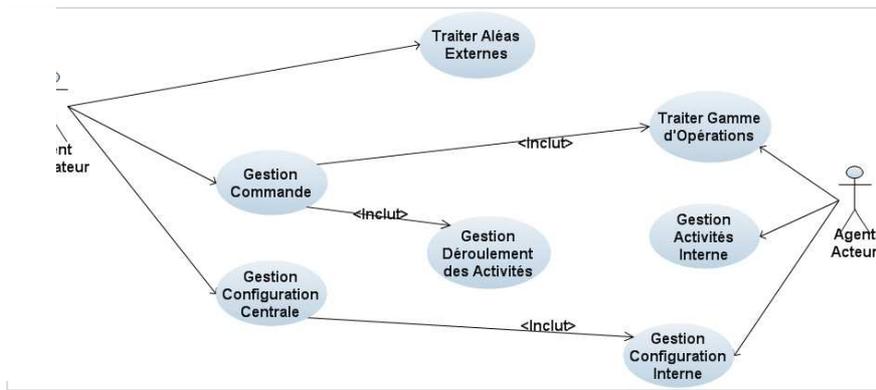
يقوم الوكيل (المدير) الذي يتعين عليه القيام بمهمة ما بالإعلان عنها على شبكة من الوكلاء (الفاعلين) الذين لديهم الموارد المناسبة والخبرات اللازمة فيقومون بعملية إرسال العروض التي تنطوي على قدراتهم على أداء المهمة، إلى المدير. في حالات استثنائية، يمكن للمدير إلغاء العقد وذلك عن طريق إعلان يرسله للمتعاقد بأن عليه التخلي عن تنفيذ المهمة. بالنسبة للتعاون من خلال المعرفة، فإن هذا النهج، يركز على تبادل المعلومات بين الوكلاء، تسمح لكل وكيل بتحديث نموذجها الخاص بالآخرين وبالبيئة، مما يؤدي إلى تحسين تفكيره حول العمليات المستقبلية.

2.3 النهج المقترح لمعالجة مشكلة الجدولة المنسقة

كما ذكرنا أعلاه، فإن عملنا يهدف إلى إيجاد طرق لتوزيع العمليات التي ينبغي إنجازها من أجل الحصول على المنتج في ظل وجود المخاطر وحدوث طوارئ. للقيام بذلك، اخترنا نهجاً يتناسب مع افتراضات حددناها ومع ذلك يمكننا اختيار طرق أخرى ربما تكون الأفضل وأكثر توافقية مع إطار الإنتاج.

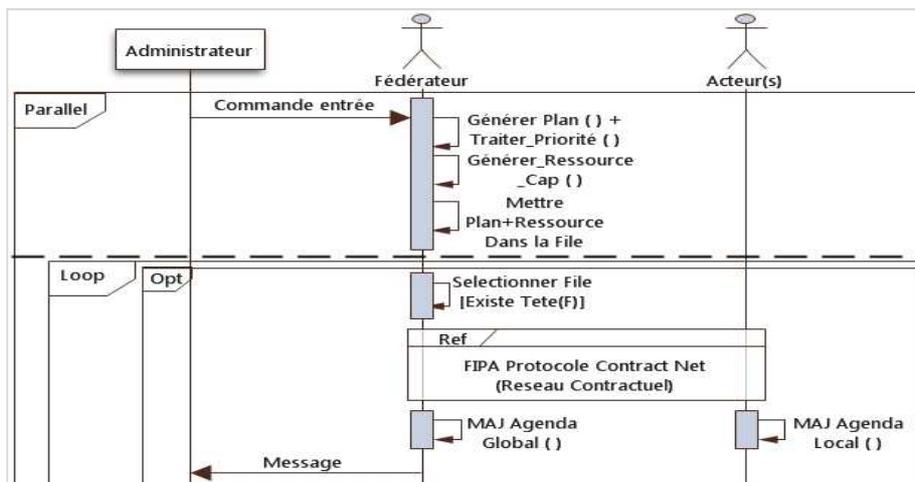
3. 1.2 عرض الطريقة عندما يصدر المسؤول أمراً يخص طلباً معيناً، يقوم الوكيل الاتحادي بإنشاء خطة التنفيذ الخاصة بهذا الطلب أي نطاق الإنتاج الذي يتوافق مع المنتج المرغوب ويستمر من خلال إيجاد الوكلاء القادرين على تنفيذ آخر عملية من نطاق العمليات المكوّن. في هذه المرحلة، يبدأ الوكيل الاتحادي بإعمال شبكة التعاقد لتخصيص المهام للموارد. يمكن للوكلاء المعنيين إما رفض التعاون أو تقديم عرض بمجرد حصولهم هم أيضاً على عروض تخص العمليات التي تسبق العملية الأخيرة، ولكي يتم القيام بذلك يقوم كل وكيل بإزالة آخر عملية من النطاق وإقامة شبكة تعاقدية على البقية، وهلم جرا، حتى لا يبقى شيء من النطاق. في هذه اللحظة، يقدم الوكيل الفاعل اقتراحاً بإنجاز العملية التي طلبت من أحدهم. بمجرد أن يتلقى الوكيل الاتحادي المقترحات من الوكلاء الفاعلين الذين تعاقد معهم، يقوم بتجميعها وإسناد المهمة إلى

الوكيل الذي قدم أفضل اقتراح، بناءً على أقصر وقت يستغرقه في إنجاز العملية. في هذه المرحلة، يبرم عقدًا مع الوكيل المختار، في حالة قيام الوكيل الفاعل بتأكيد هذا العقد، يقوم الوكيل الاتحادي بتحديث قاعدة بياناته عن طريق إدخال كل عملية تشغيل مع منجزها، وكذلك تاريخ البدء فيها وتاريخ الانتهاء منها، وكذلك الوكلاء الفاعلين المشاركين يفعلون هذا أيضا. وهذه هي الطريقة التي تعتمد لكل أوامر الطلبات الأخرى. يقوم الوكيل الاتحادي بإيقاظ كل عملية أولى للمهمة لما يحين وقت بدئها. لقد وقع اختيارنا على لغة النمذجة بتطبيقه على المنصة البرمجية JADE (Java AgentDevelopment). الشكل 9 يوضح الوظائف المختلفة للنظام، كل وظيفة تخضع لأكثر من سيناريو واحد حسب وضعيات الوكلاء الفاعلين المعنيين.



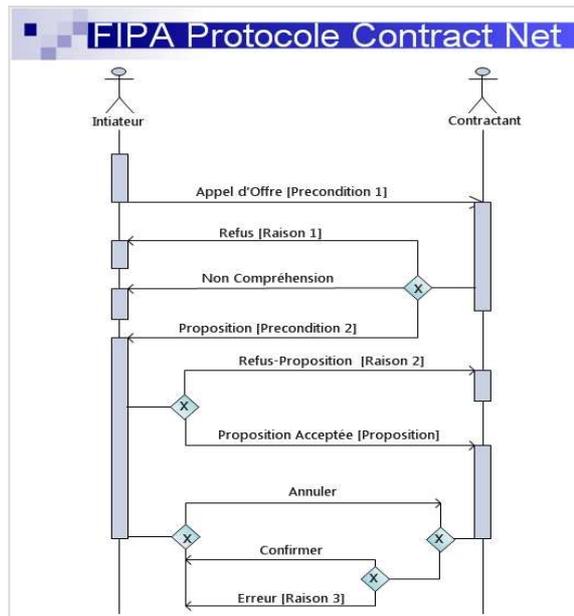
الشكل 9: مخطط حالات الاستخدام

الشكل 10 يوضح مخطط حالة الاستخدام المتعلقة بإدارة الطلب: وصول أمر الطلب، إنشاء خطة التنفيذ الخاصة به، والوكلاء الفاعلين القادرين على إنجاز آخر عملية من الخطة، شبكة التعاقد التي تم تنفيذها وأخيراً تحديثات قواعد المعرفة.



الشكل 10: مخطط التسلسل لحالة الاستخدام لإدارة الطلب

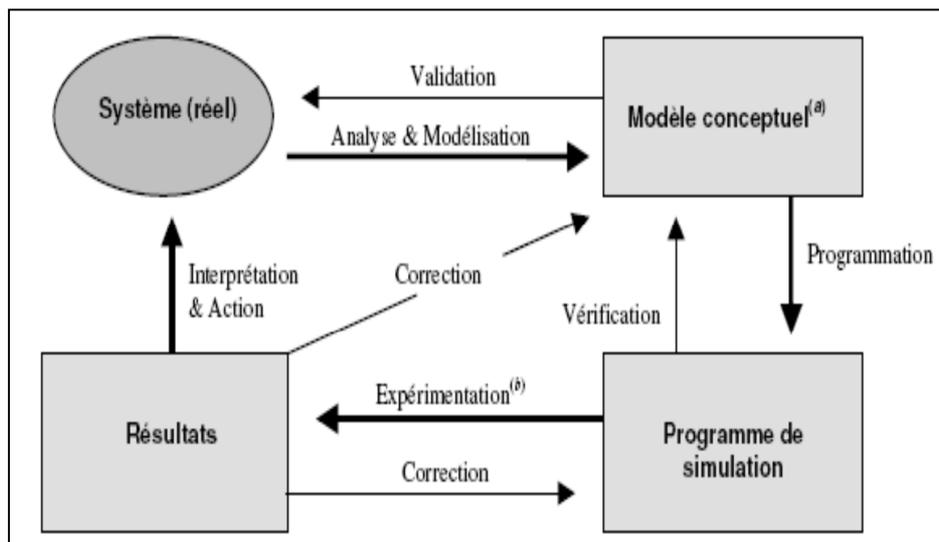
أما الشّكل 11 فيظهر مخطّط تسلسل شبكة التّعاقد حيث يوجّه البادئ دعوة مناقصة يحقّ للمتعاقد رفضها أو قبولها بتقديم اقتراح معروض فيقرّر بعدها البادئ قبول أو رفض الاقتراح الصّادر، وفي الثّمّاية قد يقرّر المتعاقد التّوقيع أو عدمه، والثّيء نفسه يحصل بالنّسبة للبادئ.



الشّكل 11: مخطّط تسلسل شبكة التّعاقد

2.2.3 المنهجية المعتمدة لتنفيذ نهج الجدولة

الشّكل 12 يظهر طريقة محاكاة نظام خلية الإنتاج والتّركيب المرنة باستعمال منصّة JADE



الشّكل 12: منهجية المحاكاة

قبل التّطرق إلى عرض بعض سيناريوهات العمل ينبغي أن نشير إلى أنّ هناك نوعين من السلوكيات: سلوك داخلي للوكيل، سلوك شامل بين الوكلاء.

في ما يخصّ السلوك الداخلي، يقوم الوكيل بشكل فرديّ بإطلاق سلسلة من الأنشطة من أجل تحقيق هدفه. عندما يقع حدث ما، فإنّه ينشط الوحدات المعنيّة بالمهمّة المراد تنفيذها. لاحظنا من خلال تنفيذنا لهذا النّظام، العدد الكبير من السلوكيات التي يمكن أن تحدث، على سبيل المثال: مثال إطلاق أمر طلب جديد، فبمجرّد أن يتلقّى الوكيل الاتّحاديّ الأمر، يبدأ بإرسال أمر الطّلب إلى وحدة التّخطيط، والتي بعدما تنتهي من إنشاء خطّة التّصنيع (نطاق العمليّات)، فإنّها ترسلها مباشرة إلى وحدة إدارة وإطلاق المهامّ، هذه الأخيرة تقوم بإدراج قائمة تضمّ جميع الوكلاء الفاعلين القادرين على تحقيق عمليّة من عمليّات النّطاق. (العمليّة الأخيرة). بعد ذلك، يتمّ إرسال الكلّ إلى وحدة الواجهة والاتّصالات، التي، وبعد فراغها من إنشاء رسالة إعلان عن مناقصات، تضعها في قائمة الانتظار المخصّصة للرّسائل التي تنتظر تنفيذ المناقصات.

أمّا بالنّسبة للسلوك الشّامل، فإنّ الوكلاء يقومون بتبادل الرّسائل أو الخدمات من أجل تحقيق هدف الخلية الشّامل. لقد قمنا باختيار مفهوم توزيع المهامّ بين الوكلاء من أجل تحسين الأداء ومحاولة، قدر الإمكان القضاء على خطر فقدان السيطرة على نظام التّحكّم والقيادة. على سبيل المثال: دعوة المناقصات حيث يقوم الوكيل الاتّحاديّ، من خلال وحدة إدارة وإطلاق المهامّ (المسؤولة عن إدارة قائمة الانتظار) بإطلاق شعار المناقص، يتلقّى كلّ وكيل فاعل الاقتراح من خلال وحدة الجدولة وإذا كان حجم النّطاق أكبر من "1" فسيؤدّي بدوره إلى دعوة مناقصات إلى الوكلاء الآخرين، وبعد إدخال جميع المقترحات، يرسل العقد إلى الوكيل الفاعل المختار. يلاحظ أنّ سلوكا شموليّا ما، ينشأ من تفاعل مختلف الوكلاء من خلال تبادل الرّسائل والخدمات وذلك من أجل الوصول إلى هدف مشترك؛ يتمثّل في تحقيق جدولة نطاق العمليّات.

الحالة التي اعتمدها في تطبيقنا هي متجر الوظائف (Job-shop) الذي يتألّف من خمس آلات، كلّ منها يمكنها القيام بالعديد من العمليّات. وقت التّشغيل للعمليّة يحسب بوحدة الزمن، هو الوقت اللازم

لإجراء العمليّة على الجهاز. وسائل الإنتاج موضّحة في الجدول التّالي: (الشكل 13)

| المورد | العمليّة | مدّة الإنجاز |
|---------|----------|--------------|
| RMMOB | خذ | 4 |
| Manipul | أمسك | 3 |
| MACH | انقل | 4 |
| TAPR | حرك | 6 |
| Table | احسب | 5 |

الشكل 13: موارد المعالجة

لقد كان اهتمامنا منصبا حول إستراتيجية الإنتاج المتعدّد، حيث سيكون لكلّ منتج نطاق التصنيع الخاصّ به ويسمح نظامنا بدعم العديد من المنتجات بالتوازي مع الموارد المختلفة.

1.2.2.3 عرض سيناريو وسلوك النظام

في ما يلي سيكون لدينا دراسة سلوك النظام الذي ينفذ أربعة أوامر في المجموع، وهذا الأخير لديه الخصائص التالية:

| ال | المهمّة | نطاق العمليّات | الكميّة |
|----|--------------------------|------------------|---------|
| A | المهمّة 1 (سيناريو 1 و2) | خذ، حرك، أمسك | 2 |
| B | المهمّة 2 (سيناريو 1 و2) | احسب، حرك، انقل | 1 |
| C | المهمّة 3 (سيناريو 1 و2) | أمسك، انقل، احسب | 2 |
| D | المهمّة 4 (سيناريو 1 و2) | أمسك، احسب، خذ | 1 |
| E | المهمّة 4 (سيناريو 3) | أمسك، انقل، احسب | 2 |
| F | المهمّة 3 (سيناريو 3) | أمسك، احسب، خذ | 2 |

الشكل 14 : جدول المهام

وفي ما يلي سندرس السيناريو 2 على سبيل المثال ثمّ نقوم بتحليل نتائجه. يتشكّل هذا السيناريو من أربعة أوامر A و B و C و D الموضّحة أعلاه بفاصل زمنيّ صغير للغاية، أي أنّ النظام سيعالج الأوامر واحداً تلو الآخر بعد ترتيب وصولهم، مع العلم أنّه في هذه الحالة، تكون الأوامر A و B و D أكثر أهميّة من الأمر C.

2.2.2.3 نتيجة المحاكاة وفقاً للنهج المعتمد



الشكل 15: محاكاة السيناريو 2

الجدول الذي يوضّح جدولة المهام هو كما يلي:

| IDF_Tache | IDF_Ressource | IDF_Op | Debut_Exec | Fin_Exec | N_iteration |
|-----------|---------------|--------|------------|----------|-------------|
| Tache_1 | RMMOB | خذ | 13H00 | 13H04 | 1 |
| Tache_2 | Table | احسب | 13H00 | 13H05 | |
| Tache_4 | Manipul | امسك | 13H00 | 13H03 | |
| Tache_1 | Manipul | امسك | 13H04 | 13H08 | 2 |
| Tache_1 | TAPR | حرك | 13H04 | 13H10 | 1 |
| Tache_3 | TAPR | حرك | 13H03 | 13H06 | 1 |
| Tache_3 | MACH | انقل | 13H06 | 13H10 | 1 |
| Tache_3 | MACH | انقل | 13H06 | 13H09 | 2 |
| Tache_4 | Table | احسب | 13H05 | 13H10 | |
| Tache_3 | Manipul | امسك | 13H10 | 13H15 | 1 |
| Tache_3 | RMMOB | خذ | 13H15 | 13H20 | 2 |
| Tache_2 | RMMOB | خذ | 13H10 | 13H16 | |
| Tache_1 | TAPR | حرك | 13H16 | 13H22 | 2 |
| Tache_1 | Manipul | أمسك | 13H22 | 13H25 | 2 |
| Tache_1 | Manipul | أمسك | 13H10 | 13H13 | 1 |
| Tache_2 | MACH | انقل | 13H16 | 13H20 | |
| Tache_4 | RMMOB | خذ | 13H10 | 13H14 | |
| Tache_3 | MACH | انقل | 13H06 | 13H10 | 2 |

الشكل 16: محاكاة السيناريو 2

في الفقرة التالية سنقدّم تحليلاً وتقييماً للأداء بناءً على السيناريوهات المطبّقة.

4. المناقشة Discussion

1.4 تحليل السيناريو 2

يوضّح السيناريو 2 سلوك النظام في حالة إعطاء أولوية جديدة للطلب الجديد أكثر من سابقه، كما هو موضّح في المثال أعلاه الذي يصف السيناريو. يتمّ تنفيذ الأمر D المهمة 4 في المثال قبل الأمر C لأنّه بالفعل أقلّ أولوية من الأمر D، ما حدث في الواقع هو أنّ الأوامر الثلاثة الأولى تمّت جدولتها، عند وصول الأمر الرابع، وإذا نظرنا في جدول الأعمال، لمعرفة ما إذا كانت هناك أوامر أقلّ أولوية ولم تبدأ عمليّاتها كما هو الحال بالنسبة للأمر C، لذلك تمّ حذفها من جدول العمليّات من أجل جدولة الأمر D قبلها للطلب، قبل الأمر وهذا ما يدلّ على الأخذ بعين الاعتبار الأجل النهائيّة.

2.4. تحليل الأداء

وفقاً للسيناريوهات التي تمت دراستها ما ذكرنا منها وما لم نذكر، يمكن أن نستنتج الأمور التالية:

- سلوك النظام مقنع تماماً عند وصول الطلب عبر الخط لأنه تمت جدولة الطلب الجديد دون تضييع للوقت، ونلاحظ أن النهج المتبع يحرص على تقليل المدة الزمنية الكلية لتنفيذ المهمة.

- في ما يتعلق بالطوارئ المتعلقة بتغيير يحصل في الكمية أو نطاق العمليات، يتصرف النظام بطريقة مرضية للغاية أو حتى مثالية، ولكن لم يتم دراسة السيناريوهات المتعلقة بالطوارئ والمتغيرات التي تحدث خارجياً.

- في حالة طارئ "الطلب العاجل"، يختار النظام السلوك بطريقة تتم إزالة جميع العمليات التي قد تتداخل مع الأمر العاجل، ما لم تكن العملية قيد التنفيذ لأنه في الواقع، لا يمكننا قطع تنفيذ العملية، لكن تجدر الإشارة إلى أن النهج المتبع يعتمد على جدولة المهمة بأكملها قبل البدء في تنفيذ عملياتها وإذا واجهنا في أي لحظة طارئة، سيكون لدينا الكثير من المهام التي يجب إعادة جدولتها.

- احترام الأجل النهائية لإنجاز المهام يظل أمراً معقداً؛ لأنه وبكل بساطة مسألة مراعاة زمن النهايات يبقى مشكلة من نوع NP COMPLETE الذي لا يمكن ضمان حله بالشكل الأمثل، عن طريق خوارزمية بسيطة. بالرغم من أن معيار احترام المواعيد النهائية، لم يكن جيداً، فيمكن القول إن نظامنا يتصرف بطريقة مرضية، إذا تحدثنا عن سياق عمل محدد جيداً؛ حيث يتم على سبيل المثال حساب الوقت بواسطة العنصر البشري (مع الأخذ في الاعتبار حالة الخلية) الذي يقدمه للعميل، يمكن لهذا الأخير قبول هذا الأجل أو رفضه، وفي هذه الحالة لن يكون للنظام قيود ضيقة جداً من ناحية الوقت، وهذا يتناسب جيداً مع نظامنا.

إن أي تطوير للبرنامج المناسب لطبيعة المشكلة ولنظام التحكم والقيادة الذي نريده هو مهمة معقدة

وعملية التنفيذ طويلة وشاقة. من ناحية أخرى، يمتدع النظام بمرونة كبيرة، مكنتنا من دراسة سلوك النظام. لقد قمنا بدراسة وتقييم نهج واحد لإدارة خلايا الإنتاج المرنة، وتميل النتائج التي تم الحصول عليها لإثبات صحة الهيكلية والمنهجية المنقذة، ومع ذلك لم نتمكن من القيام بمزيد من السيناريوهات. لقد وجدنا أن تصميم مثل هذه الأنظمة هو مهمة صعبة، وأن تنفيذها، على الرغم من أنها تبدو سهلة، في الواقع معقدة للغاية بالنظر إلى تحلل البرنامج إلى وحدات (سلوكيات في منصة JADE ليست سوى برامج خيطية. تعمل بشكل متوازٍ) وهذا يؤدي إلى ضرورة حل المشاكل المزامنة، وبالفعل كانت تلك هي الصعوبة الرئيسية التي واجهناها أثناء تنفيذ نهجنا. ومع ذلك، فقد وجدنا أن البرمجة الموجهة نحو العملاء هي طريقة برمجة مناسبة، وبالخصوص، إذا كان الأمر يتعلق بنمذجة أنظمة تحكم وقيادة خلايا الإنتاج المرنة، داخل ورشات الإنتاج؛ لأننا أدركنا أن JADE يدعم الكثير من الجوانب التفصيلية للبرمجة (التواصل بين الوكلاء على سبيل المثال). من خلال هذا الفصل، حاولنا شرح تنفيذ المحاكاة والتحقق من صحة النهج المتبع من خلال دراسة

بعض السيناريوهات، التي لا تزال غير كافية؛ لأنه سيكون من الضروري دراسة المزيد من الحالات لتحليل أداء النظام بشكل أفضل.

الخلاصة Conclusion

يعدّ تنفيذ نظام إدارة خلية إنتاج مرنة، عملية معقدة؛ لأن تدفق الإنتاج يتغير باستمرار، كبروز طلب عاجل بشكل غير متوقع، بالإضافة إلى أنّ هذه الأنظمة تتميز بعدم الاستقرار في مواجهة حالات الطوارئ. في هذا البحث قمنا بعرض بنية التحكم والقيادة لخلية إنتاج وتركيب مرنة تعتمد على نظام متعدد الوكلاء والسلوك والمستويات؛ من أجل تطبيق مسودة جدولة تفاعلية، تستند أساسًا على أوقات الخمول القابلة للاستخدام. بالإضافة إلى ذلك، من أجل احترام الأجل النهائية، قدّمنا خوارزمية بسيطة تتيح في حالة وصول طلب جديد، حسب أولوية هذا الأمر؛ لكي يتم تنفيذ إعادة جدولة جميع الأوامر ذات الأولوية المنخفضة. لتنفيذ مقاربتنا أو نهجنا في جدولة العمليات، اعتمدنا على نموذج من التعاون بين الوكلاء استنادًا إلى شبكة التعاقد، مما يتيح مرونة معينة في نظام التحكم.

من جهة أخرى، نريد أن نؤكد على أنّنا فضلنا تصميم منصة لمحاكاة نظام التحكم والقيادة للخلية المرنة التي تتيح التكيّف مع سياقات الإنتاج المتنوعة، حتّى وإن كانت المقاربة التي اقترحناها لحل مشكلة الجدولة في حالة حدوث الطوارئ، كانت أقل شمولية؛ لأن المسألة تتطلب إنجاز وظيفتين في وقت واحد الجدولة مع عدم تجاوز الأجل والمواعيد النهائية للمهام.

هذا العمل يفتح آفاق العمل المستقبليّ لتحسين المقاربة المقترحة لتكون أكثر شمولية، واقتراح أساليب جديدة أكثر ملائمة لإدارة الطوارئ الداخليّة والخارجيّة من خلال عملية جدولة قوية وذكية تقوم أساسًا على استقلالية أفضل في صنع القرار الذي يتطلب تحسين الجزء المعرفي للوكلاء. علاوة على ذلك، يمكن مستقبلًا تنفيذ عملية تقييم أداء متانة هذا النوع من الأنظمة. هذا الأخير يجعل من الممكن اختبار السلوك الكليّ لنظام الإنتاج من خلال الأرقام، عبر دراسة العديد من السيناريوهات ومحاولة دراسة الإحصائيات. ولكي يكون التقييم موضوعيًا، ينبغي تنفيذ بنية النظام على خلية إنتاج حقيقية عبر التحكم والقيادة للخلية من خلال نظام المحاكاة المقترح.

6. المراجع: References

1. Abrudan I, 1996. Système flexible de fabrication – concepts de projecture si management, Ed. Dacia, Cluj-Napoca.
2. Adamou M, 1997. Contribution à la modélisation en vue de la conduite des systèmes flexibles d'assemblage à l'aide des réseaux de Pétri orientés objet. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté.
3. Y. Demazeau et A. R. Costa, 1996. Populations and organisations in open multi-agent systems". In 1st Symposium on Parallel and Distributed AI, Hyderabad, India.
4. J. Erceau, 1993. Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents - de la théorie aux applications. 23ème Ecole Internationale d'Informatique de l'AFCET, Neuchâtel.
5. J.Ferber, 1995. Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective, InterEditions, ISBN : 2-72-96-0572-X.
6. J. Ferber, 1999. Multi-Agent Systems - An introduction to distributed artificial intelligence. Addison- Wesley, ISBN 0-201-36048-9.
7. M. Messaadia, A.E.K. Sahraoui, 2007 .PLM as linkage process in a systems engineering framework. International Journal of Product Development, Vol.4, N°3/4.
8. Nouredine. Seddari, 2015 . Outils formels et opérationnels pour la modélisation et la simulation des systèmes complexes. Thèse de Doctorat de 3° cycle (LMD) de l'Université de Skikda, Algérie. Juin.
9. Stéphane Julia, 1997. Conception et pilotage de cellules flexibles à fonctionnement répétitif modélisées par Réseaux de Petri. Thèse doctoral de l'université Paul Sabatier de Toulouse.
10. J.Y. Tigli, , 1996. Vers une architecture de contrôle pour Robot Mobile orientée Comportement, SMACH. Thèse de doctorat de l'université de Nice-Sophia Antipolis, France.
11. Toukal Zakaria, 2000. Contrôle/Commande distribué d'une organisation d'agents robots. Thèse de Doctorat de l'université Paris XII, spécialité robotique.
12. [http://www.incose.org/practice/fellowsconsensus.aspx\(ChapIV\)](http://www.incose.org/practice/fellowsconsensus.aspx(ChapIV))

دراسة حول الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للزيوت الأساسية لليمون الهندي (*Citrus maxima* L.)

محمد محديد^{1*}، أرشيش ماريّة²، فرحات أمين¹
لعماري ليندة¹ و باديس عبد المالك².

تاريخ القبول 06 ديسمبر 2019

تاريخ الإرسال 19 أكتوبر 2019

- 1- مخبر الإثنية النباتية والمواد الطبيعية، قسم العلوم الطبيعية، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.
- 2- قسم هندسة الطرائق، فريق التحكم الصناعي والتكنولوجيا، جامعة سعد دحلب، البليدة.

الملخص Abstract :

تملك الزيوت الأساسية نشاطا ضدّ قسم من الميكروبات الهامة، يمكنها أن تعوّض بنجاح المضادات الحيوية التي أثبتت عدم فعاليتها ضدّ البكتريا المقاومة لها، لذلك قمنا باستخلاص الزيت الأساسي لقشور ثمرة الليمون الهندي الطازجة *Citrus maxima* L. بواسطة التقطير المائي، فأعطى مردودا قارب 1.58%. بين التحليل الكيميائي الفيزيائي للزيت الأساسي مطابقته للمعايير الدولية AFNOR. كما بين التحليل بواسطة كروماتوغرافيا الطور الغازي المقترن بمطيافية الكتلة، هيمنة مركب الليمونين بنسبة 86.42% مع قليل من البيتا ميرسين وألفا بينين ب 3.65 و 1.35% على الترتيب. بالرغم من الفعالية الضعيفة المضادة للأكسدة للزيت بطريقتي DPPH و beta-carotène. فإن الفعالية المضادة للبكتريا أعطت قدرة تثبيطية مهمة خاصة بكتيريا (*Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)، و بنفس الأهمية للفطريات خاصة فطر *Aspergillus flavus*.

الكلمات المفتاحية: الليمون هندي، الزيوت الأساسية، نشاط مضادّ للأكسدة، نشاط مضادّ للبكتيري

Title : Study on the physical, chemical and biological properties of the essential oils of lemon (*Citrus maxima* L.)

*المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر/fr@yahoo/mahdid_m.Email

Abstract: Essential oils have an activity against a section of important microbes that can successfully compensate antibiotics, that have proven ineffective against their resistance to bacteria. So, we extracted the Essential oil of the fresh pomelo fruit peel citrus Maxima L. with hydro distillation, giving a yield of about 1.58%. The physico-chemical analysis of primary oil has shown that it meets the international standards of AFNOR. Analysis by GC-MS chromatography showed the dominance of the limonene compound by 86.42% with a few betamyrcene and alpha pinene of 3.65 and 1.35% respectively. Despite the low antioxidant efficiency of the DPPH and the beta Carotene method, the anti-bacterial efficiency has given important inhibition of the Staphylococcus aureus bacteria (ATCC 25923), and the same importance of fungi especially Aspergillus flavus.

Key words: pomelo, Essential oils, Antioxidant activity, Antibacterial activity.

المدخل Introduction:

الزيوت الأساسية أو المستخلصات العطرية من مختلف أجزاء النبات هي مزيج معقد من مواد الأيض الثانوي. غنية بالمشتقات التربينية، والعطرية المتمثلة في الفينولات والكحولات والكيوتونات والاسترات واللدّهيدات، وقليل من الأحماض العضوية. هي مركبات كارهة للماء متبخرة، يتم استخراجها بعدة طرق مناسبة؛ بغية تحليلها ودراسة خواصها المختلفة، مثل التقطير المائي، والتقطير بالبخار، والانتشار المائي والاستخلاص المتزامن للتقطير، وغيرها من الطرق. ومع ذلك، من المعروف أن المركبات المتطايرة حساسة للحرارة وعرضة للتفاعلات الكيميائية. إن فقدان بعض المكونات وتدهور بعض المركبات غير المشبعة عن طريق التأثير الحراري أو التحلل المائي، وكذلك وجود مخلفات متباينة في التركيز من المذيبات العضوية السامة الناتجة من تقنيات الاستخلاص هذه (Amarti et al 2010).

تكمّن أهمية الزيوت الأساسية في استخداماتها المتنوعة، نظرا لخصائصها الفيزيائية والكيميائية المتنوعة. تعتبر مادة أولية في الصناعة الغذائية كمنكهات ومضافات، وفي صناعة مستحضرات التجميل وكمواد صيدلانية في الطبّ البديل (Bruneton 1999). لا يخفى على أحد، التأثيرات غير المرغوبة التي تسببها المضادات الحيوية على صحة المريض المعالج، خاصة في تراكيزها العالية، وأيضا خاصية المقاومة التي تكتسبها مع الوقت، كما هو الحال عند بعض السلالات البكتيرية، إضافة إلى الأعراض الثانوية التي تسببها باقي الأدوية، لذا كان من اللازم، العودة إلى الطبّ البديل والعلاج بمواد طبيعية المصدر من مستخلصات نباتية، (Vijaylakshmi & Radha 2015).

معظم خصائص النباتات وخاصة النباتات الطبية ناتجة عن الزيوت الأساسية التي تنتجها عملية التمثيل الغذائي للأيض الثانوي، والتي تعتبر ذات ملامح تركيبية كيميائية مختلفة تسمح باستخدامها في كثير

من الوظائف. الليمون الهندي، اسمه العلمي *Citrus maxima* اسمه الشائع بالانكليزية pomelo، أو grapefruit chinese وبالفرنسية pamplemousse هي فاكهة حمضية، مستديرة كبيرة الحجم نسبياً صفراء القشرة تتميز بطعمها المرّ والحامض أحياناً. يقبل الناس في أنحاء كثيرة في العالم على تناولها في وجبة الصّباح مسكّرة، كفاكهة وفي السّلطات والمقيّات الجافة لمعادلة قلوية الزيوت، كما تعتبر من العصائر المفضّل شربها خاصّة وقت الحرّ، نظراً لطعمها الهجين بين الحلاوة والمرارة. لها فوائد بيولوجية وغذائية هامة. تعتبر هذه الفاكهة ذات فوائد صحيّة نظراً لغناها بفيتامين C الذي هو عبارة عن مساعد انزيمي مهمّ في أيض العديد من التفاعلات في جسم الإنسان، كما أنّ نقصه يمكن أن يؤدي إلى نزيف اللثة وتباطؤ شفاء الجروح. إضافة إلى خصائصه المطهّرة، المضادّة للاكتئاب وهشاشة العظام إضافة إلى إعطاء النّشاط والحيويّة في حالات الإرهاق والتّعب. كما تحتوي الفاكهة أيضاً على فيتامينات B1، B2 وB12، إضافة إلى البروتين والكالسيوم. يستخدم بكتين الثّمار في صناعة الهلام والحلويات ومراهم ضدّ الحروق الجلديّة وغيرها من الاستخدامات (Singh and Navneet 2017).

تستخدم بذور وثمار وأوراق نبات الليمون الهندي في الفليبين وجنوب شرق آسيا كعلاج للسعال والحمى واضطرابات المعدة. تعتبر الثّمار مسهّلة للهضم ومطهّرة ضدّ الجراثيم السّامة. يستعمل منقوع الأوراق والأزهار والقشور كمهدئ عصبيّ في حالة الصّرع والسعال الحادّ التشنجيّ. كما تستخدم عجينة البذور في علاج أمراض اللثة (Orwa et al 2009).

أظهر الاستعمال الشّعبيّ التقليديّ لكلّ من الأوراق والأزهار والثّمار والبذور وجود أنشطة كيميائية وبيولوجية هامة لنبات الليمون الهندي، ووجود خصائص مسكّنة ومضادّة للأورام والالتهابات ومحافظة للكبد ولها تأثير على نشاط الجهاز العصبيّ المركزيّ. يستعمل شراب قشرة ساق النّبات لمرض السّكريّ؛ نبات طبيّ عالي القيمة. حتّ وحرص العالمان Vijaylakshmi & Radha سنة 2015 على المزيد من الدّراسة عليه مستقبلاً، بتقييم المواد الأساسيّة المعزولة من النّبات بطريقة علميّة باستخدام نماذج حيوانية تجريبية وعلميّة وتجارب سريريّة لفهم آليّة العمل الجزيئية بدقّة.

الغرض من عملنا هذا هو استخلاص ووصف الخواصّ الفيزيائية والكيميائية للزيت الأساسي لنبات الليمون الهندي وتحديد تركيبه الكيميائيّ وتقييم قدرته البيولوجية. بتفصيل الجوانب المختلفة لنشاطها وفي النّهاية تقييم التّأثيرات المضادّة للأكسدة والجراثيم (بكتريا وفطريات) للزيت الأساسي لهذا النّبات. كما تمّت مناقشة كلّ هذه النّتائج مع استنتاج عامّ لها.

الأدوات والطّرائق Materials and methods

الليمون الهندي *Citrus maxima* من أشجار الحوامض أو الموالح، تتبّع رتبة الصّابونيدات Sapindales والفصيلة السّدايية Rutaceae، حيث تنتشر زراعتها في شمال الجزائر حيث مناخ البحر الأبيض المتوسط. تمّ حصاد الثّمار شهر مارس 2018 من مزرعة قريبة من مدينة بوفاريك جنوب الجزائر العاصمة.

تمّ وضع 100 غ من قشور ثمار الفاكهة الطّازجة المفتّحة مع 200 مل من الماء المقطر في بالون تسخين زجاجي لغرض التّقطير المائي لاستخلاص الزيت الأساسي عند 100°م لمدة حوالي 3 ساعات.

الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

تمثّلت في دراسة مردود الزيت في النّبات والمتمثلة في نسبة كتلة الزيت المستخلص مقارنة بكتلة المادّة النّباتيّة الجافّة.

قيس مؤشر الانكسار بجهاز قياس الانكسار من نوع Bellinghame، وتمّ تحديد الكثافة بواسطة قارورة بيكنومتر، أمّا مؤشّر الحموضة

تمّ وضع 1 غ من الزيت في دورق ارلن، وإضافة 5 مل من الإيثانول وقطرتين من الفينولفثالين. تمّت معايرة الخليط بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم الإيثانولي (0.1N) إلى غايّة ظهور اللون الوردّي.

حسب مؤشّر الحموضة حسب المعادلة التّاليّة:

$$IA = \frac{N \ 56.1 \ V}{m}$$

حيث IA مؤشّر الحموضة، N = نظاميّة KOH، V = حجم KOH المستهلك، 56.1 = الوزن الجزيئيّ لKOH. أمّا m فهو وزن الزيت المأخوذ(غ).

في حين تمّ قياس الأس الهيدروجيني بأشرطة pH.

-دراسة النّشاط المضاد للأكسدة بتثبيط الجذر الحرّ DPPH

تمّ الاعتماد على طريقة (Blois,1958) من أجل دراسة تثبيط الجذر الحرّ DPPH حيث يتمثّل أساس التّجربة على قدرة بعض المركّبات المضادّة للأكسدة على تحرير الهيدروجين الذي يعمل على إرجاع الجذر الحرّ DPPH إلى جذر غير حرّ، فيتغيّر لونه البنفسجيّ إلى اللون الأصفر. عملياً تمّ وضع 1 مل من المستخلص النّباتيّ الزيتيّ بتركيز مختلفة (10، 20، 30، 40، 50 ميكروغرام/مل ميثانول) في أنابيب اختبار مع إضافة 1 مل من المحلول الميثانوليّ لـ DPPH. حضر محلول تصفير الجهاز (blanc) بنفس التّراكيز السّابقة للمستخلص الميثانوليّ في كلّ مرّة مع تعويض حجم الـ DPPH بالميثانول. أخلط المزيج جيّداً في جهاز الرّجّ الكهربائيّ، بعد ذلك ترك لمدة 30 دقيقة في الظلام وفي درجة حرارة المخبر. بعد مرور هذه المدّة، قيست الكثافة الضوئيّة باستعمال طول الموجة 517 نانومتر، حيث تمّ إنجاز التّجربة بثلاثة تكرارات. تمّ تحضير مركّب Trolox كشاهد إيجابيّ بالموازاة مع ظروف قياس العينات.

-الاختبار النوعي للبيتا كاروتين

تمّ هذا الاختبار وفق طريقة (Tepe et al 2006) التي تعتمد على قدرة أيّ مركّب على محو التّلون (الأكسدة) لمحلول البيتا كاروتين في نظام مستحب اللينولييك. يحتوي الخليط 0.5 ميكروغرام من بيتا

كاروتين / 1 مل من الكلوروفورم و 25 ميكرو لتر من حمض اللينولييك و 200 مغ من التوين 40. أضيفت 400 مل من الماء مباشرة للخليط بعد تبخير الكلوروفورم مع الرجّ الشديد. تمزج 5 مل من المستحلب مع 0.2 مل من العينة أو مضاد الأكسدة (BHT) Butyl Hydroxy Toluène و (Vit) الفيتامين كشاوهد في أنابيب اختبار، ثم قيست مباشرة الكثافة الضوئية عند 490 نانومتر بالنسبة للشاهد والعينة خلال كل 30 د إلى غاية زوال اللون.

تمّ قياس وحساب النشاط المضادّ للأكسدة للزيت الأساسي حسب المعادلة التالية:

$$\text{النشاط المضادّ للأكسدة: } (R_s - R_c) / R_{cx} \cdot 100$$

حيث R_c و R_s = معدّل تبيض الكاروتين لكلّ من الشاهد والعينة على الترتيب (Al-Saikhan et al 1995).
- النشاط المضاد للميكروبات:

تمّ تقييم نشاط مادة الزيت الأساسي لنبات الليمون الهندي بنمطين من الدراسة هما الدراسة النوعية والتي تمثلت في اختبار حساسية البكتيريا للمادة المضادة مثل طريقة الأقراص، والدراسة الكمية والتي تمثلت في تقدير التركيز الأدنى المثبط (Belaiche, 1979).

الأروماتوغرام أو قابلية تأثير الزيت أو العطر النباتي:

هي طريقة في المختبر لقياس القدرة المضادة للبكتيريا للزيوت الأساسية. تتلخص قدرتها في 3 أوجه:

- التأثير على الجدار البكتيري، ممّا تسبّب في زيادة نفاذيته وفقدان المكونات الأساسية.

- تحمّض داخل الخلية، ومنع إنتاج الطاقة الخلوية وتركيب المكونات الهيكلية.

- تدمير المادة الوراثية، ممّا يؤدي إلى موت البكتيريا.

السلالات الميكروبية المستعملة:

-البكتريا:

السلالات المستخدمة هي سلالات مرجعية على أساس ATCC (American Type Culture Collection)

جلبت من مختبر علم الأحياء الدقيقة، المدرسة العليا للأساتذة القبة الجزائر. التي تمّ تخزينها في 4 درجات مئوية في أنابيب الاختبار التي تحتوي على جيلوز مائل السطح.

بكتريا غرام سالب: *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606، *Citrobacter freundii* ATCC 8090،

Salmonella typhimurium ATCC 13311، *Escherichia coli* ATCC 25922، *Pseudomonas aeruginosa*

ATCC 27853، *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 و *Proteus mirabilis* ATCC 35659

بكتريا غرام موجب: *Listeria monocytogenes* ATCC 15313، *Enterococcus faecalis* ATCC 49452،

Bacillus cereus ATCC 10876 و *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

الفطريات:

خمائر *Candida albicans*، و *Aspergillus niger* و *Aspergillus flavus*.

تم تقدير النشاط المضاد للبكتريا من المستخلص الزيتي لنبات الليمون الهندي بنشر المستخلص في الأقراص بواقع 10 ميكرو لتر في كل قرص عن طريق الدراسة النوعية والتي تتمثل في اختبار حساسية البكتيريا للمادة المضادة أو المستخلص النباتي.

وسط الزراعة من نوع Muller-Hinton موزع في أطباق بتري، تمت عملية التلقيح عن طريق المسح على أطباق بتري، وتم غمس المسحة في نظام التعليق الجرثومي، ثم فركها بالضغط بشدة على الجدار الداخلي للأنبوب. وتم تخطيط المسحة على سطح أجار بأكمله، من أعلى إلى أسفل في خطوط ضيقة.

كزرت العملية مرتين عن طريق التدوير المربع بدرجة 60° في كل مرة. يتم الانتهاء من التلقيح عن طريق مسح آخر لمرة واحدة على سطح الأجار بأكمله. تم إعادة تحميل المسحة في كل مرة تزرع فيها العديد من أطباق بتري بنفس السلالة. وضعت الأقراص المشبعة بالمستخلص بلطف على سطح الأجار الملقح بالاستعانة بملقط معقم. وأخيرا، تم تحضين أطباق بيتري لمدة 18 إلى 24 ساعة عند 37°م. تم اختيار المضادات الحيوية حسب توصيات Rahal سنة 2005، تعتبر حساسية سلالة ما منعدمة إذا كان قطر التثبيط أقل أو يساوي 08 ملم، وتكون محدودة عندما يتراوح قطر التثبيط بين 08-14 ملم، بينما تكون متوسطة عند قطر تثبيط يتراوح بين 14-20 ملم، وتكون جد حساسة عندما يكون قطر التثبيط أكبر من 20 ملم (Duraffourd et al 1990).

-تحديد التركيز الأدنى المثبط CMI-

استخدمت طريقة التخفيف المضاعف انطلاقا من التركيز 50 ملغ/مل للمستخلص الزيتي لثمرة النبات *Citrus maxima* بحجم 5 ملل. بأخذ 2.5 مل من المستخلص السابق أضيف لها 2.5 مل من الوسط المغذي بعد مزج الخليط، تم أخذ 2.5 مل من الخليط ووضع في طبق بتري الأول والباقي خفف بالوسط المغذي بنفس الطريقة.

تكون حساسية الجرثوم منعدمة في حالة تركيز أدنى مثبط بين قطر أقل أو يساوي 8 مم. وتكون حساسية محدودة عند قطر ما بين 8 و 14 ملم، حساسية متوسطة في قطر بين 14 و 20 مم. وتكون حساسة للغاية بالنسبة لقطر أكبر من أو يساوي 20 مم.

-التحليل الكروماتوغرافي للطور الغازي (GC) والمقترنة مع المطيافية الكتلية (GC/MS)

تم الفصل الكيميائي لمكونات المستخلص الزيتي النباتي بواسطة جهاز الكروماتوغرافيا الغازية من نوع Hewlett Packard 6890 باستخدام عمود فصل شعري قطبي من نوع Stabilwax وبالاتزان مع جهاز مطياف الكتلة من نوع Hewlett Packard 5973A باستخدام عمود فصل شعري قطبي من نوع

StabilwaxHP5 MS وكلا التحليلين كانا وفق برامج محدد من حرارة الفرن، حرارة الحاقن، سرعة التدفق وطريقة الحقن.

النتائج Results:

- الخواص الفيزيائية والكيميائية:

بيّنت تحاليل الخواص الفيزيوكيميائية المتحصّل عليها بالطرق الخاصة بها والأنفة الذكري في المستخلص الزيتي النباتي أنّها مطابقة لمعايير AFNOR التابعة للجمعية الفرنسية للقياس، من حيث المردود ومؤشرا الانكسار والحموضة والكثافة النسبية و pH. حسب الجدول التالي:

الجدول 1: الخواص الفيزيوكيميائية للزيت الأساسي لقشور ثمرة الليمون الهندي

| الخواص | القيم التجريبية | القيم حسب معيار AFNOR |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| مؤشّر الانكسار | 1,4768 | $1,465 \leq n_D^{20} \leq 1,470$ |
| الكثافة النسبية عند 20° (غ/مل) | 0,91015 | 0,907 – 0,920 |
| مؤشّر الحموضة | 1,66 | 0.5 – 3.00 |
| pH | 5 | حمض ضعيف |
| المردود (%) | 1.58 | 0.5-2 |

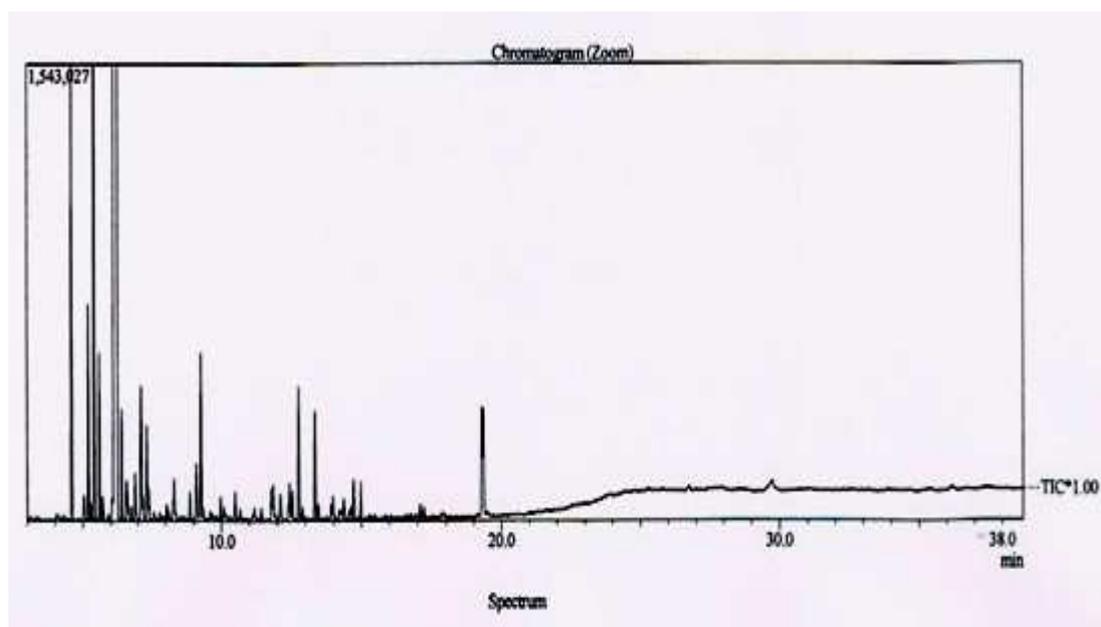
بيّنت نتائج الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة مع مطيافية الكتلة للزيت الأساسي لليمون الهندي هيمنة مركب الليمونين Limonène بنسبة 86.42% متبوع بخمسة مركبات وهي: البيتا ميرسين β -myrcene بنسبة 3.65%; ألفا بينين α -pinène بنسبة 1.35 % والصّابيانان Sabinène بنسبة 0.65 % والتيراديكانال tetradecanal بنسبة 0.63% و الديكانال decanal بنسبة 0.62%.

الجدول 2: تشكيلة المركبات المفصولة بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة مع المطيافية الكتلية-GC

MS

| RI apolaire | RI polaire | المركبات Composés | % |
|-------------|------------|-------------------|------|
| 4.600 | 4.655 | Pinene<alpha-> | 1,35 |
| 5.210 | 5.245 | Sabinene | 0,65 |
| 5.425 | 5.470 | beta-Myrcene | 3,65 |

| | | | |
|--------|--------|----------------------|-------|
| 5.605 | 5.645 | Octanal | 0,51 |
| 6.230 | 6.245 | Limonene | 86,42 |
| 6.420 | 6.465 | Ocimene<(E)-, beta-> | 0,33 |
| 6.590 | 6.635 | Terpineol<alpha-> | 0,21 |
| 7.130 | 7.155 | Tetradecanal | 0,63 |
| 7.345 | 7.380 | Linalool | 0,33 |
| 9.115 | 9.175 | Terpineol<alpha-> | 0,28 |
| 9.275 | 9.320 | DECANAL | 0,62 |
| 12.765 | 12.815 | Humulen-(v1) | 0,55 |
| 13.340 | 13.395 | Caryophyllene | 0,43 |
| 19.300 | 19.310 | Nootkatone | 0,5 |
| ----- | ----- | Others مركّبات أخرى | 2,5 |



الشكل 1: تركيب الزيت الأساسي لقشور ثمرة الليمون الهندي *Citrus maxima* عن طريق الكروماتوغرافيا الغازية باستعمال عمود فصل شعري قطبي من نوع Stabilwax المقترنة مع المطيافية الكتلية GC-MS باستعمال عمود شعري Hewlett Packard 5973A

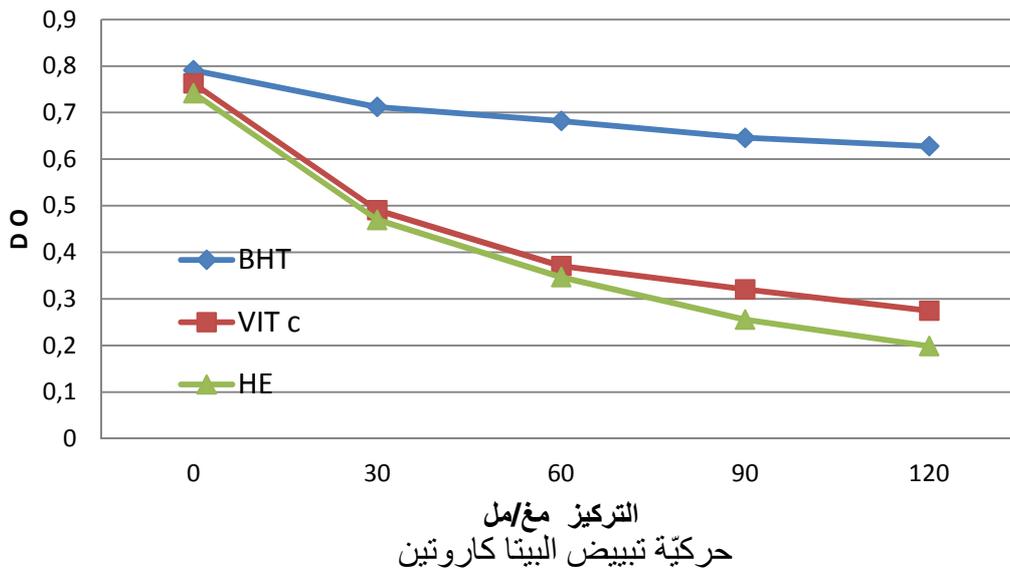
- النشاط المضاد للأكسدة بطريقتي DPPH والبيتاكاروتين

أثبتت النتائج المتحصّل عليها باستعمال طريقة الجذر الحرّ المستقر DPPH، عليها أنّ الزيت الأساسي عادة ما يكون قليل الفعالية المضادة للأكسدة لا يمتلك فعلاً مضاداً للأكسدة. فحسب النتائج لم تختزل الفعالية الاختزالية مع التركيز (الجدول 3)،

الجدول 3: تحليل النشاط المضاد للأكسدة للزيت الأساسي لنبات الليمون الهندي بطريقة DPPH

| 50 | 20 | 10 | 5 | 4 | 3 | 1 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0 | C (µg/ml) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|------|------------------------------------|
| 99,97 | 99,97 | 94,93 | 46,4 | 41,6 | 26,5 | 17,2 | 11,1 | 8,2 | 5,2 | 0 | تثبيت الجذر الحر الترولوكس % |
| 12,50 ±0.03 | 0,58 ±0.02 | 8,27 ±0.01 | 6,92 ±0.01 | 4,81 ±0.01 | 8,65 ±0.02 | 11,54 ±0.02 | 1,35 ±0.01 | 0,77 ±0.00 | 0,00 ±0.00 | 0,00 | تثبيت الجذر الحر التجربة % |

وبين اختبار محو التلون بطريقة البيتا كاروتين عدم زوال لون الزيت الأساسي مقارنة بـ BHT و VIT. بالتالي كانت النتيجة سلبية.

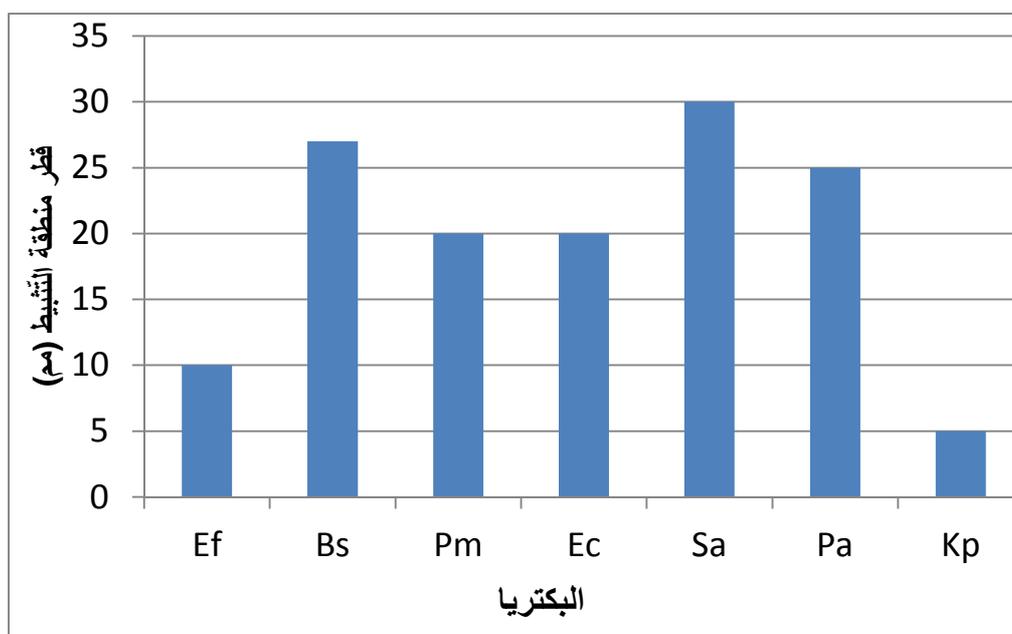


الشكل 2: حركة تثبيت ابيضاض البيتاكاروتين

بواسطة مستخلص الزيت الأساسي لثمرة الليمون الهندي والشاهد الإيجابي لـ BH

النشاط المضاد للميكروبات:

نتائج قياس مناطق تثبيط الزيوت الأساسية لنبات الليمون الهندي ضد البكتيريا والفطريات
يوضح الشكل التالي القوة المثبطة لزيوت الليمون الهندي ضد السلالات البكتيرية العشرة التي تم
اختبارها:



الشكل 3: تأثير الزيت الأساسي والنشاط المضاد لسلالات بكتيرية

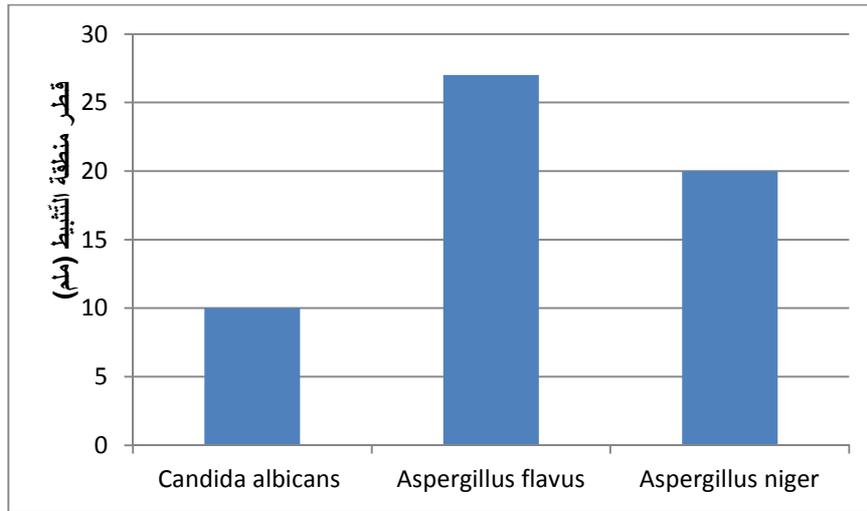
عن طريق قطر التثبيط لثمرة نبات الليمون الهندي *Citrus maxima*

الزيت الأساسي لثمرة النبات، كان له تأثير بالخصوص على 3 سلالات بكتيرية هي: *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas aeruginosa* وبدرجة معتدلة كل من *Proteus mirabilis* و *E. coli*.

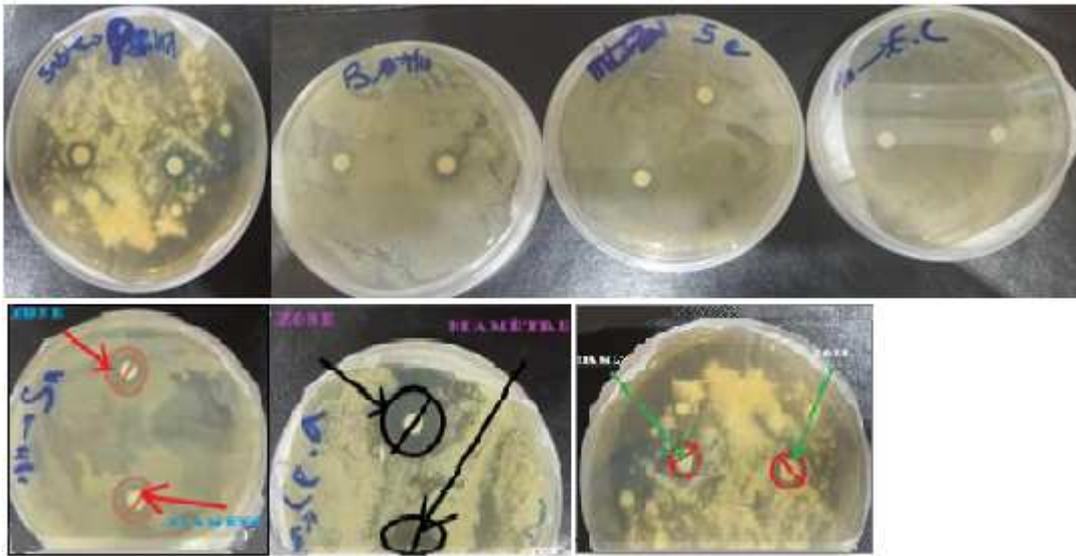
النوع *Enterococcus faecalis* له حساسية محدودة للزيت. والنوع *Klebsiella pneumoniae* جد حساس لتأثير الزيت النباتي.

في ما يتعلق بالفطريات فإن فطر *Aspergillus flavus*، احتوى على منطقة تثبيط مهمة أيضا، في حين أن خميرة *Candida albicans* لديها تثبيط ضعيف.

وعلى ضوء كل ما سبق تم تحليل وتفسير النتائج المحققة في المناقشة



شكل 4: تأثير الزيت الأساسي والنشاط المضاد لسلالات فطرية عن طريق قطر التثبيط لثمرة نبات الليمون



الهندي *Citrus maxima*

شكل 5: بعض نتائج دوائر المنع الخاصة بالتركيز الأدنى المثبط لنمو السلالات البكتيرية والفطرية

باستعمال الزيت العطري لنبات الليمون الهندي *Citrus maxima* L.

المناقشة Discussion

من الواضح من التحليل الكروماتوغرافي هيمنة المشتقات التربينية بالأخص الليمونين، وغياب الفينولات والفلافونيدات والتي تعتبر من المركبات المضادة للأكسدة. هذا لا ينفي وجود الفينولات والفلافونيدات في المستخلصات المائية للثمار والتي تعتبر من المركبات المضادة للأكسدة. لأن طريقة استخلاص الزيوت الأساسية لا تسمح باستخراج الفينولات والفلافونيدات.

من النتائج السابقة، تبين أن مناطق تثبيط الزيوت الأساسية مهمة، مما يعني قوتها المضادة للبكتيريا. هذه النتائج مرضية، خاصة في ما يتعلق بالمكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*، حيث لوحظت مناطق تثبيط كبيرة. هذه النتائج متطابقة تماما مع ما توصل إليه Vasek وفريقه سنة 2015. وأيضا Okungbowa & Oviasogie سنة 2009.

وكشفت الدراسة التي أجراها Ionescu وفريقه سنة 1990 على 794 سلالة بكتيرية النقباب على أن مستخلص بذور الليمون الهند قد تثبط نمو بكتريا غرام موجب بشكل لافت للانتباه مقارنة ببكتريا غرام سالب وأن بكتريا *Pseudomonas* لم تكن حساسة للمستخلص. إضافة إلى ذلك، فإن التأثير المضاد للبكتريا لبذور الليمون الهندي قد تمت مقارنته مع 30 مضاد حيوي ساري العمل به في الطب، إذ بينت أن التركيز الأعلى من 0,1% كان له نفس الفعالية مع أي من المضاد الحيوي. كما بينت الدراسة أن مستخلص بذور النبات كان له نشاط معتبر ضد بكتريا غرام موجب وغرام سالب معا.

أظهرت دراسة سابقة أن الفعالية المضادة للفطريات لمستخلص بذور الليمون الهندي، إذ عرضوا 200 سلالة من فطر كانديد الألبيكانس *Candida albicans* و 7 سلالات من *Candida non albicans* و 12 سلالة من الفطريات الجلدية *Dermatophytes* مكونة من *Epidermophyton floccosum* و *Trichophyton sp*

و 20 سلالة من فطريات العفن *moisissures* (Krajewska- Kulaket al 2003). كان التأثير الهيدرو غليسيري لبذور الليمون الهندي جد فعال على السلالات المدروسة بتثبيط نموها لكن باختلاف دائرة المنع من سلالة إلى أخرى. إذ تباين التركيز الأدنى للتثبيط CMI بين 1.8 و 5.9 ملغ/ل بالنسبة لفطر *Candida albicans* وبين 18.2 و 36.6 ملغ/ل بالنسبة لفطر *Candida non albicans* وبين 90 و 200 ملغ/ل بالنسبة للفطريات الجلدية من نوع *Dermatophytes* و بين 6.25 و 200 ملغ/ل بالنسبة لفطريات العفن. في حين أظهرت دراسة أخرى أن منطقة المنع في وسط زراعة حول أقراص مبللة بمستخلص بذور الليمون الهندي المنزلي كانت في حدود 10-16 ملم بالنسبة لبكتريا غرام موجب، أما بكتيريا غرام سالب لم تكن حساسة. مستخلص بذور الليمون الهندي عامل مهم مضاد للميكروبات، مع نشاط أكبر على بكتيريا موجبة غرام. كما يعتبر كمادة طبيعية حافظة ضد الأعفان والفطريات والبكتريا. خاصة مع تأكيد العديد من الدراسات خلو الزيوت الأساسية للحمضيات بشكل عام من أي أخطار تسميمية للعضوية وللشعر أثناء استعمالها المتعددة (Dosoky & Setzer, 2018). نفس الاستنتاجات خلص إليها Vasek وفريقه سنة 2015، حول تأثير الزيت

الأساسي لـ *Citrus paradisi* على قسم كبير من بكتيريا غرام موجب وغرام سالب و بكتريا *Lactococcuslactic*. وقد اقترح بعض العلماء آلية هامة في تنقية جو البيت والغرفة من العدوى الجرثومية والبكتريا الممرضة والطفيليات بمرشحات (مصفاة) الهواء باستعمال مستخلصات بذور الليمون الهندي وهي مستخلصات طبيعية فعالة مقارنة بمواد اصطناعية أخرى (Han et al 2015).

وقد خلصت مناقشة النتائج إلى الخلاصة التالية:

الخلاصة Conclusion

من خلال مناقشتنا للنتائج المتحصّل عليها، يمكننا تلخيص أهمّ ما جاء به البحث في ما يلي:

- بينت الخواصّ الفيزيوكيميائية للزيت الأساسي لثمرة نبات الليمون الهندي تطابقه لمعايير الزيوت الأساسية التجارية، حسب معايير الجمعية الفرنسية للقياسة من حيث المردود ومؤشرا الانكسار والحموضة والكثافة النسبية و pH.

- يعتبر زيتنا مطهرا ومضادا فعالا للأعفان البكتريا الممرضة، بالتالي ينصح باستعماله كمخللات إضافية في السلطات والأغذية المطهية في الصحون وكحافظ بيولوجي مهم للأغذية المصبرة.

- يعتبر كعلاج لشتى البكتريا والفطريات التي تصيب شتى الأعضاء في جسم الإنسان، و خصوصا الجلد والفم؛ لذا يمكنه أن يكون هذا الزيت كمادة أولية لمستحضرات التجميل والمراهم.

قائمة المراجع References

Al-shaikhan MS, Howard LR, Miller JC Jr. (1995) antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato. J. food Sci. 60, 341-343.

Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Aarab, L., El Ajjouri, M., Chaouch, (2010) A., « Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. Du Maroc », *Phytothérapie*, V.14 n°1, 342-347.

Belaïche, P. (1979). *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. l'aromatogramme. Tome1*. Ed.Maloine S.A., Paris, 204 p.

Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181, 1199-1200

Bruneton J. (1999) « Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales ». Editions Tec & Doc, Paris, éditions médicales internationales, pp: 483-560.

Dosoky N S ; Setzer W N (2018), Biological Activities and Safety of Citrus spp. Essential Oils, *International science of Molecular Science*, 19, 1966

Duraffourd C., Dhervicourt L. et Laparaz J.C., (1990), *Examen de laboratoire galémique, Eléments thérapeutiques synergiques*, T.1.2ème édition, Masson, Paris, p.10

Edmond D. H., Jean C,Vincet S.(1999), 'Spectrométrie de masse cours et exercices corrigés', 2e éd, Dunod, Paris, , 105.

HanB, Kang JS, Kim HJ, Woo CG, Kim YJ (2015) Investigation of Antimicrobial Activity of Grapefruit SeedExtract and Its Application to Air FilterswithComparison to Propolis and Shiitake. *Aerosol and Air QualityResearch*, 15: 1035–1044,

Ionescu G., R. Kiehl, F. Wichmann-Kunz, Ch. Williams, L. Ba S. Levine (1990) Oral Citrus SeedExtract in AtopicEczema: In Vitro and In Vivo Studies on Intestinal Microflor ; *Journal of OrthomolecularMedicine* Vol. 5, No. 3

OkungbowaF.I; Oviasogie F.E (2009) Antimicrobialeffect of grapefruit crudeextracts on selectedbacterialisolates, *Int. J. medical&pharmaceutical Sciences* ; 5 (1) 68-70

Orwa C, A Muta, R Kindt, R Jamnads and A Simons (2009) Agro-forestryDatabase: version 4.0.http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Citrus_maxima.PDF.

Rahal, K., Belouni, R., and Benslimani, A. (2005). Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle nationale. *Rec de L'OMS*. 4ème édition. Algérie. 46-52.

Singh Ajeet and Navneet (2017) Citrus maxima (Burm.)Merr. A TraditionalMedicine: ItsAntimicrobialPotential And Pharmacological Update For Commercial Exploitation in HerbalDrugs – A Review. *International Journal of ChemTechResearch*. Vol.10 No.5, pp 642-651.

Tepe B., Sokmen M., Akpulat H. A. and Sokmen A (2006). Screening of the antioxidantpotentials of six SalviaspeciesfromTurkey. *Food Chem.*; 95: 200-204.

Vasek O.M., Cáceres L.M., ChamorroE.R.,Velasco G.A (2015) Antibacterialactivity of *Citrus paradisi*essential oil *Journal of Natural Products*, 8 : 16-26

Vijaylakshmi P., Radha R. (2015) Citrus maxima ; an review *The Journal of Phytopharmacology*, 4(5): 263-267

Vital Durand D. & Le Jeune C. (2016) - *Dorosz : Guide Pratique des Médicaments* - 35ème édition - Ed.Maloine - p. 1833-1835.

المساهمة في دراسة مفعول وتأثير الإشعاع الضوئي

على الصمّات الباعثة للضوء

كمال رميدي¹

تاريخ القبول 12 أكتوبر 2019

تاريخ الإرسال 07 جويلية 2019

الملخص (Abstract)

يصف هذا العمل، التجارب التي أجريناها على تحديد الخصائص الكهربائية للصمّات الكهروضوئية المسوقة تجارياً بألوان مختلفة وكذلك تأثيرها الكهروضوئي (الإشعاع الضوئي). لقد تم إجراء هذه التجارب في مخبر تكامل المواد مع النظام في مدينة بوردو1 التي تمتلك نضد قياس يسمح بتحديد الخصائص الجوهرية لمختلف صمّات الباعثة للضوء (الكهروضوئية) في الاستقطاب المباشر والعكسي، وبالمناسبة سمح هذا النضد بمقارنة القيم التجريبية بالقيم النظرية التي تم الحصول عليها عن طريق النمذجة.

كما أُجري عمل ثانٍ بالمعهد الوطني المتعدد التقنيات في الحراش، الجزائر العاصمة، لإعداد وسائل قياس لإظهار وجود مفعول فولطي ضوئي على مختلف الصمّات الكهروضوئية، كما قمنا بقياس الخصائص الكهربائية للصمّات الكهروضوئية المختلفة، ودرسنا شدة إضاءتها باستخدام مقياس بيرانومتر (EPLEY) وهو مقياس شدة الإشعاع الضوئي، واشتمل هذا العمل على الصمّات الباعثة للضوء باللون الأحمر والأخضر والأصفر. بالإضافة إلى ذلك، وضعنا أيضاً جهازاً في المدرسة العليا للأساتذة بالقبة يقيس حساسية الصمّات الكهروضوئية المختلفة وفقاً لقوة إضاءة مصدر الضوء.

الكلمات المفتاحية: صمّات كهروضوئية؛ فولطية ضوئية (خلايا فولطية ضوئية)؛ مفعول؛ خصائص شدة إضاءة.

Titre Contribution à l'étude de l'effet et de l'effet

du rayonnement lumineux sur les LED

Résumé: Ce travail décrit nos expériences sur la caractérisation électrique de diodes électroluminescentes commerciales de différentes couleurs ainsi que sur leur effet photoélectrique. Cette expérimentation a été menée à l'IMS (Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système) de bordeaux qui possède un banc de mesure permettant la caractérisation intrinsèque de différentes

¹ المدرسة العليا للأساتذة بالقبة، البريد الإلكتروني: remidikam@gmail.com

diodes électroluminescentes en polarisation directe et en inverse. Ce banc permet accessoirement de comparer ces valeurs expérimentales aux valeurs théoriques obtenues par modélisation.

Un second travail effectué à l'ENP d'El-Harrach nous a permis de mettre en place des moyens de mesure pour montrer qu'il existe un effet photovoltaïque sur les leds. Nous avons pour cela mesuré les caractéristiques électriques de différentes LED et étudié leurs intensités lumineuses à l'aide d'un pyranomètre EPLEY. Ce travail avait concerné des LED rouge, verte et jaune. Par ailleurs, nous avons aussi mis en place à l'ENS de Kouba un dispositif qui permet de mesurer la sensibilité des différentes leds en fonction de la puissance de l'éclairage d'une source lumineuse.

Mots clés : Valves photoélectriques ; photovoltaïque (cellules photovoltaïques) ; effet; propriétés d'intensité d'éclairage

1- المدخل (INTRODUCTION)

إنّ اختراع أول صمام كهروضوئي باللون الأحمر، المعروف بـ (LED)، يرجع إلى عام 1962 من قبل نيك هولون ياك (Nick Holon yak Jr) وبيفاكويبا (S. Bevacqua)، و(LED) هي اختصار للجملّة الإنجليزيّة (-light emitting diodes)، وقد اقتصر عمل الباحثين لبضع سنوات على بعض الألوان، مثل الأحمر (1962)، والأصفر والأزرق أو الأخضر (1972)، [1 ، 2].

تعدّ الصمّامات الكهروضويّة التقليديّة المنخفضة الاستطاعة بديلاً مثيراً للاهتمام عن مصادر الضوء التقليديّة، مثل المصابيح الفلوريّة (التألّق) أو التوهج أو التفرغ. إنّها توفّر، بشكل خاصّ ميزة مثيرة للاهتمام كما هي صغيرة جداً، ومنخفضة استهلاك الكهرباء وكطاقة وذات عمر طويل للغاية ولها القدرة على اختيار لون دقيق للغاية من بين العديد من الأخرى.

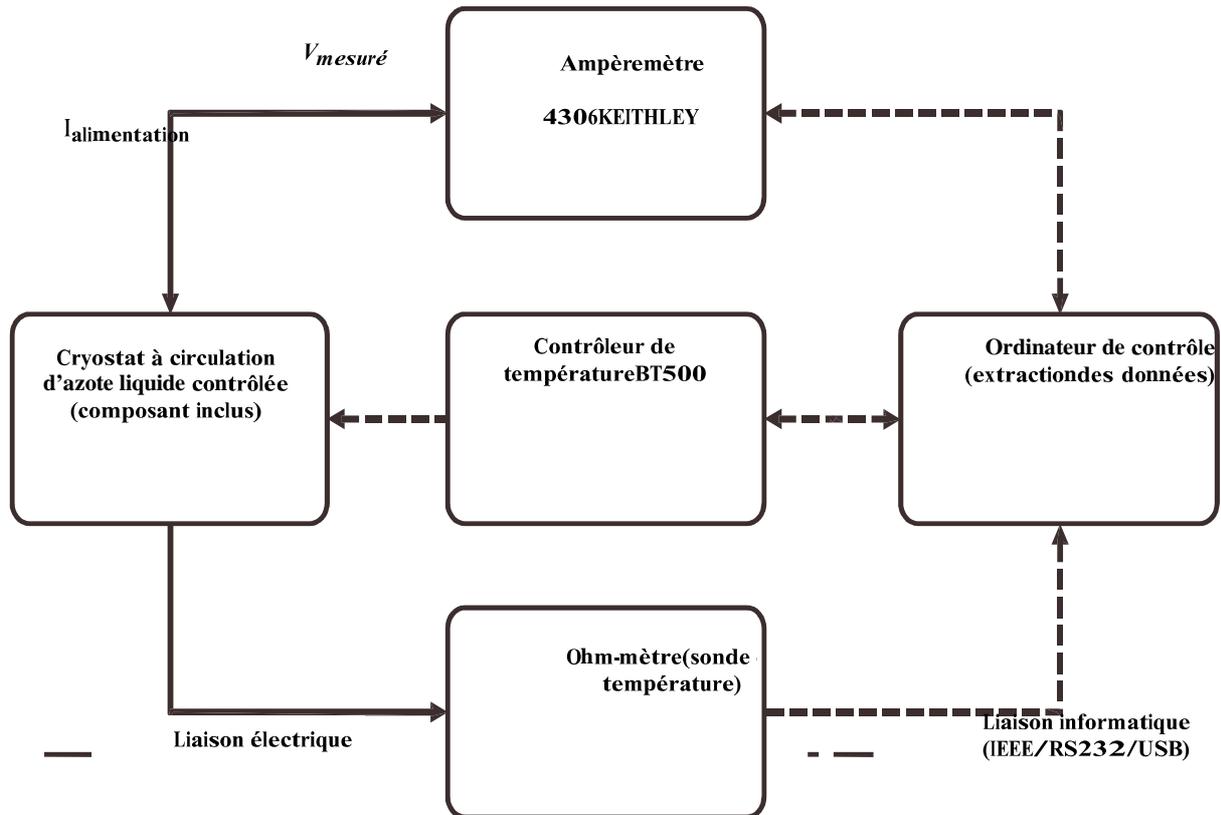
توجد الصمّامات الكهروضويّة أيضاً بكثرة في حياتنا، ولديها ميزة كبيرة مقارنة بأنواع أخرى من الإضاءات: عمليّة استحداث الفوتون من الصمّامات الكهروضويّة هي فعّالة للغاية. في الواقع، في كلّ صمام كهروضوئيّ يعطي كلّ إلكترون فوتون، وسيكون للاستخدام الأكثر انتشاراً، للصمّامات الكهروضويّة للإضاءة، تأثير مهمّ للغاية في اقتصاد الطّاقة وحماية البيئة. ويتمّ في الوقت الحاضر استخدامها في أجهزة التّحكّم عن بعد، لدينا لوحات الإشهار وإشارات المرور. يتضاعف أداء الصمّامات الكهروضويّة كلّ ثلاث سنوات، فبالنسبة للأسعار، فهي مقسومة على عشر، كلّ عشر سنوات [3]، ومع ذلك، يطرح هذا التّطور عدداً من مشكلات القياس سواء بالنسبة لجوانب تحديد خصائص معدّات الإضاءة أو للمشاكل المتعلّقة بالسلامة والأمن في استخدام هذه المصادر. إنّ الصمّامات الكهروضويّة (الثنائيات الباعثة للضوء) هي مصادر ذات أبعاد صغيرة جداً تبعث تدفقاً مهمّاً في زاوية صلبة منخفضة.

تعمل العديد من اللجان الفنية، على المستوى الدولي، ولا سيما في اللجنة الدولية للإضاءة (CIE) على الجوانب المختلفة لهذه التّدابير [4]، وفي ما يتعلّق بتأثيرها الفولطيّ الضوئيّ، لم تكن هناك أعمال كثيرة في هذا الاتجاه، ونظرًا لأنّ الصمّامات الكهروضوئيّة تتكوّن أساسًا من تقاطع PN غير معتم، فإنّ الفوتونات يمكنها الوصول إليها، وبالتالي إنتاج تأثير فولطيّ ضوئيّ، هو مثل تقاطعات عمود ضوئيّ تقليديّ تمامًا، من المؤكّد أنّ الصمّامات الكهروضوئيّة لم يتمّ تكييفها لهذه الوظيفة، مثلًا من المحتمل ألاّ يخضع الغطاء لطلاء مضادّ للانعكاس، ومع ذلك، فليس من المؤكّد أنّ هذا التأثير موجود.

إنّ المبدأ الأساسيّ، هو قياس تغيّر التيار الكهربائيّ وفقًا للتوتر الكهربائيّ المطبقّ على مربطيّ الصمّام الكهروضوئيّ المنظّم بدرجة الحرارة.

2-الأدوات والطرائق (Materials and methods)

أ) تحديد الخصائص الكهربائية للصمّامات الكهروضوئيّة التقليدية المختلفة الألوان: يمثّل الشّكل 1 مخطّط التّضدّ في درجة الحرارة التي يتمّ السيطرة عليها من خلال هذا التّضدّ، ودرجة الحرارة الخارجيّة لتجميع الصمّام الكهروضوئيّ



الشكل. 1. صورة المبدأ الأساسي للقياس $I=f(V)$

تتكوّن الأدوات المستخدمة من:

1- محلل وسائط أنصاف النواقل (الموصلات) KEITHLEY 6430 متّصل بواسطة ناقل IEEE موصل بالوحدة المركزية لكمبيوتر التّحكّم ويتكوّن هذا الجهاز من مصدر التّيّار الكهربائيّ (من 10^{-16} A إلى 0.1 A) بخطأ 10^{-17} A (بدقة 0.1 %) ومصدر التّوتر الكهربائيّ (0 إلى 10 V) بخطأ 10^{-6} فولت وبدقة (0.1%).

2- منظم البرد لسائل النيتروجين LN2 للرقابة، التي يقع فيها المكوّن، حيث يسمح بتنظيم درجة الحرارة على مدى يتراوح من 80 إلى 350 درجة كلفان (درجة حرارة مطلقة) بدقة 0.1 كلفان؛

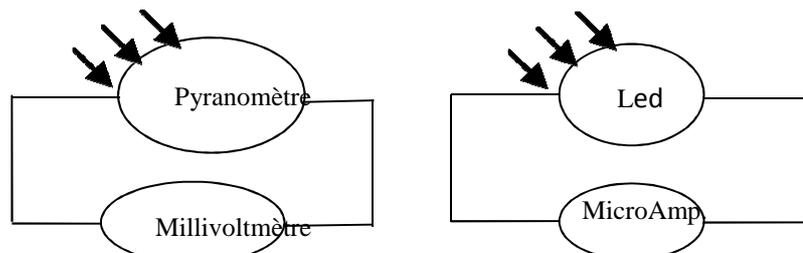
3- وحدة التّحكّم في درجة الحرارة (وحدة التّحكّم في درجة الحرارة BT 500) المستخدمة في التّنظيم الحراريّ أثناء القياسات، حيث يتحكّم في مقاومة تسخين ناظم البرد باستخدام نظام PID أوتوماتيكيّ (مشتقّ متكامل نسبي).

4- مضخّة جافّة (ADIXEN) يتمثّل دورها في إجراء فراغ أوليّ (1: -2 Torr) في غرفة الفراغ في منظم البرد.

5- أوم متر يعطي قيمة مقاومة، تدل على مقاومة مسبار، المناسبة لقيمة مقاومة المسبار الحراري OPT10، هذا المسبار يسمح بالوصول إلى درجة حرارة حزمة TP من الصّمّام الكهروضوئيّ؛ للتغلب على مقاومة الكابلات الكهربائيّة، يتمّ توصيل الصّمّام الكهروضوئيّ في القياس بأربعة أسلاك مع كابلات (Keithley) TRIAX [6,7].

(ب) تأثير الطاقة الضوئية على الصنّامات الباعثة لضوء المصابيح المختلفة:

يعتمد جهاز القياس على مقياس البيرانومتر (مقياس الإشعاع السّماويّ)، وهو جهاز يقيس الإضاءة بالواط على المتر المربع (W/m^2) ويتمّ ترتيبه في نفس المستوى الذي يتمّ فيه اختبار الصّمّام الكهروضوئيّ (LED). نختار الاتجاه الصّحيح للصّمّام الكهروضوئيّ، وذلك للحصول على أقصى شدة للتّيّار عند مربطيه (طرفيه)، ونأخذ عدة قياسات (حوالي عشرين) في يوم واحد، معامل مقياس البيرانومتر المستخدم هو ($C = 9.56 \times 10^{-6} V / (W/m^2)$).



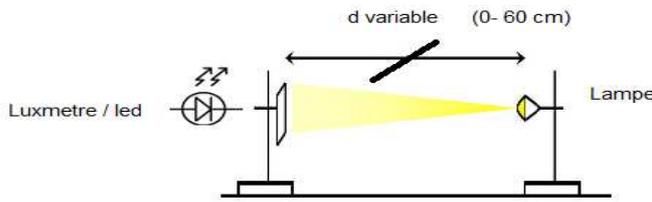
الشكل 2. رسم تخطيطي لجهاز قياس الإضاءة وفقا لتيار الصّمّام الضوئي $V_p = f(I_d)$.
صورة مبدأ الأساسي للقياس . الشكل 1. $I = f(V)$

ج قياس حساسية مختلف الصمّات الكهروضوئية، الخضراء والصفراء والحمراء وفقا لشدة إضاءة المصدر.

- مصدر التّوتر الكهربائي المستقر $U = 12V$ والتيار الكهربائي $I = 4A$ لتشغيل المصباح.

- جهاز لقياس الإضاءة (luxmètre).

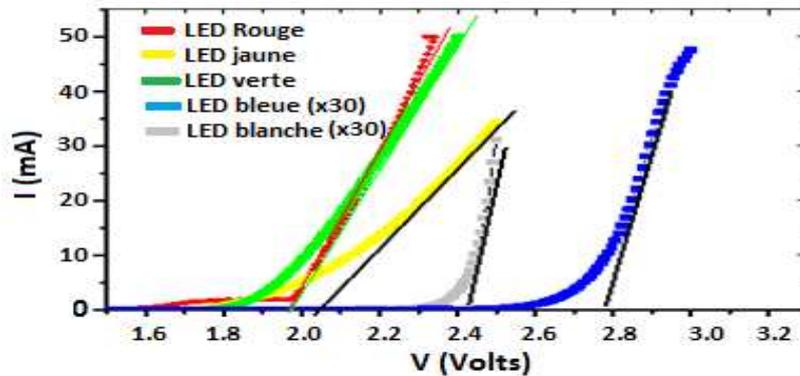
- مقياس رقمي متعدّد القياسات يستخدم لقياس شدة التّيّار الكهربائيّ عبر الصمّام الكهروضوئيّ باللون الأصفر والأحمر والأخضر اعتمادًا على شدة إضاءة مصدر الضّوء.



الشكل 3: رسم تخطيطي لجهاز القياس (led) $P=f(I_d)$, $E(v)=f(v)$

3. النتائج (Results):

(أ) خصائص التّوتر-التيار للصمّات الكهروضوئية التقليدية الأحمر والأخضر والأصفر والأبيض والأزرق: يوضّح الشكل 4، خصائص التّوتر-بدلالة التّيّار الكهربائيّ النموذجي (الحقيقي) للصمّام الكهروضوئيّ المسوّقة في السّوق، يُظهر المخطّط الأوّل بمقياس خطّي توتر العتبة V_s ، يفصل بين منطقتين رئيسيتين: حيث الصمّام الثنائيّ عابرة $(V > V_s)$ و A حيث الصمّام الثنائيّ مسدود (موقفة) $(V < V_s)$. هذا هو سلوك الصمّام الثنائيّ، وهذا المخطّط مناسب تمامًا لمستويات القذف العالية $(V > V_s)$. وتظهر بذلك الخاصية $I(V)$ النموذجي (المقالي) للصمّات الكهروضوئية التقليدية المدروسة في الشكل 4.



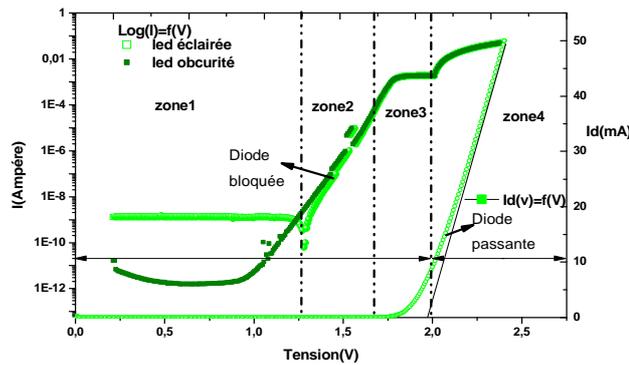
الشكل 4: المميّزة التجريبية لصمّات ضوئية؛

الأحمر والأخضر والأصفر والأبيض والأزرق

الجدول 1 يبين مقارنة جهود العتبة بالنسبة للصبّامات الكهروضوئية المسوقة في السوق المدروسة تجريبياً من ألوان مختلفة.

| صبّام ضوئي | الأحمر | الأخضر | الأصفر | الأبيض | الأزرق |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| جهود العتبة (v) | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.45 | 2.8 |

الجدول 1 مقارنة جهد العتبة بالنسبة للمصابيح من ألوان مختلفة.



الشكل 5 مميزة الصّبّام الباعث للضوء الأخضر

$\log I=f(V)$ والعكسي $I=f(V)$ (في حالتي الاستقطاب المباشر)

يميز المخطّط الثاني لوغاريتم $\log I(V)$ في حالة الاستقطاب العكسي المكمل لأول أربعة أنظمة لقذف

التيار:

*مستوى منخفض للغاية من القذف (المنطقة الأولى): $100\text{pA} \leq I \leq 10\text{nA}$

*انخفاض مستوى القذف (المنطقة الثانية): $10\text{nA} \leq I \leq 1\text{mA}$

*متوسط مستوى القذف (المنطقة الثالثة): * $1\text{mA} \leq I \leq 20\text{mA}$ ارتفاع مستوى الحقن (المنطقة

الرابعة): $I \geq 20\text{mA}$

وتمثل المناطق الأولى والثانية والثالثة 5% من الطاقة الضوئية بينما تمثل المنطقة والرابعة 95%.

($V < V_s$) يوضّح هذا الرسم البياني الظاهرة جيداً عند مستويات الحقن المنخفض

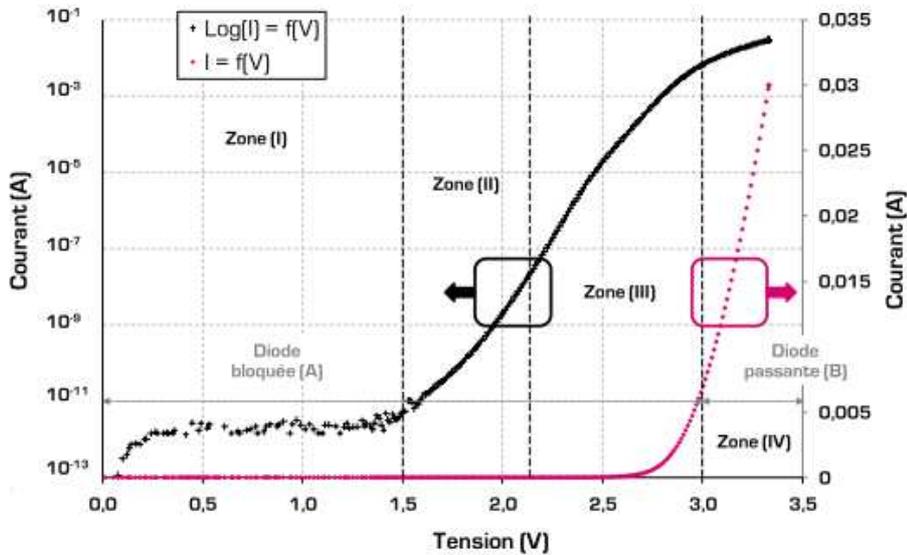
تجدر الإشارة إلى أن تطوير النماذج سوف يتبع الرسم البياني $\log I(V)$ أو يسجل $I(V)$ اعتماداً على مستويات الحقن. الهدف من هذا الجزء هو التذكير بالنموذج التحليلي المعروف لظواهر النقل في مناطق التشغيل الأربعة بشكل مستمر أن تطوير النماذج سيتبع الرسم البياني $I(V)$ أو $\log I(V)$ وفقاً لمستويات الحقن. والهدف منه. يوضح هذا الرسم البياني الظاهرة جيداً عند مستويات الحقن المنخفض ($V < V_s$). تجدر الإشارة إلى أن تطوير النماذج سوف يتبع الرسم البياني $I(V)$ أو يسجل $I(V)$ اعتماداً على مستويات الحقن. الهدف من هذا الجزء هو التذكير بالنموذج التحليلي المعروف لظواهر النقل في مناطق التشغيل الأربعة بشكل مستمر يوضح هذا الرسم البياني الظاهرة جيداً عند مستويات الحقن المنخفض ($V < V_s$) تجدر الإشارة إلى أن تطوير النماذج سوف يتبع الرسم البياني $I(V)$ أو يسجل $I(V)$ ، وفقاً لمستويات الحقن. والهدف من هذا الفرع هو التذكير بالنموذج التحليلي المعروف جيداً لظواهر النقل في مجالات التشغيل الأربعة على أساس مستمر.

سمح لنا هذا العمل بتسليط الضوء على جدوى استخدام الثنائيات كهربائياً في كاشف الصور مع تيار صورة تم الكشف عنه 10nA LED بالنسبة للأزرق LED وبالنسبة يبلغ 010 pA الأخضر؛ لذلك نحن متفائلون للغاية بشأن النتائج المستقبلية لهذا البحث (Photo détecteur).

هناك عمل تجريبي حقق في جامعة بوردو1، داخل مخبر تكامل المواد مع النظام
(IMS - CNRS UMR 5218)

بقيادة الأستاذ ب. فويلات حول مميّزة الصمام الباعث للضوء من نوع جد رفيع صنع داخل المخبر وهو
غليوم دو الصوديوم (GaN)

فتحصلنا على المنحنى المبين في الصورة المبينة في الشكل 6



الشكل 6 مميّزة الصمام الباعث [8].

$I=f(V)$ و $\log I=f(V)$ الاستقطاب المباشر (في حالة GaN)

نلاحظ أنّ النتائج المتحصّل عليها باستعمال الصّمام الباعث للضّوء GaN كما هي موضّحة فيما يأتي:

* مستوى منخفض للغاية من القذف (المنطقة الأولى) $I \leq 10 \mu A$:

* انخفاض مستوى القذف (المنطقة الثانيّة): $10 \mu A \leq I \leq 1 \mu A$

* متوسط مستوى القذف (المنطقة الثالثّة): $1 \mu A \leq I \leq 10 \text{ mA}$

* ارتفاع مستوى الحقن (المنطقة الرابعّة): $I \geq 10 \text{ mA}$

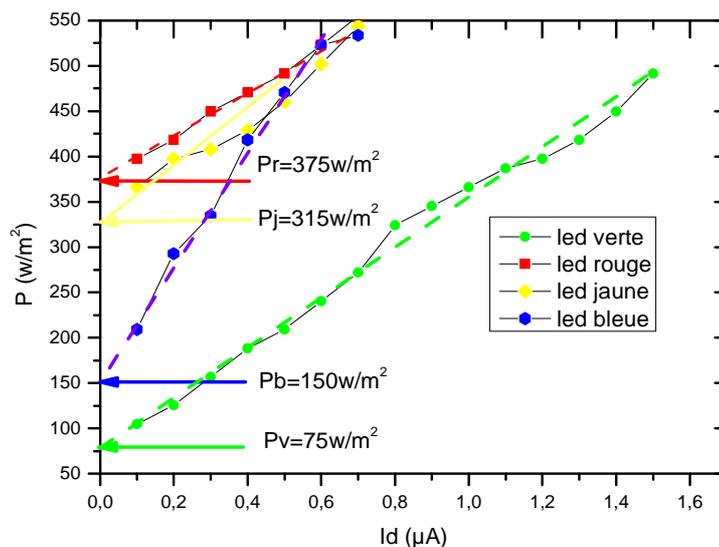
إذا قمنا بمقارنة بالنسبة للصمام الباعث للضّوء الأخضر المسوّقة في السّوق المدروسة تجريبيا الموضّحة الشّكل 5 والنتائج المتحصّل عليها باستعمال الصّمام الباعث للضّوء GaN، الشّكل 6، متقاربة جدا مما يبين صلاحية العمل التجريبي المنجز.

ب- نماذج الكهربائيّة للصمامات الكهروضويّة التقليديّة الأحمر والأخضر والأصفر والأزرق يسمح المعامل في المفعول الفولطيّ ضوئيّ للصمامات الكهروضويّة (مصباح LED) المختلفة:

$C = 9.56 \cdot 10^{-6} v / (w/m^2)$ بتحويل التّوتر الكهربائي (v) بين طرفي مقياس البيرومتر (مقياس الإشعاع

السّماوي) إلى شدّة إضاءة (w/m^2) جدول شدّة الإضاءة بدلالة التّيّار الذي يعبر الصّمامات الكهروضويّة المختلفة.

يتمّ رسم مخطّط بيان الاستطاعة الضّويّة ($P (w/m^2)$) بدلالة التّيّار ($I d (\mu A)$) للصّمامات الكهروضويّة المختلفة باللون الأحمر والأصفر والأخضر. باستخدام برنامج الإكسيل (Excel) لرسم هذه المخطّطات البيانيّة.

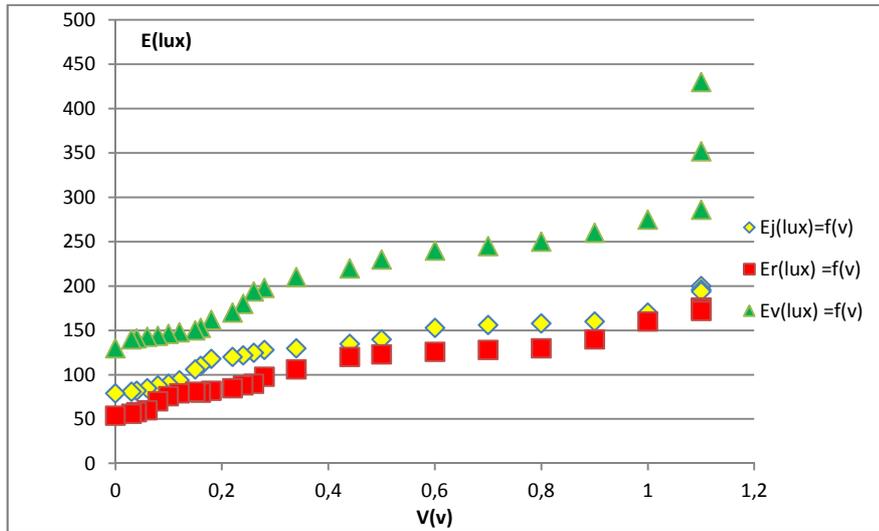


الشّكل 6. القدرة المضئيّة $P=f(I d (\mu A)) (w / m^2)$ كدالة للمعرف الحالي

يوضّح الشكل 6 أن هناك مفعولا فولطي ضوئيا لهذه الصمّات الكهروضوئية، ونرى أن الصمّام الأخضر (100 w/m^2) هو الأكثر حساسية بعد الأصفر (370 w/m^2) والأحمر (370 w/m^2). والأقل حساسية هو أن المنحنى خطّي في كلّ هذه المصابيح $P = a \cdot Id + b$. حيث a تمثّل الميل $\Delta p / \Delta i$ للمخطّط البياني و b تمثّل الاستطاعة الضوئية عندما تكون شدة التيار $I = 0$.

ج- قياس حساسية مختلف الصمّات الكهروضوئية، الخضراء والصفراء والحمراء بدلالة استطاعة الإضاءة لمصدر الضوء (مصباح).

نضيء مقياس شدة الضوء (لوكسميتر، luxmètre) على مسافة مائة سنتيمتر، ونقيس بشكل متزامن شدة الضوء التي تسري الصمّات الكهروضوئية والتوتر الكهربائي بين مربطي مقياس شدة الضوء وعن طريق تغيير المسافة من صفر إلى ستين سنتيمترا بين المرّة الأولى التي يضيء فيها الصمّام الكهروضوئي والمصباح المغدّي بواسطة مولد توتر مستمر، ومرّة ثانية بين الإضاءة والمصباح المضيء، ويتمّ قياس الجهد كلّ مرّة بين مربطي الصمّام بالجهاز الرقمي الدقيق المتعدد القياسات وإضاءة المصباح، بمقياس شدة الضوء. يوضّح الشكل 7 النتائج على شكل جدول.



الشكل 7 الرّسم البياني للإضاءة E وفقا لمصابيح LED

المختلفة باللون الأخضر والأصفر والأحمر $E = f(V(v))$

القيم المطلقة التي قدّمها مقياس شدة الضوء، لا ينبغي أن تعتبر دقيقة بمعنى الكلمة.

يسترجع رأس المقياس الضوئي في الواقع، كلّ التدفق الضوئي الموجود في نصف المساحة، وبالتالي ينعكس على الأجسام الموجودة في الغرفة، أو ترسل إلى مصابيح سقف الغرفة، إذا لم يتمّ إطفائها خلال التجربة. وسوف تميل هذه العناصر إلى تغيير قيم شدة الإضاءة في الواقع بسبب الصمّات الكهروضوئية.

بالإضافة إلى ذلك، لا تتم معايرة مقياس شدة الضوء. يولد رأس المقياس الضوئي أخطاء، يمكن أن تصل إلى 20٪، إذا كان المرشح الفعلي للرأس الضوئي يختلف اختلافاً كبيراً عن منحني حساسية العين البشرية V (لامبدا)، وبشكل عام، يتم معايرة أجهزة قياس في ما يتعلق بإضاءة A والتي لها طيف مرئي معروف، هل الصمّامات الكهروضوئية لديها أطيايف مختلفة تماماً والتفاعل مع شكل المرشح حيث يمكن أن يسبب أخطاء كبيرة في قيم الإضاءة.

4- المناقشة (Discussion)

لقد قمنا في هذا العمل بوصف ثلاث تجارب رئيسية على تحديد الخصائص الكهربائية للصمّامات الكهروضوئية التجارية بألوان مختلفة وكذلك تأثيرها الفولطي ضوئي، كما اتخذت عمداً التدابير في ظل ظروف الاستخدام الحقيقي في هذه التجارب.

يمكن أن نستخرج من المنحنى الأول (V) الخاصية التيار-التوتر المباشر لضوء الصمّامات الكهروضوئية التقليدية، في سلم قياس خطي (الشكل 4) وسيطين وظيفيين يتوافقان مع نظام مستوى القذف العالي: توتر العتبة V_s (الإحداثي السيني في الأصل) ومقاومة على التسلسل RS (معكوسة الميل)، ويرتبط توتر العتبة مع توتر البث V_d . يفصل V_s منطقتين رئيسيتين: B حيث يتم الصمّام عابرة ($V > V_s$) و A حيث الصمّام مسدود ($V < V_s$). السلوك هو سلوك الصمّام، هذا المخطط مناسب تماماً لمستويات القذف العالي ($V \geq V_s$).

من أجل استقطاب التوتر $V \geq V_s$ ، النظام لا يزال لا يسمح بنقل البث، وإعادة التركيب فقط في المنطقة النشطة يكون ممكناً، ومناطق الاحتواء بمثابة حاجز محتمل. يرجع الحد في التيار إلى المقاومة المكافئة للطبقات المختلفة المكونة للشريحة. والمعادلة التالية تدمج توتر البث V_d بين مربطي الصمّام الكهروضوئي

$$I_d V_d = V_s + RS$$

يتميز المخطط الثاني $\log I(V)$ ، المكمل للأول، أربعة أنظمة قذف للتيار تتكيف مع مستويات منخفضة من القذف ($V < V_s$).

الشكل 5: هذا المخطط مناسب تماماً لمستويات القذف المنخفضة ($V < V_s$). نلاحظ أن تطوير النموذج سوف يتبع مخطط $I(V)$ أو $\log I(V)$ ، اعتماداً على مستويات القذف، والهدف من هذا الجزء هو التذكير بالنموذج التحليلي المعروف لظواهر النقل في مناطق التشغيل الأربعة على الصمّام الكهروضوئي التقليدي.

يوضح الشكل 6 أن هناك مفعولا فولطياً ضوئياً لهذه الصمّامات الكهروضوئية

نلاحظ أن الإضاءة تتناسب تقريباً مع التوتر الكهربائي بين مربطي هذه الصمّامات الكهروضوئية المختلفة كما نلاحظ أن هذه التجربة تهدف إلى إظهار وجود تأثير ضوء المصباح على هذه الصمّامات الكهروضوئية وأن نفس التوتر الكهربائي لإضاءة الصمّامات الكهروضوئية مختلف وأن الصمّام الكهروضوئي الأخضر هو الأكثر حساسية ثم الصمّام الكهروضوئي الأصفر، والأقل حساسية هو الصمّام الكهروضوئي الأحمر

5-الخلاصة (Conclusion)

لقد مكّنا هذا العمل من إبراز مدى استخدام الصمّامات الكهروضوئية (مصابيح LED) في كاشف الصّور ببساطة، تيار الصّورة المحرّض هو في حدود 100 nA، ونحن متفائلون للغاية بشأن النّتائج المستقبلية لهذا البحث، وكذا الفوائد الصّناعية هي أيضا مهمّة جدا، ودمج الميزات (السّمات) الجديدة في الشّمعدانات الشمسية، هي واحدة من أولويّات الصّناعة في الوقت الحاضر، وبالتالي أحد النّشاطات البحثية هو تطوير ميزات جديدة داخل هذا التّركيب (التّجهيز).

إنّ النّتائج المتوصّل، ستعمل على التّحقّق من صحّة فرضياتنا، التي تمّ تحديدها بالفعل، والتي ستمكّنا أيضا من تقييم إمكانات الصمّامات الكهروضوئية (مصابيح LED) في المجال الفولطيّ ضوئيّ وفحص المنافذ التي يمكن دمجها فيها، وقد اخترنا بالفعل واحدة في مجال أجهزة الاستشعار الشمسية.

لقد سمح لنا العمل الثّاني المنجز لإعداد وسيلة قياس لإظهار وجود مفعول الفولطيّ ضوئيّ على الصمّامات الكهروضوئية في المعهد الوطني المتعدّد التّقنيّات، حيث قمنا بقياس الخصائص الكهربائية للصمّامات الكهروضوئية المختلفة ودرسنا شدّة إضاءتها باستخدام مقياس البيرانومتر (مقياس الإشعاع السّماويّ) EPLEY.

قمنا في المدرسة العليا للأساتذة بالقبة، بقياس حساسية الصمّامات الكهروضوئية (مصابيح LED) المختلفة بجهاز قياس بدلالة استطاعة إضاءة مصدر الضّوء ولوحظ أنّ الإضاءة تناسب تقريبا مع التّوتر بين مربطيّ هذه المصابيح المختلفة.

لاحظنا أنّ هذه التّجربة أثبتت وجود مفعول فولطيّ ضوئيّ للمصباح على هذه الصمّامات الكهروضوئية وأنّ الإضاءة لنفس التّوتر الخاصّ بالصمّام الكهروضوئيّ مختلف وأنّ الصمّام الكهروضوئيّ الأخضر هو الأكثر حساسية، ثمّ الصمّام الكهروضوئيّ الأصفر، والأقلّ حساسية هو الصمّام الكهروضوئيّ الأحمر.

6-المراجع (References)

- [1] Nobel Shocker : حصل RCA على المصباح الأزرق الأول في عام 1972. [أرشيف]، على spectrum.ieee.org (تم الوصول إليه في 21 أكتوبر 2015).
- [2] C. Noé، التشكيل الضوئي في الأمراض الجلدية: فهم واستخدام المصابيح، John Libbey Eurotext Doin، coll. "الليزر والتقنيات".
- [3] Haitz's law قانون هايتس. الضوئيات الطبيعية، المجلد. 1، رقم 1، (2007)، ص. 23 (DOI10.1038 /) nphoton.2006.78 . 1 ... 23 . (Bibcode 2007NaPho ... 1 ... 23 .)
- [4] (الأعضاء التالية أسماؤهم في تقرير TC 2-45 . هو تقرير CIE 127-1997 (قياس المصابيح) W. V.CIE (127: 2007) ويحل محل 27 مايو 2011 -
- [5] Raphaël Baillot أطروحة مقدمة من جامعة بوردو دكتوراه في العلوم الفيزيائية والهندسة: 21 (2007) نوفمبر
- [6] Singleton. [] نظرية باند والخصائص الإلكترونية للمواد الصلبة: مطبعة جامعة أكسفورد، (2001)
- [7] J. R. Barnes، Robust، electronic design book book vol. 1 (2004) سيرينغر
- [8] Raphaël Baillot لتقييم موثوقية الثنائيات الباعثة للضوء (GAN(2011)، ص 52: 21 نوفمبر

دراسة بتروولوجية لقواطع الصخر

في المنطقة الوسطى من كتلة سيلات (الهقار الغربي، الجزائر)

فاتن بشري بن مرزوق¹ مقدم سارة¹، أرزقي ميتسانا²، جيلالي غزالي²، أمينة لوني-حسيني²
، حميد بشري²، كاتي لوكا³، برنار بونا³

1- مخبر تعليميات العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة القديمة، الجزائر.

2- كلية علوم الارض والجغرافيا والتهيئة العمرانية، جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، باب الزوار الجزائر

3- CNRS-UPS /UMR8148 "IDES" ، قسم علوم الارض، جامعة باريس-ساكلاي، عمارة 504 شارع بالفيدار 91405 Orsay Cedex (فرنسا)

المخلص ABSTRACT

تشكل صخور الدولريت (dolerite) المنتشرة في المنطقة الوسطى لإقليم سيلات (الهقار الغربي الجزائر) قواطع مختلفة الحجم، السحنة، الطبيعة الكيميائية وكذا الانتشار الجغرافي. تتميز بالتركيب المعدني التالي: بلاجيوكلاز + بيروكسان ± أمفيبول + أكاسيد الحديد + تيتانيت + أباتيت. تنتظم هذه الفلزات في ثلاثة أنماط من النسيج: 1-نسيج دوليريتي ناعم الحبيبات، 2-نسيج دوليريتي متوسط الحبيبات و3-نسيج دوليريتي خشن الحبيبات. سجلت جميع القواطع التحول السطحي المعروف في المنطقة، وينعكس ذلك من خلال انتشار المعادن الثانوية مثل الكلوريت والاكنتوت والميسكوفيت والابدوت وغيرهم. الطبيعة الكيميائية لبيروكسان الدولريت ذات النسيج المتوسط كلسية-قلوية في حين بيروكسان المتواجد في قواطع الدولريت ذات النسيج الخشن توليبيتي.

يرجح أن توضع قواطع الدولريت في إقليم سيلات مرتبط بالمرحلة التي تسبق توضع المركبات الحلقية متأخرة النشأة أثناء الدورة البانية للجبل لعموم أفريقيا، كما هو الحال بالنسبة لقواطع تين زيبان المقترنة بالمركب الحلقى "شمال تهمياتين". لكن لاعتماد هذه الفكرة، لابد من دراسة جيوكيميائية مفصلة لصخور قواطع الدولريت (العناصر الرئيسية والنادرة والشحيحة والنظائر) ولما لا تزمينها المطلق.

¹مخبر تعليميات العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة القديمة، الجزائر faty_benmerzoug@yahoo.fr

الكلمات المفتاحية: صخر الدوليريت، القواطع، دراسة بتروغرافية، التركيبة الكيميائية للمعادن، سيّلات، الهقار الغربي، الجزائر

Petrological study of dolerite dykes in central's area of Silet terrane (Hoggar, Algeria)

Fatene BECHIRI-BENMERZOUG¹, Sarra Mokaddem ¹, Arezki METSANA², Djillali GHEZALI², Amina LOUNI-HACINI², Hamid BECHIRI², Cathy LUCAS³, Bernard BONIN³

- 1- Laboratoire « Didactique des Sciences »/Ecole Normale Supérieure-Kouba, Alger, Algérie.
- 2- Laboratoire Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie (LMMA-FSTGAT) USTHB, BEZ/ Alger, Algérie
- 3- CNRS-UPS UMR 8148 "GEOPS", Département des Sciences de la Terre, Université Paris-Saclay, Bâtiment 504, rue du Belvédère, 91405 Orsay Cedex, France.

Abstract

The dolerite dykes crossing the central part of the silet area (Silet Block, Western Hoggar) are oriented for the majority of them, East-West. They can be classified in three facies, according to their textures: 1 Fine-grained doleritic texture, 2- Medium-grained doleritic texture and 3- Coarse-grained doleritic texture.

The mineralogical composition is almost constant in all types and consists of plagioclase + pyroxene \pm amphibole + titanite + apatite + opaque oxides. All rocks record low-grade metamorphism (green schist facies) with the appearance of chlorite + actinote + trimolite + calcite + quartz.

The formation of these dolerite dykes is probably related to period before the intrusion of 'Taourirt 'A-type granite complexes. Total rock analyzes (major elements, rare earth elements + trace elements + isotopes) are essential to understand the geodynamic context as well as the age of setting up dolerites.

Keywords: dykes, dolerite, petrographic study, mineral's chemical composition, Silet, western hoggar, Algeria

المدخل INTRODUCTION

تقع منطقة الدراسة في وسط كتلة سيالات التي تنتمي إلى درع الطوارق (Touareg shield) المتكوّن من خمس وعشرين كتلة ليتوسفيرية (Liegeois et al, 2019) (الشكل 1). تشكّل كتلة سيالات وكتلتا عين تايدني وتين زواتين السلسلة الفاروزية (Pharusian belt) التي عرفها موريس للوبر (M. Lelubre, 1952)، وهي تشكيلات من الصخور البركانو-رسوبية التي يعود عمرها لحقب النيوبروتروزوي (Neoproterozoic)، توضع في محيط قديم نشأ بعد تفكك القارة العظمى رودينيا (Rodinia) (Dos Santos et al, 2008). تتميز صخور السلسلة الفاروزية بتحوّل سطحيّ طفيف في سحنة الشيسيت الأخضر (epizonal metamorphism) مما يجعلها تحافظ بنسبة عالية على خصائصها الأصلية وساهم في تسهيل مختلف الدراسات الجيولوجية.

تميّزت كتلة سيالات أثناء المرحلة الأولى من الدورة البانية للجبال لعموم أفريقيا (Pan african orogen) والممتدة ما بين 870 و635 مليون سنة (J-P. Liégeois, 2019; and references therein) بظاهرة غوص محيطيّ باتجاه الغرب ممّا أدّى إلى تشكّل جزر قوسية بركانية وتوضع عدد كبير من الباتوليتات الحامضية من نمط (ت ت ج / TTG) (توناليت-ترونجميت-گرانوديوريت - Tonalite) (Bechiri-Benmerzoug, 2009 Trondhjemite - granodiorite) خلال مرحلة الذروة (630 - 580 مليون سنة) تمّ غلق كليّ للمحيط أماس (Ammas Ocean) الذي كان يفصل شبه الراسخ لاتيا (Metacraton LATEA) والسلسلة الفاروزية واتّصفت هذه الفترة بتموضع الباتوليتات الكلسية القلوية الغنية بالبوتاسيوم داخل شبه راسخ اللاتيا وفي كتلتيّ عين تايدني وتين زواطين (High K Calc-Alcalin batholiths). تتّصف المرحلة المتأخّرة من الدورة البانية للجبال لعموم أفريقيا (575 - 520 مليون سنة) بانتشار المركّبات الغرانيتية الحلقية من نمط A على حدود الكتل الليتوسفيرية وأحيانا بداخلها (Azzouni-Sekkal et al, 2003). تجدر الإشارة إلى وجود مركّبات قاعدية إلى فوق قاعدية صغيرة إلى متوسطة الحجم، أحيانا ذات نسيج تراكمي، في جميع أنحاء منطقة الدراسة (الشكل 1ب)، مع الأسف لم يتمّ تأريخها لغاية اليوم ولكن بعض الدراسات التي اعتمدت على العلاقات البنيوية في الميدان ربطت زمن توضعها بالمرحلة الأولى للدورة البانية للجبال، لعموم أفريقيا (Bechiri, 2005; Kheloui, 2009). تنتشر قواطع مختلفة الشكل والحجم والطبيعة الكيميائية في منطقة الدراسة، منها الحامضية مثل قواطع السيينيت المحيطة بالمركّب الحلقّي تيويين (Boissonnas, 1974) ومنها المتوسطة والتمثّلة في صخور الديوريت التي تخترق باثوليت إهاراج (Bechiri-Benmerzoug, 2009) والقاعدية (صخور الدولريت، قيد الدراسة).

تظهر أغلب قواطع الدولريت (Dolerite) في الميدان باتجاه شرق-غرب على امتداد قد يصل إلى 20 كلم، وتوجد أخرى ذات اتجاه شمال شرق-جنوب غرب وثالثة تظهر باتجاه شمال-جنوب لكنّها نادرة. قمنا

من خلال هذه الدراسة بترتيبها حسب بنيتها المجهرية (النسج) إلى ثلاثة أنواع: دولريت ذات نسيج حبيبي ناعم، ودولريت ذات نسيج حبيبي متوسط ودولريت ذات نسيج حبيبي خشن.

2. الوسائل Materials

كان موريس غرافل (Maurice Gravelle, 1969) أول من قام بتعيين قواطع الدولريت خلال إنجازها للخريطة الجيولوجية الخاصة بـ"سيلات-تباهوين" بمقياس 1|100000 ولكنه لم يقدم أي دراسة تفصيلية لها. أثناء الرحلات الميدانية المنجزة ما بين سنتي 2001 و2010، قمنا بجلب عشر عينات لصخور قواطع الدولريت المنتشرة في المنطقة الوسطى لإقليم سيلات (الجدول 1). ثم قمنا بإنجاز مجموعة من الشرائح الزجاجية في مخبر الصخور المتواجد في قسم علوم الأرض بجامعة أورسي-ساكلاي (Université Paris-Saclay) بجنوب باريس (فرنسا). تم إجراء التحاليل الكيميائية لمعادن هذه الصخور بجهاز المسبار المجهرية المتواجد بجامعة بيار وماري كوري بباريس (Camparis of Jussieu- Université Pierre et Marie Curie (UPMC)) في الظروف العادية المتوافق عليها: أي باستعمال شعاع 10 nA وبفعلية متسارعة قدرها 15 keV يبلغ قطر الشعاع الإلكتروني 0.5 μm وتستغرق مدة تحليل كل عنصر 20 ثانية.

3. النتائج RESULTS

أفضت الدراسة البتروغرافية المجهرية وكيميائية المعادن لمختلف عينات الدولريت المتواجدة في إقليم سيلات إلى تحديد ثلاثة أنواع من النسج مقابل تشكيلة معدنية متشابهة من حيث الشكل وقليلة الاختلاف في تركيبها الكيميائية.

3.1. الدراسة المجهرية لصخور قواطع الدولريت

تترتب المعادن المكونة لقواطع الدولريت في: 1- نسيج دولريتي ناعم الحبيبات، 2- نسيج دولريتي متوسط الحبيبات، 3- نسيج دولريتي خشن الحبيبات

3.1.1. نسيج دولريتي ناعم الحبيبات Fine-grained doleritic texture : تمت ملاحظة هذه القواطع في المنطقة الشمالية والجنوبية من إقليم الدراسة، لكنها أكثر انتشارا في الجهة الشمالية ومنها ما يقطع (على سبيل المثال) باتوليت من نمط (TTG) المعروف بأهمباتو (Ahambatou)، نسبة لواد أهمباتو الذي يجتازه، وهو مؤرخ في 6 ± 651 مليون سنة (Bechiri-Benmerzoug, 2009). يتراوح طول قواطع دولريت هذه من بضعة أمتار إلى 3 كلم وعرضها ما بين 50 سم إلى 2 متر (اللوحه 1 الصوره a و b). الصخرة داكنة اللون ذات ملمس ناعم، عند كسر العينة، تظهر بلون مخضر غامق أين يمكن ملاحظة بعض الحبيبات بالمكبرة. تحت المجهر، تظهر الصخور بنسج حبيبي ناعم (اللوحه 1 الصوره c) أين تظهر بلورات أغلب البلاجيوكلاز (ما بين 35 إلى 45 % من الحجم الكلي للصخر) داكنة اللون بسبب فسادها إلى مزيج من

أكاسيد الحديد والميكا. تتداخل المقاطع المتطاولة في ما بينها مشكّلة فراغات تملؤها بلّورات البيروكسين (30 إلى 40 %) الذي يظهر بلون ورديّ فاتح ممّا يدلّ أنّها تحتوي على نسبة مرتفعة من التيتانيوم. تنتشر بلّورات متطاولة من الأمفبول (3 إلى 5%) ذات تبدل لونيّ مباشر من البنيّ الغامق إلى البنيّ الفاتح، تصل نسبة المعادن العاتمة (أكاسيد الحديد) إلى 10%. أمّا المعادن الملحقة فهي ممثّلة بالأباتيت والتيتانيت (Apatite + Titanite)، كما تنتشر وريقات صغيرة برّاقة من الميكا البيضاء والابيدوت والكلوريت والكوارتز وهم يعكسون التحوّل السطحي الذي تعرّضت له الصّخور.

2.1.3 نسيج دولريتي متوسّط الحبيبات Medium-grained doleritic texture: تتميز هذه القواطع بانتشارها الكبير في الجزء الجنوبيّ من منطقة الدّراسة حيث يتعدّى طولها 20 كلم، وعرضها يصل المترين، اتجاهها الرئيسيّ شرق-غرب ويمكن أن تكون باتجاه شمال شرق-جنوب غرب ونادرا جدّا ما تكون باتجاه الشّمال. تخترق هذه القواطع الباتوليتات الغرانوديوريتيّة من نمط TTG كباتوليث طامطق (Tamteq) المؤرّخ في 5 ± 742 مليون سنة، مرّكب سيلات (Silet) المؤرّخ في 3 ± 648 مليون سنة وباثوليث إهارج (Iharedj) غير المؤرّخ (اللوحة 1، الصّورة d). تتميز صخورها بلمس ناعم ذي مظهر أخضر اللون فاتح إلى داكن وعند كسر العينة يمكن مشاهدة بلّورات متجانسة الحجم أكثرها عاتمة اللون وتتخلّلها أخرى فاتحة. تظهر الدّراسة المجهرية نسيج دولريتيّ متوسّط الحبيبات (اللوحة 1، الصّورة e) شبه أوفيتي (Subophitic texture)، أين تظهر بلّورات البيروكسين كبيرة وتضمّ مقاطع مستطيلة من البلاجيوكلاز (اللوحة 1، الصّورة f). أظهرت بعض الشّرائح وجود بلّورات من الأمفبول السّمراء (من 10 إلى 15%) وكذلك مقاطع رقيقة ومتطاولة (ليفية الشّكل) من الأكتنوت والتريموليت (Actinote-Trimolite) وهي ناتجة من تغيّر البروكسين. المعادن العاتمة منتشرة بصورة نظاميّة ونسبتها لا تتعدّى 20%. يشكّل الكوارتز والكلوريت والكالسيت المعادن الثّانويّة التي نشأت نتيجة التّجوية الكيميائيّة للمعادن الرئيسيّة.

3.1.3 نسيج دولريتيّ خشن الحبيبات Coarse-grained doleritic texture: تمّت ملاحظتها في الجهة الجنوبيّة من منطقة الدّراسة فقط، حيث تخترق الباثوليت التّوناليتي طامطق (اللوحة 1، الصّورة g). تظهر في الميدان على شكل قواطع قصيرة إلى متوسّطة الطّول، حيث تظهر أحيانا على مسافات، تتراوح من 15 إلى 30 متر ثمّ تختفي تحت الرّسوبيات والحصى. بيّنت الدّراسة المجهرية نسيج دولريتيّ حبيبي خشن من نوع بيني (Intersertal doleritic texture)، يتراوح فيه طول بلّورات البلاجيوكلاز من 1 إلى 2 ملم (اللوحة 1، الصّورة h) وهو المعدن المسيطر من حيث الحجم الكليّ للصّخر (من 45 إلى 50%) ويظهر على شكل صفائح متطاولة مختلفة الابعاد. تبدي بعض أفراد البلاجيوكلاز تغييرا جزئيّا أو كليّا إلى وريقات الميكا البيضاء (السّيريسيت) البرّاقة كما تحتوي بعض البلّورات على أكاسيد الحديد على مستوى التّوأمة المرّكبة.

تبدو بلورات البيروكسان (من 40 إلى 45%) على شكل كامل وبتضاريس قوية. يبدي أغلب أفرادها تبديلاً لونيًا مباشرًا من الشفاف نحو البني.

تظهر الأمبول بين بلورات البلاجيوكلاز والبيروكسين بنسبة قليلة لا تتجاوز 5% من الحجم الكلي للصخر. نفس الفلزات الموجودة في القواطع الناعمة والمتوسطة، تشكل مجموعة المعادن الملحقة والثانوية (accessory and seconder minerals).

2.3. دراسة التركيب الكيميائي للمعادن الرئيسية

تخص التحاليل الكيميائية المنجزة قواطع الدولريت ذات النسيج الحبيبي المتوسط (نعتمدها الأولى في النص) وقواطع الدولريت ذات النسيج الحبيبي الخشن (نسميها الثانية) فقط، أما قواطع دولريت ذات النسيج الناعم، فلم نتمكن من إجراء تحاليل كيميائية لمعادنها.

1.2.3 التركيب الكيميائي لمعدن الفلسبار

التحاليل الكيميائية لمعدن الفلسبار والصيغ البنيوية معطاة في الجدول رقم 1، تبين هذه الأخيرة أن الفلسبار المتواجد في قواطع الدولريت، ذات النسيج متوسط الحبيبات، ممثل بالفلسبار البوتاسي (ساندين+أورتوكلاز) والفلسبار الكلسي-الصودي (البلاجيوكلاز) (الشكل 2)، للإشارة فإننا لم نستطع ملاحظة بلورات الفلسبار البوتاسي مجهرياً لصغر حجمها وتبين وجودها بواسطة التحاليل فقط. أما البلاجيوكلاز فهو من نوع أوليغوكلاز-لابرادور (An_{60-20})، مما يدل على أن تبلور البلاجيوكلاز كان متواصلاً حتى التبلور الكامل للقواطع. في قواطع الدولريت ذات النسيج الخشن، والمنتشرة في المنطقة الجنوبية من منطقة الدراسة فإن البلاجيوكلاز من نوع اندزين-لابرادور (An_{60-40})

وجود الألبيت في الدولريت الأولى، يعكس التوازن المتأخر لمعدن البلاجيوكلاز وذلك قد يكون مرتبطاً بنشاط المحاليل الساخنة الثانوية أو بالتحوّل السطحي المسجل في المنطقة عموماً.

2.2.3 تركيب الكيميائية لمعدن البيروكسين

التحاليل الكيميائية لمعدن البيروكسين والصيغ البنيوية معطاة في الجدول رقم 2.

تعكس النتائج المتحصل عليها جل الملاحظات المشاهدة بالمجهر حيث إن البيروكسين المدروس في قواطع الدولريت المتواجدة في الجزء الجنوبي، ينتمي للنظام البلوري ثلاثي الميل (Clinopyroxene) وبلغت نسبة أكسيد السليس (SiO_2) بين 47.1 و 51.71% في دولريت ذات النسيج متوسط الحبيبات وبين 51.37 و 52.71% في دولريت النسيج الخشن. قيم أكسيد الألومينيوم (Al_2O_3) أيضاً تعكس اختلافاً كبيراً في النسب حيث تراوحت بين 0.99 و 6.4% في الدولريت الأولى وتأرجحت بين 0.20 و 0.89% في الدولريت الثانية. نفس الملاحظة يمكن تسجيلها بالنسبة لأكسيد التيتانيوم (TiO_2) بحيث تراوح نسبه ما بين 0.55 و 2.49% في الأولى وما بين 0.03 و 0.21% في الثانية. وهو ما يتوافق مع التباين المسجل كذلك في نسب

أكاسيد الكالسيوم (16.81-20.95% و 21.24-22.02%) والحديد (8.008-15.58% و 8.38-10.38%) على التوالي. تبقى قيم أكسيد المغنيزيوم متقاربة جدًا (11.57-14.44% و 12.15-13.22%)، على التوالي) في كلتا السحنتن. ينعكس هذا التباين في مخطط موريموتو وآخرون (Morimoto et al; 1988) (الشكل 3) أين نلاحظ أن البيروكسين المتواجد في دولريت النسيج الخشن هو من نوع ديوبسيد (Diopside) في حين أنه من نوع ديوبسيد-أوجيت في دولريت النسيج المتوسط (Diopside – augite).

تظهر الطبيعة الكيميائية لمعدن البيروكسان بوضوح في المخطط Ti/Alt (الشكل 3) المقترح من طرف (Leterrier et al, 1982) أين تظهر الميزة الكلسية-القلوية في الدولريت ذات النسيج المتوسط وتلك التوليتية (Tholeitic) في الدولريت ذات النسيج الخشن. تبين هاتين الميزتين أن المواقع الجيوديناميكية المحتملة لنشأة الدولريت الأولى هي مناطق الغوص والجزر القوسية المتميزة مقابل الظهات وسط محيطية والجزر القوسية والأسطح البركانية القارية (Trapps) بالنسبة للدولريت الثانية.

3.2.3 التركيب الكيميائي لمعادن أكاسيد الحديد والتيتانيوم

تنتشر معادن أكاسيد الحديد في قواطع صخور الدولريت المنتشرة في إقليم سيلات بصورة شبه ثابتة حيث تشكل ما بين 15 إلى 20% من الحجم الكلي للصخر. تبين التحاليل الكيميائية لهذا المعدن أنها من نوع مغنتيت تيتانية (Ti-Magnetite)، إلمنيت (Ilmenite) و هيماتيت (Hematite). نعرض في الجدول رقم 3 التراكيب الكيميائية لأكاسيد الحديد من نوع مغنتيت تيتانية (Ti-Magnetite).

من خلال هذه النتائج، نلاحظ أن نسبة أكسيد التيتانيوم (TiO_2) متقاربة في كلا النوعين من النسيج حيث تتراوح بين 52.05 و 53.66% في الدولريت ذات النسيج المتوسط وما بين 51.87 و 53.07% في دولريت النسيج الخشن. نسبة أكسيد الحديد في الدولريت الأولى ($40.82 \leq FeO \leq 41.41\%$) أقل من تلك المسجلة في الدولريت الثانية ($42.74 \leq FeO \leq 44.38\%$) وهو ما يتعادل مع نسبة أكسيد المغنيز التي ترتفع قليلا في الدولريت الأولى ($2.01 \leq MnO \leq 4.41\%$) مقارنة مع الدولريت الثانية ($1.43 \leq MnO \leq 2.11\%$).

4- المناقشة والخلاصة Discussion and Conclusion

تمثل صخور الدولريت المرحلة الانتقالية بين صخور الغابرو التي تتبلور في باطن الأرض وصخور البازلت المتبردة على سطحها، فهي تتبلور قريبا من السطح مما يجعل نسيجها ناعم في أغلب الأحيان. الدولريت صخور قاعدية ($44\% \leq SiO_2 \leq 52\%$) تتميز بنسبة كبيرة من البلاجيوكلاز (تصل حتى 60%) الغني بالكالسيوم ونسبة أقل من البيروكسين (من 45 إلى 50%) وتواجد كل من الأولفين (أقل من 20%) والأمفيبول (أقل من 10%) في بعض الأحيان. تتموضع صخور الدولريت في الموقع ذاته على شكل قواطع في أغلب الأحيان، حيث تصل بين الغرفة الماغماتية والبركان أثناء نشاطه (في وسط قاري أو محيطي).

حسب المعطيات المتوفرة لدينا فإن دراسة قواطع الدولريت المنتشرة في الهقار قليلة عموماً بالرغم من أنها كثيرة الانتشار في الميدان خاصة في الهقار الغربي، مثل قواطع تين زيبان (Tin-Zibane) الواقعة في كتلة تاسنجاننت (Tassendjanet) على مقربة من حدودها الشرقيّة مع كتلة عين أوزال (In-Ouzal). قواطع تين زيبان عبارة عن صخور الدولريت وكتل من صخور الغابرو وقواطع من الغرانيت شبه ألومنيّة إلى فوق قلوية (Hadj-Keddour et al; 1998)، جميعها نابعة من الوشاح الفتي (Depleted mantle source) أثناء مرحلة ما بعد التصادم (Post-collisional setting) المرتبطة بالدورة البانيّة للجبال لعموم أفريقيا. توضع هذه الصخور على مستوى مناطق القصّ أثناء حركات ما بعد التصادم اليساريّة (Post-collisional sinistral movements along the shear zones). قام المؤلفون بتحديد تاريخ تموضعها ب 592.2 ± 5.8 مليون سنة (19 WR Rb-Sr isochron) وهو ما يتوافق مع توضع المركب الحلقيّ الغرانيّتيّ المسمى "شمال تيميماتين" (North Tihimatine) الذي تمّ تزمينه في حدود 600 مليون سنة (Fezaa et al; 2019). يقع هذا المركب في شمال كتلة عين أوزال المعرفة بأنها راسخ منذ 2 مليار سنة خلت، حيث سجّلت بصفة سطحيّة تأثيرات الدورة البانيّة للجبال لعموم أفريقيا، ومنه أصبحت تعتبر شبه راسخ. تجدر الإشارة إلى أنّ المؤلفين قارنوا توضع المركب بنشاط الفوالق الناتجة من مقاومة راسخ عين أوزال لحركات الضغطّ الناجمة عن تقارب الدرّع الصّحراويّ (Saharan Metacraton) شرقاً والدرّع الغرب-أفريقيّ (West African Craton) غرباً، ممّا أدى إلى هجرة درّع الطّوارق نحو الشّمال خلال الفترة الممتدّة من 630 إلى 580 مليون سنة وهي تعتبر آخر مظاهر نشاط الدورة البانيّة للجبال لعموم أفريقيا. كذلك تمّ رسم خريطة قواطع الدولريت المنتشرة في عين أوزال باستعمال تقنيّة (SIG) وكذا تحديد طبيعتها الكلسيّة-القلوية (F. Baraki et al; 2012) النّابعة من ماغما متشكّل أثناء نشاط الجزر القوسيّة. بالنّسبة لقواطع الدولريت التّوليتيّة المصاحبة للمركب فوق القاعديّ المكّتيّ عين الأران (In Allarene ultramafic complex)، والمتواجد في جنوب عين أوزال فهو يعتبر المركب فوق القاعديّ الوحيد الذي يعود تموضعه إلى الدورة البانيّة للجبال لعموم أفريقيا حيث تشكّل أثناء غوص ليتوسفير محيطيّ تحت الكتلة القاريّة لعين أوزال (Talbi et al; 2015).

تظهر قواطع الدولريت في الهقار الشرقيّ على مستوى الطّية المحدّبة لتين سريرين (Tin serririne) والمنتميّة لسلاسل الطّاسيليّ (Tassili series) ذات العمر الباليوزوي. حسب المؤلفين (Djellit et al; 2006) فإنّ هذه الصخور ذات طبيعة كيميائيّة قلوية ويعود عمرها للكربونيّ الأسفل (Tournaisian) 347.6 ± 16.2 مليون سنة باستخدام طريقة $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ (WR & Feldspath) (and)، توضع خلال الامتداد المقترن بإعادة نشاط الفوالق متأخرة النّشأة التي تنتمي للدورة البانيّة للجبال لعموم أفريقيا. في الهقار الأوسط، أشار الكثير من الباحثين (eg. M. Kesraoui, 2005) لوجود قواطع من صخور الدولريت ولكن حسب علمنا، لم يتمّ دراستها بصورة مفصّلة.

تجدر الإشارة إلى أنّ الأحواض الرسوبية الباليوزوية المنتشرة في الجهة الغربية للصحراء الجزائرية والواقعة شمال الهقار (أحواض بشار والحنك ورقان وتندوف ومنطقة فرزيقة) تتميز باحتوائها على قواطع من الدولريت وبعض التدفقات البازلتية (A. Mekkaoui, 2015 ; M. Chabou, 2008) التي تنتمي إلى أكبر إقليم نارّي في العالم، (Large Igneous Province of Center Atlantic ; LIPCA) والمكّي الإقليم الناريّ الكبير للأطلسي الاوسط، شواهد موزعة حاليًا على أربع قارات (أمريكا الشماليّة والجنوبيّة وأوروبا وأفريقيا). في الجزائر، توضع قواطع الدولريت وصخور البازلت المصاحبة لها أثناء تفكك القارة العظمى بانجبا في الجوراسي الاسفل (2.3 ± 200.8 مليون سنة $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ - plagioclase) على إثر انفتاح المحيط الاطلسي الاوسط (Chabou et al, 2007) وهي ذات طبيعة كيميائية توليتية. من خلال ما تقدّم، يظهر أنّ نشأة قواطع الدولريت مرتبطة بالتكتونية التوسعية والتقاربية على حد سواء بحيث تتميز بتركيبية:

1- توليتية أثناء تشكّل الريفت القاريّ وخلال نشاط الظّهرات الوسط محيطية.

2- كلس-قلوية في مناطق الغوص وعند تشكّل الجزر القوسية.

3- قلووية إلى فوق قلووية عند اقترانها بالفترة المتأخرة من الدورة البانية للجبال أي عند الاسترخاء بعد التصادم.

4- قلووية اثناء اعادة نشاط الفوالق اثناء مراحل دورات بانية للجبال جديدة.

علما أنّ المنطقة الوسطى من إقليم سيلات مشكلة من التّحام مجموعة من الجزر القوسية التي انضمت إلى الواجهة الغربية للشبه الراسخ لاتيا (LATEA) بعد غلق محيط أماس (Ammas) على مستوى الفالق الرئيسيّ $4^{\circ}50'$ أثناء الدورة البانية للجبال لعموم أفريقيا (J-P. Liégeois, 2019)، فإنّ وجود قواطع الدولريت ذات الطبيعة التوليتية إلى الكلس-قلوية (حسب الخصائص الكيميائية لمعدن البروكسان) يتوافق تماما مع السياق الجيوديناميكي العام للمنطقة. لكن تبقى فترة تموضع هذه القواطع مجهولة.

من المنطقيّ أنّها تشكّلت بعد تموضع الباتوليتات الغرانوديوريتية والتوناليتية من نمط (TTG) والمؤرخة ما بين 742 و 649 مليون سنة (Bechiri-Benmerzoug, 2018) لأنّها تقطعها، لكن هل هي مرتبطة بنشاط الفوالق المصاحب لتوضع المركبات الغرانيتية الحلقية المتأخرة النشأة في كتليّ عين تايديني وسيلات التي تمّ تزمينها ما بين 560 و 540 مليون سنة (Bonin et al, 2017) ؟ أم أنّها مرتبطة بمرحلة غير معروفة بعد في المنطقة؟

الخلاصة Conclusion

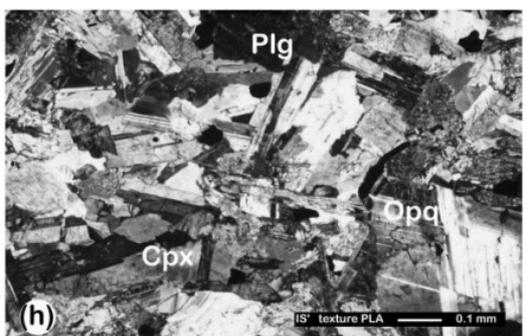
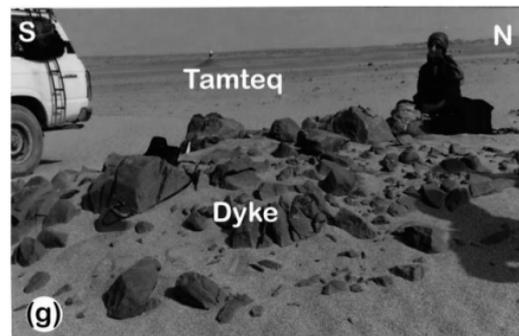
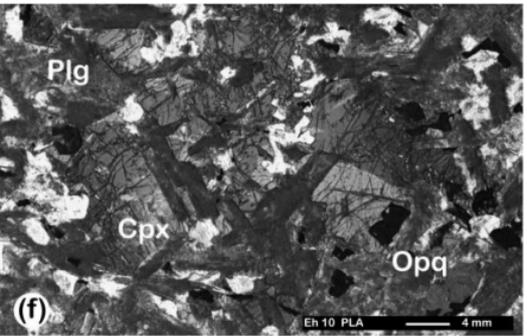
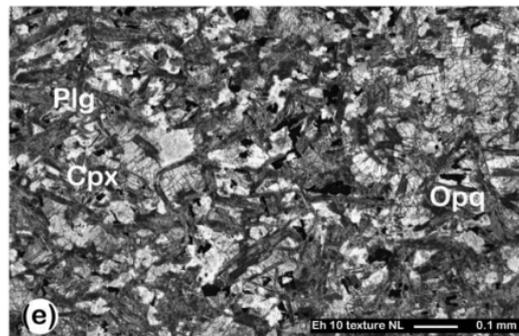
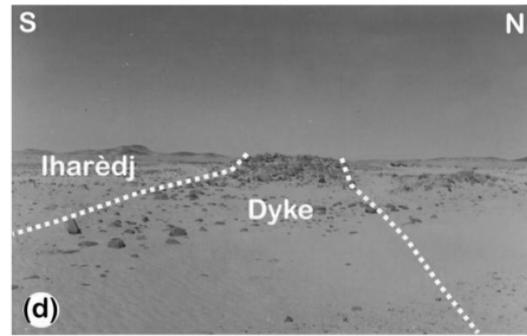
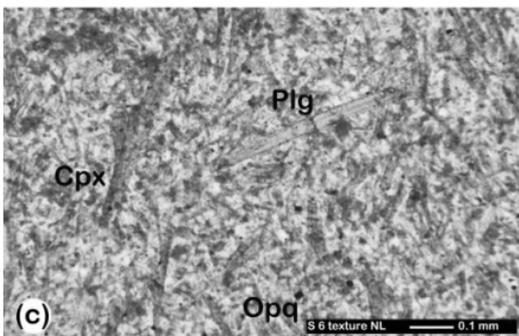
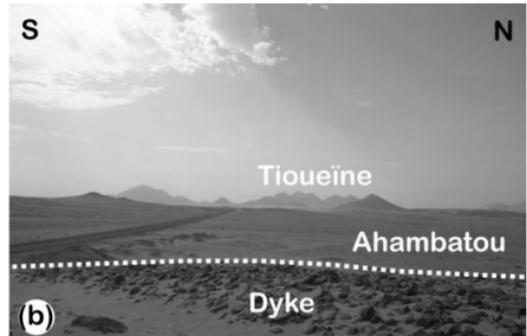
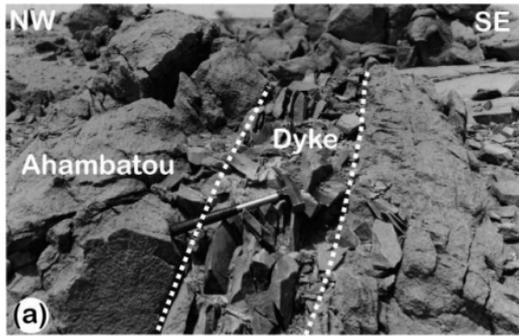
نلخص من خلال مناقشتنا للنتائج المحصلة إلى أبرز الملاحظات التي يمكن اعتبارها خلاصة هذه الدراسة بخصوص البتروغرافية والكيميائية لمعادن قواطع الدولريت المتواجدة في إقليم سيلاط ويمكن حصرها في النقاط التالية:

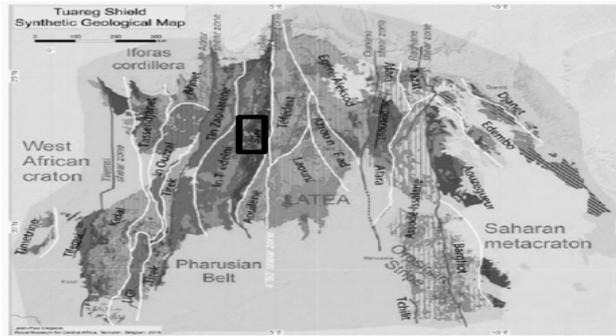
1. تتميز بانتشارها الواسع في المنطقة الجنوبية من الدراسة، كما أنها متواجدة بصفة أقل في المنطقة الشمالية منها.
 2. أهم الاتجاهات في الميدان هي شرق-غرب مع وجود اتجاهات شمال شرق-جنوب غرب ونادارا ما تكون متجهة شمال-جنوب.
 3. يوجد ثلاثة أنواع من الأنسجة، ناعمة متوسطة، وخشنة الحبيبات، مما يدل على أن تبلور قواطع الدولريت، كان في مستويات متباينة من القشرة الأرضية.
 4. التركيبة المعدنية متشابهة في جميع أنواع النسيج وهي ممثلة بمعادن البلاجيوكلاز البيروكسين التيتانيت، الأباتيت وأكاسيد الحديد المختلفة (Ti-Magnetite+Ilmenite+Hematite).
 5. سجلت جميع القواطع التحوّل السطحي المعروف في المنطقة، وينعكس ذلك من خلال انتشار المعادن الثانوية مثل الكلوريت، الأكتنوت، الميسكوفيت والابيدوت وغيرها.
 6. الطبيعة الكيميائية لبيروكسين الدولريت ذات النسيج المتوسط كلس-قلوية في حين البيروكسين المتواجد في قواطع الدولريت ذات النسيج الخشن توليبيتي.
- على الأرجح أن توضع قواطع الدولريت في إقليم سيلاط مرتبط بالمرحلة التي سبقت توضع المركبات الحلقية المتأخرة النشأة، أثناء الدورة البانية للجبال لعموم أفريقيا (سجلت التحوّل السطحي في سحنة الشيسيت الأخضر على خلاف المركبات الغرانيتية الحلقية)، كما هو الحال بالنسبة لقواطع تين زيبان المقترنة بالمركب الحلقى "شمال تهمياتين". لكن لاعتماد هذه الفكرة، لابد من دراسة جيوكيميائية مفصلة لصخور قواطع الدولريت (العناصر الرئيسية والنادرة والشحيحة والنظائر) ولم لا؟ تزمينها المطلق كذلك.

References المراجع -/5

1. Azzouni-Sekkal, A., Liégeois, J-P., Bechiri-Benmerzoug, F., Belaidi-Zinet, S., Bonin, B (2003). The "Taourirt" magmatic province, a marker of the closing stage of the Pan-African orogeny in the Tuareg Shield: review of available data and Sr-Nd isotope evidence. *Journal of African Earth Sciences* 37, 331-350
2. Bechiri-Benmerzoug, F. (2009). *Pétrologie, géochimie isotopique et géochronologie des granitoides Pan-africains de type TTG de Silet : contribution a la connaissance de la structuration du bloc d'Iskel (Silet, Hoggar occidental) Algérie*, Thèse Doctorat, Université des Sciences et Techniques Houari-Boumedienne, Alger, 398p.
3. Bechiri-Benmerzoug, F., Liégeois, J.P., Bonin, B., Azzouni-Sekkal, A., Bechiri, H., Kheloui, R., Matukov, D.I., Sergeev, S.A. (2011). The plutons from the Cryogenian Iskel composite oceanic island arc (Hoggar, Tuareg Shield, Algeria): U–Pb on zircon SHRIMP geochronology, geochemistry and geodynamical setting. *Seventh Hutton Symposium on Granites and Related Rocks*, Avila, Spain, July 4–9 2011, p. 17.
4. Berraki, F., Bendaoud, A., Brahimi, B., Djemai, S., Kienast, J-R., Deroin, J-P. et Ouzegane, K. (2012). Cartographie et étude pétrographique et minéralogique des dykes de dolérites de l'In Ouzal (Hoggar occidental, Algérie). *Photo Interprétation Europeen Journal of Applied Remote Sensing* V48, N1-2, pp 26-36
5. Boissonnas, J. (1973). *Les granites a structures concentriques et quelques autres granites tardifs de la chaîne pan-africaine en Ahaggar (Sahara central, Algérie)*. Thèse Doct. Etat, Ed C. N.R.S- C. R. Z. A. Série géologie, No. 16. 2 vol., 662 pp.
6. Bonin B, Azzouni-Sekkal A, Bowden P, Belousova E, Greau Y, Griffin WL & Bechiri-Benmerzoug, F. (2017). U-Pb and Lu-Hf Isotopic Systems in Zircon within Ediacaran – Paibian Granitoid "Taourirt" Ring-Complexes (Silet Terrane, Tuareg Shield, Algeria, West Africa): Implications for Tectonic Setting and Regional Correlation, *Goldschmidt 13- 18 August, Paris. France*.
7. Chabou, M., Sebai, A., Féraud, G., Bertrand, H. (2007) Datation $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de la province d'atlantique central dans le sud-ouest algérien, *comptes rendus géosciences*, 339, 970-978.
8. Chabou, M.C. (2008). *Datation $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ et géochimie de la province magmatique de l'atlantique central dans le Sud-Ouest algérien*. Thèse de Doctorat, Ecole nationale supérieure polytechnique.
9. Djellit, H., Bellon H., Ouabadi, A., Derder, M., Henry, B., Bayou, B., Khaldi, A., Baziz, K., Merahi, M. (2006). *Âge $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$, Carbonifère inférieur, du magmatisme basique filonien du synclinal paléozoïque de Tin Serririne, Sud-Est du Hoggar (Algérie)*. *Comptes Rendus Geoscience*, 338, pp. 624-631

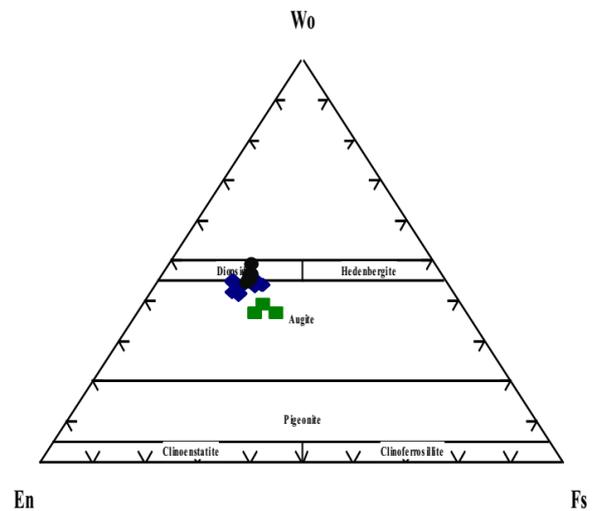
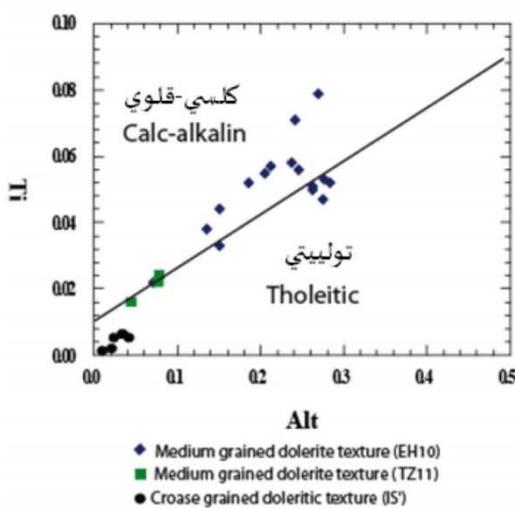
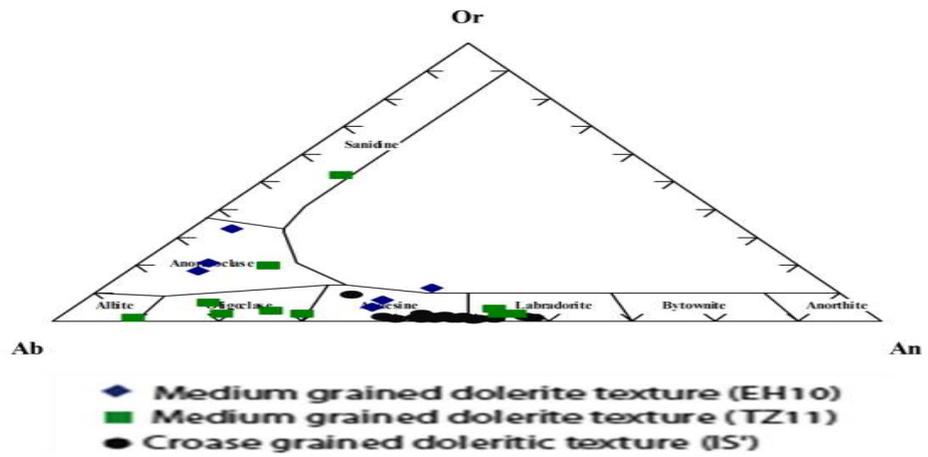
10. Dos Santos, T. J. S.; Fetter, A. H.; Neto, J. A. N. (2008). Comparisons between the northwestern Borborema Province, NE Brazil, and the southwestern Pharusian Dahomey Belt, SW Central Africa. The Geological Society of London. Retrieved 2010-01-31.
11. Fezaa N, Liégeois JP, Abdallah N, Bruguier O, De Waele B, Ouabadi A. (2018) The 600 Ma-old Pan-African magmatism in the In Ouzzal terrane (Tuareg Shield, Algeria): witness of the metacratonisation of a rigid block. The geology of the Arab world—an overview. Springer Geology, https://doi.org/10.1007/978-3-319-96794-3_3
12. Gravelle, M. (1969) Recherches sur la géologie du socle Précambrien de l'Ahaggar centro-occidental dans la région de Silet Tibehaouine. Thèse de Doctorat d'Etat, Paris, p 781 (unpublished)
13. Hadj-Kaddour ZH, Liégeois JP, Demaiffe D, Caby R. (1998) The alkaline–peralkaline granitic post-collisional Tin Zebane dyke swarm (Pan-African Tuareg shield, Algeria): prevalent mantle signature and late agpaïtic differentiation. Lithos 45:223–243
14. Kesraoui, M. (2005). Nature et évolutions comparées de granites à métaux rares dans le Hoggar central (Algérie) à travers la pétrologie, la cristallogénèse des micas et des minéraux à Ta, Nb, Sn, W et la géochimie. Thèse Doctorat es Sciences. USTHB. 237p.
15. Kheloui. R. (2009). Etude pétrographique, minéralogique et géochimique du massif mafique – ultramafique d'Iddeleh (Silet, Bloc d'Iskel, Hoggar. Thèse de magister, FSTGAT. 102pp
16. Lelubre, M. (1952). Recherche sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central).Thèse d'Etat, Paris, France tome 1, p 354, tome 2, p 385
17. Leterrier, J., Maury R.C., Thonon P., Girard D., Marchal M. (1982) - Clinopyroxene compositions as a Method of identification of the magmatic affinities of paleovolcanic séries. Earth Planetary Science Letters 59, 139-154.
18. Liégeois, J.P. (2019). A New Synthetic Geological Map of the Tuareg Shield: An Overview of Its Global Structure and Geological Evolution, The Geology of the Arab World—An Overview, Springer Geology, https://doi.org/10.1007/978-3-319-96794-3_2
19. Liégeois, J.P., Latouche, L., Boughrara, M., Navez, J., Guiraud, M. (2003). The LATEA metacraton (central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): Behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny. Journal of African Earth Sciences 37.
20. Morimoto, N. (1988). Nomenclature of pyroxenes. Mineralogy and Petrology 39, 55-76
21. Talbi, Mohamed, Bendaoud, Abderahmane, Ouzzegane, Khadidja. (2015); The In Allarene ultramafic complex (Western Hoggar, South Algeria) EGU General Assembly 2015, held 12-17 April, 2015 in Vienna, Austria. id.3219





- 1 Quaternary
- 2 Cenozoic magmatism
- 3 Phanerozoic
- 4 Permian magmatism
- 5 Permian sediments
- 6 Devonian magmatism
- 7 Ediacarian magmatism (alkaline & alacii-calsic)
- 8 Ediacarian magmatism
- 9 Ediacarian sediments
- 10 Ediacarian metamorphic rocks
- 11 Cryogenian magmatic rocks
- 12 Cryogenian volcano-sedimentary rocks (greenstone)
- 13 Tonian magmatism
- 14 Tonian volcano-sedimentary rocks
- 15 Tonian sediments
- 16 Orasian protolith/Ediacarian metamorphism
- 17 Rhyacian protolith/Ediacarian metamorphism
- 18 Mesoarchean protolith/Ediacarian metamorphism
- 19 Neoproterozoic (WAC)

1 : توضعات الرباعي 2 : النشاط الماغماطي السينوزوي 3 : الفانيزوي 4 : النشاط الماغماطي البرمي 5 : صخور رسوبية البرمي
 6 : النشاط الماغماطي الديفوني 7 : النشاط الماغماطي ادياكاريان (قلوي وكلسي-قلوي) 8 : النشاط الماغماطي ادياكاريان 9 : رسوبيات ادياكاريان
 10 : صخور متحولة ادياكاريان 11 : صخور نارية الكريوجينيان 12 : صخور بركانية-رسوبية الكريوجينيان (الصخور الخضراء)
 13 : النشاط الماغماطي التونيان 14 : صخور بركانية-رسوبية التونيان 15 : رسوبيات التونيان 16 : أودازيان بروتولايت تحول ادياكاريان
 17 : رياسيان بروتولايت تحول ادياكاريان 18 : الأركي المتوسط بروتولايت تحول ادياكاريان 19 : الأركي الحديث (الدرع الغرب افريقي)



| Sample | EH 10 | EH 10 | EH 10 | EH 10 | IS' | IS' | IS' | IS' | IS' | IS' |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| analyses | 82 | 83 | 84 | 91 | 2 | 3 | 51 | 52 | 53 | 58 |
| SiO ₂ | 0,019 | 0,083 | 0,09 | 0,086 | 0,034 | 0,066 | 0,045 | 0,066 | 0,113 | 0,058 |
| TiO ₂ | 52,329 | 52,052 | 52,633 | 53,29 | 53,665 | 52,691 | 51,745 | 53,078 | 51,872 | 51,964 |
| Al ₂ O ₃ | 0,595 | 0,763 | 0,217 | 0,435 | 0 | 0 | 0 | 0,121 | 0 | 0 |
| Cr ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0,022 | 0 | 0,039 | 0,047 | 0,094 | 0,039 | 0,094 | 0,117 |
| FeO | 41,412 | 40,82 | 40,938 | 40,805 | 42,881 | 43,837 | 44,381 | 42,743 | 43,435 | 43,815 |
| MnO | 4,165 | 4,41 | 3,787 | 4,386 | 2,01 | 2,008 | 1,942 | 1,755 | 2,111 | 1,433 |
| MgO | 0,096 | 0,07 | 0,154 | 0,096 | 0,138 | 0,123 | 0,143 | 0,129 | 0,126 | 0,166 |
| NiO | 0 | 0 | 0,052 | 0,117 | 0 | 0 | 0,02 | 0,101 | 0 | 0 |
| CaO | 0,104 | 0,169 | 0,406 | 0,154 | 0,042 | 0,069 | 0,108 | 0,027 | 0 | 0,018 |
| Na ₂ O | 0,057 | 0,042 | 0,007 | 0,035 | 0 | 0,092 | 0,008 | 0 | 0 | 0,023 |
| K ₂ O | 0 | 0,037 | 0,037 | 0,019 | 0,01 | 0,025 | 0 | 0,069 | 0,012 | 0,016 |
| ZrO ₂ | 0,135 | 0,239 | 0,143 | 0,066 | 0 | 0 | 0,042 | 0 | 0 | 0,074 |
| Cl | 0 | 0,028 | 0 | 0,022 | 0,033 | 0,018 | 0,024 | 0,002 | 0 | 0,002 |
| BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F | 0 | 0,219 | 0 | 0 | 0,222 | 0 | 0,073 | 0 | 0,365 | 0,218 |
| P ₂ O ₅ | 0,016 | 0,046 | 0,025 | 0,007 | 0,053 | 0,021 | 0,023 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 98,928 | 98,978 | 98,512 | 99,517 | 99,127 | 98,996 | 98,647 | 98,13 | 98,129 | 97,903 |

قائمة الأشكال

- الشكل 1: خريطة جيولوجية لدرع الطوارق تبين الكتل الليتوسفيرية الخمسة وعشرين (محددة باللون الأبيض أو الأزرق) حسب (Liégeois et al, 2019). يمثل الإطار إقليم سيلات.
 - الشكل 2: التصنيف الكيميائي لفلسبار قواطع الدولريت المدروسة في المنحنى الثلاثي (Or-Ab-An) أورتوز-ألبيت-أنورتيت.
 - الشكل 3: بيروكسين قواطع الدولريت في منحنى (Wo-En-Fs).
 - الشكل 4: منحنى Ti Vs Al_t لقواطع الدولريت المدروسة.
- اللوحة 1: صور فتوغرافية لقواطع الدولريت.
- (a) قاطع الدولريت سنتيمتري (b) منظر عام لقاطع الدولريت من الحجم الكبير (يخترق باثوليت اهمباتو) (c) نسيج دوليرتي ناعم الحبيبات العينة S06 (بالمجهر المستقطب بدون محلل) (d) منظر لقاطع من الدولريت في باثوليت إهارج (e) نسيج دوليرتي متوسط الحبيبات (Eh 10) (f) معدن البيروكسين يحتوي على صفائح البلجيوكلاز (g) قاطع دوليرتي يخترق باثوليت طامطق (h) نسيج دوليرتي خشن الحبيبات العينة (IS') (PLA) ضوء مستقطب بالمحلل، (NL) ضوء طبيعي بدون المحلل، (Cpx) بيروكسين (Plg) بلاجيوكلاز (Opq) أكاسيد الحديد والتيتانيوم.

قائمة الجداول

1. الجدول 1: التحاليل الكيميائية لمعدن الفلسبار والصيغ البنيوية (حساب على أساس 8 أوكسجين)
2. الجدول 1: التحاليل الكيميائية لمعدن البيروكسين والصيغ البنيوية (حساب على أساس 6 أوكسجين).
3. الجدول 1: التحاليل الكيميائية لمعدن أكسيد الحديد والتيتانيوم.

Figure List

1. Figure 1: Geological map of the touareg shield display the 25 terranes (marked in white or blue lines) (Liégeois , 2019), Silet area (Black frame)
2. Figure 2: Classification of the dolerite dykes' feldspar (Silet area)
3. Figure 3: Classification of the dolerite dykes' pyroxene in the Morimoto diagram (1988)
4. Figure 4: Alt Vs Ti of the dolerite dykes' pyroxene (Silet area)

Planch 1: Photography of Silet's dolerite dykes

- (a) Centimeter dolerite dykes (b): general view of the dolerite dykes of large size (Ahambatou batholith) (c) Fine-grained doleritic texture (Sample S06) (with a polarized microscope without an analyzer) (d): view of a dolerite dykes in the Iharedj batholith (e) Medium-grained doleritic texture (sample Eh 10) (f): The pyroxene mineral contains plagioclase sheets (g) Dolerite dykes occur cross Tamteq batholith (h): Coarse-grained doleritic texture (sample IS'), (PLA) Polarized Light Analysed (NL) Natural Light without Analyzer, (Cpx) Pyroxene (Plg) Plagioclase (Opq) Fe-Ti Oxides

Tables list

1. Table 1: Chemical analyzes of feldspar and structural formulas (calculation based on 8 oxygen).
2. Table 1: Chemical analyzes of pyroxene and structural formulas (calculation based on 6 oxygen).
3. Table 1: Chemical analyzes of Ti-Fe oxide

تدفق سائل ذي سطح حرّ فوق عقبات شبه منحرفة مع تأثير

الجاذبية والتوتر السطحيّ

عبد القادر لعياضي * عبد الكريم ومرزوقي **

تاريخ القبول 06 فيفري 2020

تاريخ الإرسال 25 ديسمبر 2019

الملخص Abstract :

في هذا العمل، ندرس التدفّقات الثنائية الأبعاد على عقبات شبه منحرفة تحت تأثير الجاذبية والتوتر السطحيّ، في المياه ذات العمق الثابت. نفترض أنّ السائل غير قابل للضغط وليس لزجا. نفترض أنّ التدفق ليس دورانياً. يتمّ حلّ المسألة عددياً باستخدام تقنية المعادلة التكامليّة الحدوديّة، استناداً إلى صيغة تكامل كوشي. يتبيّن أنّه بالنسبة لكلّ من التدفّقات فوق الحرجة وتحت الحرجة، تعتمد حلول هذه المسألة على ثلاثة معاملات: (1) عدد فرود.

(3) زوايا العقبات. توجد عائلات متعدّدة من الحلول لقيم معيّنة للمعاملات Weber (2) عدد ويبر Froude الثلاثة السّابقة، سوف نناقش هذه النتائج في نهاية هذه الورقة.

كلمات مفتاحيّة: تدفق سائل ذي سطح حرّ، تدفق كمون، عدد ويبر، توتر سطحيّ، عدد فرود.

Title: Free-flowing liquid flow over trapezoidal obstacles

with effect Gravity and surface tension

Abstract: In this work, we study two-dimensional flows over trapezoidal obstacles under the effects of gravity and surface tension in water of a constant depth. The fluid is treated as inviscid and incompressible. The flow is assumed to be irrotational. The problem is solved numerically by using the boundary integral equation technique, based on Cauchy integral formula. It is shown that, for both supercritical and subcritical flows, the solutions of this problem depend on three parameters: (1) the Froude number, (2) the Weber number, (3) the angles of obstacles. Multiple

* قسم الرياضيات، جامعة بسكرة Email :abdelkader.laiadi@univ-biskra.dz

** قسم الرياضيات جامعة المسيلة

families of solutions exist for particular values of the precedent three parameters. We discuss this results at the end of this paper.

Keywords: Free surface flow, potential flow, Weber number, surface tension, Froude number.

المدخل Introduction

خلال العقود الأربعة الماضية، كان هناك اهتمام متزايد في دراسة مسائل التدفق لسائل ذي سطح حرّ مع وجود حالات غير منتظمة محدودة. استخدمت الطرق العددية والتحليلية لحل هذه المسائل للحصول على الميزات الأساسية لمثل هذا التدفق في وضعيات مختلفة. الحلول الخطية للتدفق فوق بعض العقبات وأيضاً تم دراسة، [13] Lamb ولامب [7] Forbes درست من قبل كثير من الباحثين مثل فوربس، وعبد المالك [4] Binder المسائل غير الخطية من قبل العديد من المؤلفين مثل بندر. ومع ذلك فقد واجهوا بعض الصعوبات في دراسة تقارب الطرق المستعملة. [1] Abd-el-malek.

أما بالنسبة للعقبات ذات الأشكال الهندسية المعروفة مثل (مثلث، مربع، شبه منحرف...) لقد درس حل لمسألة تدفق على [8] Forbes منذ القرن الماضي من قبل بعض الباحثين على سبيل المثال، قدم [1] Abd-el-malek عقبة دائرية مع وجود تأثير الجاذبية والتوتر السطحي، ودرس عبد المالك العثور على حلّ لتدفق [9] Hanna مسألة تدفق فوق عقبة مثلثية مع تأثير الجاذبية. وأكد المؤلفون فوق عقبة شبه منحرفة باستعمال طريقة تقطيع السلسلة.

في هذه الورقة، نقوم بدراسة مسألة تدفق ثنائي الأبعاد ولا دوراني لسائل غير قابل للضغط وغير لزج ذي سطح حرّ ذي شكل غير معروف فوق عقبتين شبه منحرفتين مع وجود التوتر السطحي والجاذبية المدرجة (boundary element) في الشروط الحدودية ويتم حل هذه المسألة عددياً بواسطة طريقة عنصر الحدود.

يتم صياغة المسألة على أنها معادلة تفاضلية-تكاملية وعند حلها نحصل على جملة معادلات جبرية. يتم حل هذه الجملة غير الخطية باستخدام طريقة نيوتن. نقوم بصياغة وضعيّة المسألة في المقطع 2 وبتقديم المعادلة التكاملية في المقطع 3. الطريقة العددية لحلّ المسألة مفصّلة في المقطع 4، وقدمها هولس [15] Vanden-Broeck وقد استعملت من قبل العديد من المؤلفين مثل فادن بروك

[3] Belward، وبلوارد [4] Binder، بندر [11,12] Holmes

في المقطع الأخير نناقش النتائج المحصّل عليها مع ملاحظة تأثير الجاذبية والتوتر السطحي على شكل السطح الحرّ للسائل. ونوضّح ذلك برسم منحنيات الأسطح الحرّة من أجل قيم معيّنة للمعاملات السابقة.

وضعية المسألة

نعتبر تدفق سائل غير قابل للضغط وغير لزج ثنائي الأبعاد وليس دورانياً. كما نعتبر منطقة التدفق

حيث $0 < |\gamma| < \frac{\pi}{2}$ و β ومحدودة من الأسفل بعائقين شكلهما شبه منحرف معرفين بالزاويتين

نختار الإحداثيات. $M'A$ ، ونعتبر المنطقة أيضاً محدودة من الأعلى بسطح حر $0 < |\beta| < \frac{\pi}{2}$ وانظر

(الشكل 1). y (أما اتجاه الجاذبية فيكون عكس الاتجاه الموجب للمحور (x, y) الديكارتيّة

ليكن مرافق شعاع السرعة المركبة المعرف بالعلاقة التآلية

$$\omega = u - iv \quad (2.1)$$

هما مركبتا شعاع السرعة. u و v حيث

عندما يؤول H وارتفاع الماء ثابت، هو U نفرض أن التدفق يقترب من تيار منتظم بسرعة منتظمة

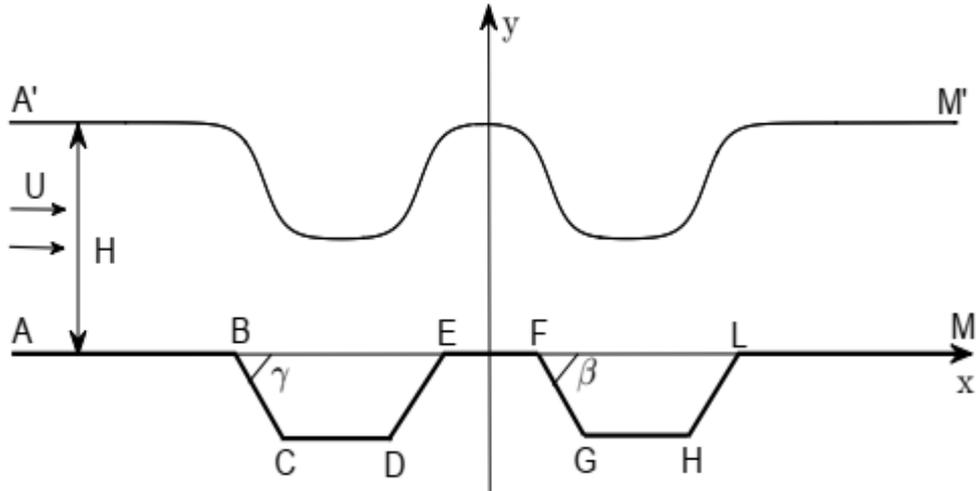
وطول الوحدة لارتفاع السائل (نعتبر اصطلاحاً شعاع الوحدة للسرعة هو $x \rightarrow \infty$ إلى لا نهاية x)

ندرس في هذه المسألة تأثير الجاذبية والتوتر السطحي على شكل السطح الحر للسائل. في هذه H هو

وعدد فرود المعرف بالعلاقة $\delta = \frac{T}{\rho U^2 H}$ الحالة، نعلم على معاملين هما عدد ويبر المعرف بالعلاقة

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{gH}}$$

هي كثافة السائل. ρ هي الجاذبية و g هو التوتر السطحي، T حيث



، المعين من أجل $A'M'$ منحنى السطح الحر $z = x + iy$ الشكل 1. نمثل في المستوي

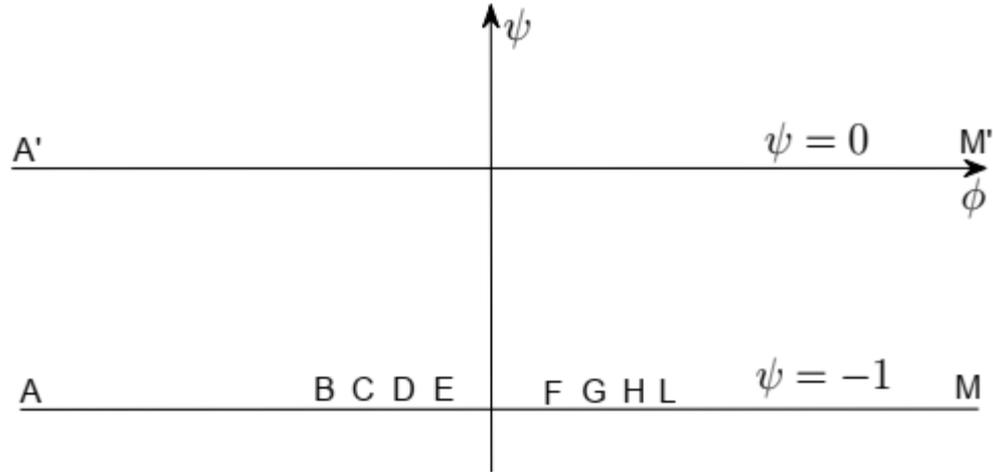
$$\gamma = \beta = -\frac{\pi}{6}$$

$$f(x, y) = \phi(x, y) + i\psi(x, y)$$

نعتبر دالة الكمون المركبة المعرفة كالتالي (2.2)

دالة التيار. ψ تمثل دالة الكمون و ϕ حيث

AM. على خط التيار السفلي $\psi = -1$ ، وأيضا $A'M'$ على خط التيار الحرف للسائل $\psi = 0$ نختار
تظهر في الشكل 2. $f = \phi + i\psi$ منطقة التدفق في المستوي
في منطقة التدفق. $\Delta\phi = 0$ التي تحقق معادلة لابلاس ϕ المسألة الرياضياتية هي إيجاد دالة الكمون



. $f = \phi + i\psi$ الشكل 2. المستوي

باعتبار وجود تأثير الجاذبية والتوتر السطحي على شكل السطح الحرف للسائل، تكتب معادلة برنولي على الشكل

$$\frac{1}{2}(u^{*2} + v^{*2}) + \frac{p^*}{\rho^*} + g^* y^* = C \quad (2.3)$$

المعرف كالتالي p_0 و p^* ليكن قانون لابلاس (ضغط لابلاس) الذي يحدد العلاقة بين

$$p^* - p_0 = \frac{T}{R} = K^* T \quad (2.4)$$

هو p_0 هو ضغط السائل، p^* هو نصف قطر الانحناء، (the curvature) هو الانحناء $K = \frac{1}{R}$ حيث

الضغط الجوي. لتكن المتغيرات، والتي تسمى المتغيرات لا بعد، التالية

$$u = \frac{u^*}{U}, v = \frac{v^*}{U}, K = K^* H, g = \frac{g^*}{H}, y = \frac{y^*}{H}$$

نعوض المعادلة (2.4) في المعادلة (2.3) وباستعمال المتغيرات لا بعد، تكتب معادلة برنولي على الشكل

$$\frac{1}{2}(u^2 + v^2) + \delta K + \frac{1}{Fr^2}(y-1) = \frac{1}{2} \quad (2.5)$$

الشروط الحدية الحركية معرفة بالمعادلات التالية

$$\begin{cases} v=0, \psi=-1, -\infty < \phi < \phi_B, \phi_C < \phi < \phi_D, \phi_G < \phi < \phi_H, \phi_E < \phi < \phi_F, \phi_L < \phi < +\infty, \\ v=u \tan|\gamma|, \psi=-1, \phi_B < \phi < \phi_C, \phi_F < \phi < \phi_G, \\ v=u \tan|\beta|, \psi=-1, \phi_D < \phi < \phi_E, \phi_H < \phi < \phi_L \end{cases} \quad (2.6)$$

كالتالي $\tau - i\theta$ نعرف الدالة

$$\omega = u - iv = e^{\tau - i\theta} \quad (2.7)$$

(انظر الشكل 3) نقوم بتحويل منطقة التدفق في المستوي السابق (الشكل 2) إلى المستوي النصف

العلوي باستعمال التحويل التالي

$$\zeta = \alpha + i\beta = e^{-\pi\tau} = e^{-\pi(\phi + i\psi)} = e^{-\pi\phi} (\cos \pi\psi - i \sin \pi\psi) \quad (2.8)$$

 $\zeta = \alpha + i\beta$ الشكل 3. المستوي

طويلة شعاع السرعة معرفة بالعلاقة

$$u^2 + v^2 = e^{2\tau} \quad (2.9)$$

معرف بالعلاقة θ بدلالة K وأيضاً الانحناء

$$K = -e^{\tau} \left| \frac{\partial \theta}{\partial \phi} \right| \quad (2.10)$$

نعوض (2.9) و (2.10) في المعادلة (2.5)، فنحصل على معادلة برنولي التالية

$$\frac{1}{2} e^{2\tau} - \delta e^{\tau} \left| \frac{\partial \theta}{\partial \phi} \right| + \frac{1}{Fr^2} (y-1) = \frac{1}{2} \text{ on } A'M' \quad (2.11)$$

كالتالي نستخدم العلاقة (2.7)، تكون الشروط الحدية الحركية (2.6) في المستوي

$$\left. \begin{aligned} -\infty < \alpha < \alpha_B, \alpha_C < \alpha < \alpha_D, \alpha_E < \alpha < \alpha_F, \alpha_G < \alpha < \alpha_H \\ \alpha_B < \alpha < \alpha_C, \alpha_F < \alpha < \alpha_G \\ \alpha_D < \alpha < \alpha_E, \alpha_H < \alpha < \alpha_L \\ \theta < \alpha < +\infty \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \theta = 0 \text{ من أجل} \\ |\gamma| = \theta \text{ من أجل} \\ |\beta| = \theta \text{ من أجل} \\ \theta \text{ مجهول من أجل} \end{array} \quad (2.12)$$

المعادلة التفاضلية التكاملية

نختار المنطقة العلوية المكونة من ζ في المستوي $\tau - i\theta$ لحل المسألة نطبق نظرية كوشي للتكامل بالنسبة للدالة المحور الحقيقي ونصف الدائرة ذات القطر الكبير بكفاية. نأخذ الجزء الحقيقي لتكامل كوشي فتكون العلاقة التالية

$$\tau(\alpha_0) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha \quad (3.1)$$

لاختصار الترميز. نستخدم الشروط الحدية (2.12)، فيكون $\tau(\alpha_0) = \tau(\alpha_0, 0)$ و $\theta(\alpha) = \theta(\alpha, 0)$ حيث

التكامل (3.1)

$$\tau(\alpha_0) = -\frac{1}{\pi} \left[\int_{-\infty}^{\alpha_B} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_{\alpha_B}^{\alpha_C} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_{\alpha_C}^{\alpha_D} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_{\alpha_D}^{\alpha_F} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_{\alpha_F}^{\alpha_G} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha \right. \\ \left. + \int_{\alpha_G}^{\alpha_H} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_{\alpha_H}^{\alpha_L} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_{\alpha_L}^0 \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha + \int_0^{+\infty} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha \right] \quad (3.2)$$

بالتالي

$$\tau(\alpha_0) = -\frac{\gamma}{\pi} \ln \left| \frac{\alpha_C - \alpha_0}{\alpha_B - \alpha_0} \right| + \frac{\gamma}{\pi} \ln \left| \frac{\alpha_E - \alpha_0}{\alpha_D - \alpha_0} \right| - \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{\alpha_G - \alpha_0}{\alpha_F - \alpha_0} \right| + \\ \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{\alpha_L - \alpha_0}{\alpha_H - \alpha_0} \right| - \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\theta(\alpha)}{\alpha - \alpha_0} d\alpha \quad (3.3)$$

(يكون $\psi = 0$ هذه المعادلة معرفة على خط السطح الحر للسائل. باستعمال العلاقة (2.8) (في حالة

$$\alpha = e^{-\pi\phi}, \alpha_0 = e^{-\pi\phi_0} \quad (3.4)$$

$-\infty < \phi < +\infty$ نعوض (3.4) في (3.3) فنجد من أجل

$$\hat{\tau}(\phi_0) = -\frac{\gamma}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_C} + e^{-\pi\phi_0}}{e^{-\pi\phi_B} + e^{-\pi\phi_0}} \right| + \frac{\gamma}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_E} + e^{-\pi\phi_0}}{e^{-\pi\phi_D} + e^{-\pi\phi_0}} \right| - \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_G} + e^{-\pi\phi_0}}{e^{-\pi\phi_F} + e^{-\pi\phi_0}} \right| + \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_L} + e^{-\pi\phi_0}}{e^{-\pi\phi_H} + e^{-\pi\phi_0}} \right| + \int_{-\infty}^{\phi} \frac{\hat{\theta}(\phi) e^{-\pi\phi}}{e^{-\pi\phi} - e^{-\pi\phi_0}} d\phi \quad (3.5)$$

$$\text{حيث } \hat{\theta}(\phi) = \theta(e^{-\pi\phi}) \text{ و } \hat{\tau}(\phi_0) = \tau(e^{-\pi\phi_0}).$$

على الشكل التالي: $\hat{\tau}$ و $\hat{\theta}$ إذا تكتب المعادلة التفاضلية-التكاملية (2.11) بدلالة

$$\frac{1}{2} e^{2\hat{\tau}} - \delta e^{\hat{\tau}} \left| \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \phi} \right| + \frac{1}{Fr^2} (y-1) = \frac{1}{2} \text{ on } A'M' \quad (3.6)$$

التي تحدّد شكل السطح الحرّ للسائل نستعمل العلاقة (2.7) ونحسب تكامل (x, y) لتعيين الإحداثيات الديكارتية المتطابقة التالية

$$\frac{dz}{df} = \frac{1}{u-iv} \quad (3.7)$$

ومنه نجد أنّ

$$x(\alpha) = x_{\infty} - \frac{1}{\pi} \int_0^{\alpha} \frac{e^{-\tau(\alpha_0)} \cos \theta(\alpha_0)}{\alpha_0} d\alpha_0, \quad 0 < \alpha < +\infty \quad (3.8)$$

$$y(\alpha) = 1 - \frac{1}{\pi} \int_0^{\alpha} \frac{e^{-\tau(\alpha_0)} \sin \theta(\alpha_0)}{\alpha_0} d\alpha_0, \quad 0 < \alpha < +\infty \quad (3.9)$$

باستعمال (3.4)، تكتب العلاقاتين (3.8) و (3.9) بالشكل

$$\hat{x}(\phi) = x(e^{-\pi\phi}) = x_{\infty} + \int_{-\infty}^{\phi} e^{-\hat{\tau}(\phi_0)} \cos \hat{\theta}(\phi_0) d\phi_0, \quad -\infty < \phi < +\infty \quad (3.10)$$

$$\hat{y}(\phi) = y(e^{-\pi\phi}) = 1 + \int_{-\infty}^{\phi} e^{-\hat{\tau}(\phi_0)} \sin \hat{\theta}(\phi_0) d\phi_0, \quad -\infty < \phi < +\infty \quad (3.11)$$

نعوض (3.11) في معادلة برنولي (3.6)، نتحصّل على معادلة تفاضلية-تكاملية سنقوم بحلّها عدديًا في المقطع الموالي.

الطريقة العددية

في المقطع السابق، المعادلة (3.6) كانت معادلة تفاضلية-تكاملية غير خطية وهو الشرط الحدي غير الخطي في المسألة. نقوم في هذا المقطع بتقديم الطريقة العددية لحل هذه المعادلة. استعمل هذه الطريقة العديد من المؤلفين [15] Vanden-Broeck و [4] Binder مثل

$-\infty < \phi < +\infty$. أولاً: نقوم بحساب التكامل في (3.5) عددياً مستعملين قاعدة متوازي الأضلاع، وأن

مجالاً جزئياً على الشكل التالي N نقوم بتقسيم هذا المجال إلى:

$$\phi_I = \left[\frac{-(N-1)}{2} + (I-1) \right] \Delta, \quad I = 1, \dots, N, -\infty < \phi < +\infty \quad (4.1)$$

نحسبها في منتصف كل تقسيم وتكون على الشكل ϕ_0 يمثل خطوة التقسيم. بالنسبة للدالة $\Delta > 0$

حيث

$$\phi_M = \frac{\phi_{I+1} + \phi_I}{2}, \quad I = 1, \dots, N-1 \quad (4.2)$$

باستعمال قاعدة متوازي الأضلاع، تكتب العلاقة (3.5) على الشكل:

$$\begin{aligned} \tau_M = \hat{\tau}(\phi_M) = & -\frac{\gamma}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_C} + e^{-\pi\phi_M}}{e^{-\pi\phi_B} + e^{-\pi\phi_M}} \right| + \frac{\gamma}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_E} + e^{-\pi\phi_M}}{e^{-\pi\phi_D} + e^{-\pi\phi_M}} \right| - \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_G} + e^{-\pi\phi_M}}{e^{-\pi\phi_F} + e^{-\pi\phi_M}} \right| + \\ & \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{e^{-\pi\phi_L} + e^{-\pi\phi_M}}{e^{-\pi\phi_H} + e^{-\pi\phi_M}} \right| + \sum_{j=1}^N \frac{\theta_j e^{-\pi\phi_j} \Delta w_j}{e^{-\pi\phi_j} - e^{-\pi\phi_M}} \end{aligned} \quad (4.3)$$

دالة الوزن معرفة بالعلاقة w_j . تسمى $\theta_j = \hat{\theta}(\phi_j)$ حيث $j = 1, \dots, N$

$$w_j = \begin{cases} \frac{1}{2} & : j = 1, N \\ 1 & : j = 2, \dots, N-1 \end{cases}$$

N معادلة غير خطية ذات N نعوض (4.3) في (3.6) وباستعمال (4.1) و (4.2) نحصل على جملة من

$(\theta_I, I = 1, \dots, N)$ مجهولاً

$\left(x_I = \hat{x}(\phi_I), y_I = \hat{y}(\phi_I) \right)$. نستعمل طريقة أولر لحل المعادلة التفاضلية (3.7) عددياً وتعيين

المعادلات الوسيطة لرسم منحنى السطح الحر للسان.

$$\begin{cases} x_1 = x_\infty \\ x_{I+1} = x_I + \Delta e^{-\tau_M} \cos \theta_M, \quad I = 1, \dots, N-1 \end{cases}$$

و

$$\begin{cases} y_1 = 1 \\ y_{I+1} = y_I + \Delta e^{-\tau_M} \sin \theta_M, \quad I = 1, \dots, N-1 \end{cases}$$

العلاقة (4.2). نتأكد من أن المعادلة (3.6) تحقق منصفات كل تقسيم للمجال الحقيقي

حيث $\theta_M = \frac{\theta_{I+1} + \theta_I}{2}$. $(\theta_I, I = 1, \dots, N)$ مجهولا N نحصل على جملة معادلات جبرية غير خطية ذات

في النقاط (4.1) يكون لدينا (Finite differences) نستعمل طريقة الفروق المنتهية $\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \phi}$ لتقريب

$$\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \phi} = \frac{\theta_{I+1} - \theta_I}{\Delta}, I = 1, \dots, N - 1$$
 المشتقة

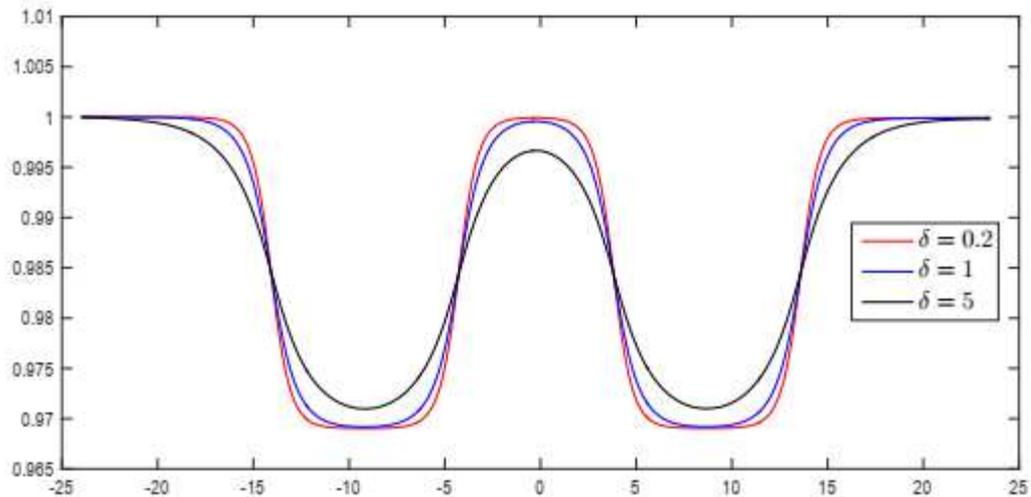
نحلّ الجملة السابقة باستعمال طريقة نيوتن. δ و Fr عند تثبيت قيم للمعاملين

مناقشة حلول المسألة

نستعمل الطريقة العددية المفصلة في المقطع السابق لتعيين حلول المسألة من أجل كل القيم الممكنة

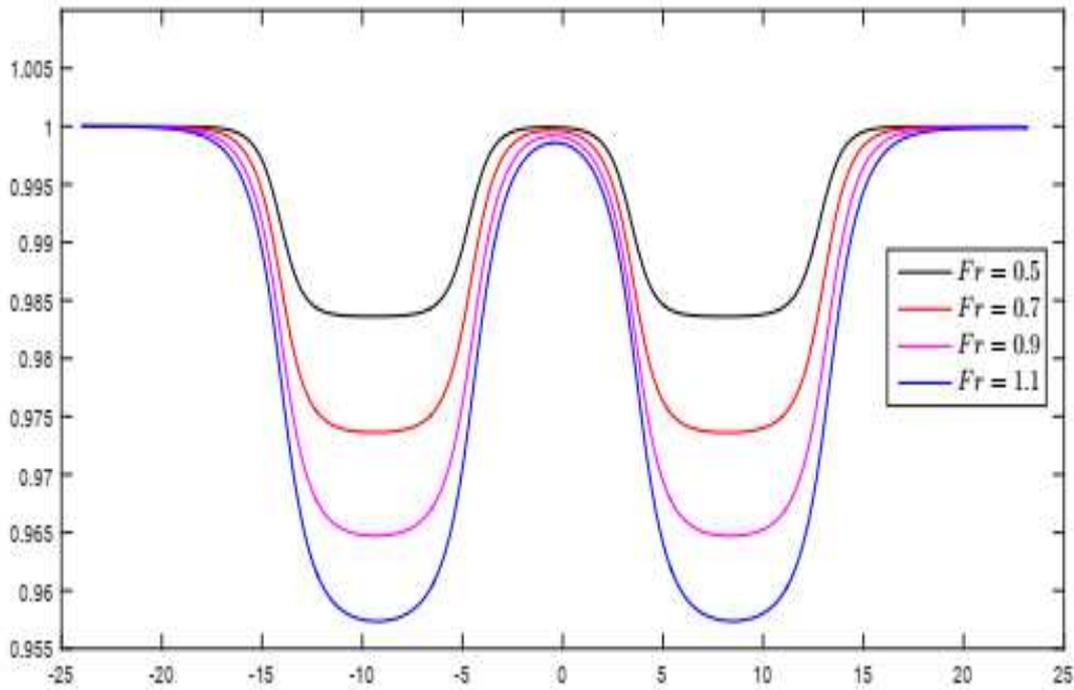
للمعاملات عدد β و γ ومختلف قيم الزوايا $N = 401, \Delta = 0.12$. نحدّد كلّ الحلول من أجل القيم δ وعدد ويبر Fr فرود

لمعرفة تأثير الجاذبية والتوتر N وتكبير العدد Δ للحصول على نتائج أحسن، نقوم بتصغير خطوة التقسيم السطحي على شكل السطح الحرّ للسائل نقوم برسم منحنى السطح الحرّ للسائل من أجل قيم المعاملات السابقة على شكل السطح الحرّ للسائل. β ونوضّح ذلك بأمثلة، انظر الشكلين 4 و 5. الشكل 6 يبين تأثير الزاوية δ و Fr



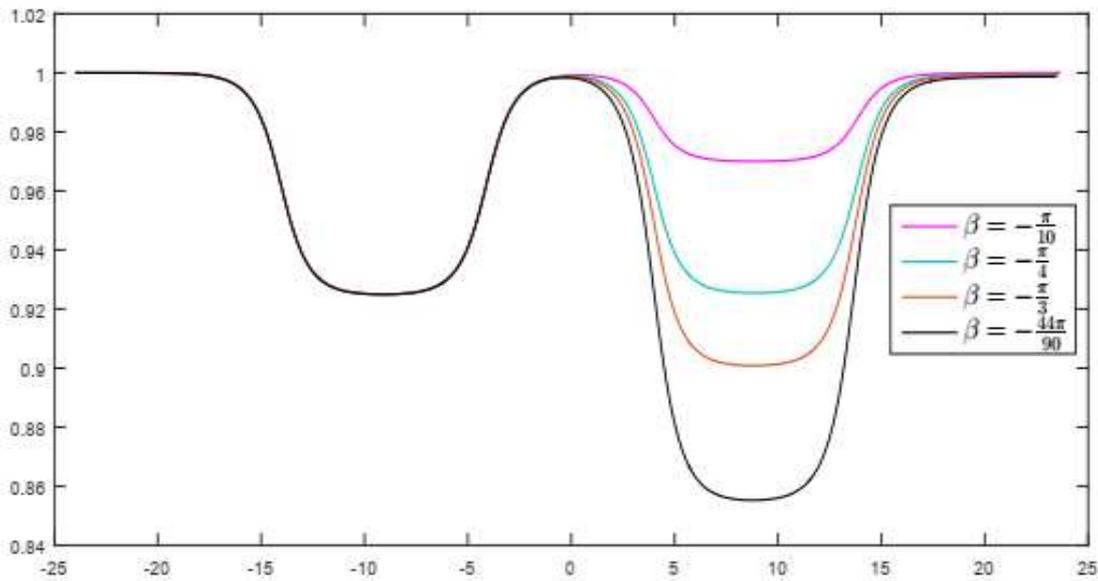
الشكل 4. منحنيات الأسطح الحرّة من أجل

$Fr = 1.2$ و $\beta = \gamma = -\frac{\pi}{6}$ ومن أجل مختلف قيم عدد ويبر δ .



الشكل 5. منحنيات الأسطح الحرة من أجل

$\delta = 2$ و $\beta = \gamma = -\frac{\pi}{4}$ ومن أجل مختلف قيم عدد فرود Fr .

الشكل 6. منحنيات الأسطح الحرة من أجل $\delta = 2$ و $\beta = \gamma = -\frac{\pi}{4}$ ومن أجل مختلف قيم عدد فرود Fr .

المراجع : References

- [1] M. B. Abd-el-Malek, S. N. Hanna and M. T. Kamel, (1991) Approximate solution of gravity flow from a uniform channel over triangular bottom for large Froude number. *Appl. Math. Modelling*. 15, 25-32.
- [2] G. K. Batchelor, (1967) *An introduction to fluid dynamics*, Cambridge University Press,.
- [3] S. R. Belward, (1999) Fully non-linear flow over successive obstacles: hydraulic fall and supercritical flows, *J. Austral. Math. Soc. Ser. B.* (1999) 40, 447-458.
- [4] B. J. Binder, F. Dias and J. M. Vanden-Broeck, (2006) Steady free-surface flow past an uneven channel bottom. *Theor. Comput. Fluid. Dyn.* 20, 125–144.
- [5] G. Birkhoff and E.H. Zarantonello, (1957) *Jet, Wakes and Cavities*, Academic Press Inc., New York,.
- [6] F. Dias and J. M. Vanden-Broeck, (1989) Open channel flow with submerged obstructions. *J. Fluid. Mech.* 206, 155-170.
- [7] L. K. Forbes and L. W. Schwartz, (1982) Free-surface flow over a semi-circular obstruction in a channel. *J. Fluid. Mech.* 114, 299-314.
- [8] L. K. Forbes, (1983) Free-surface flow over a semi-circular obstruction, including the influence of gravity and surface tension. *J. Fluid. Mech.* 127, 283-297.
- [9] S. N. Hanna, M. N. Abdel-Malek and M. B. Abd-el-Malek, (1996) super-critical free-surface flow over a trapezoidal obstacle. *J. Comput. Appl. Math.* 66, 279-291.
- [10] S. N. Hanna, (1994) Influence of surface tension on free surface flow over a polygonal and curved obstruction, *J. Comput. Appl. Math.* 51, 357-374.
- [11] R. J. Holmes, G. C. Hoking, L. K. Forbes and N. Y. Baillard, Waveless, (2013) Sub-critical flow past symmetric bottom topography, *Euro. J. Appl. Math.* 24, 213-230.
- [12] R. J. Holmes and G. C. Hoking, (2017) A note on waveless sub-critical flow past symmetric bottom topography, *Euro. J. Appl. Math.* 28, 562-575.
- [13] H. Lamb, (1957) *Hydrodynamics*, 6th ed. Dover, New York,.
- [14] A. Merzougui and A. Laiadi, (2014) Free surface flow over a triangular depression, *TWMS J. App. Eng. Math.* 4(1), 67-73.
- [15] J. M. Vanden-Broeck, (2010) *Gravity-capillary free surface flows*, New York: Cambridge University Press,

المفاهيم القبلية في الفيزياء لدى الطلاب وضرورة تعديلها

حسن سرحان¹

د. مهدي دبياش¹

تاريخ القبول 30 مارس 2019

تاريخ الإرسال 18 ديسمبر 2019

الملخص (ABSTRACT)

يمثل الفهم الصحيح للمفاهيم العلمية جانبا أساسيا من أهداف تدريس العلوم وتطبيقها. غير أن عددا معتبرا من الدراسات والبحوث التربوية أكدت شيوع التصورات البديلة للمفاهيم العلمية في أذهان العامة من الناس وانتشارها في المراحل التعليمية المتتالية حتى الجامعة. وقد أظهرت أساليب التعليم التقليدية قصورا واضحا في تصحيحها. وحيث إن المفاهيم العلمية تلعب دورا حاسما ومكانة بارزة في أولويات تحصيل العلوم واستيعابها، فإنها تساعد الأفراد على اتخاذهم القرارات الصائبة في نشاطاتهم العلمية والعملية. لذلك فقد هدفت هذه الدراسة إلى كشف بعض التصورات البديلة في الميكانيكا لدى التلاميذ ومحاولة تعديلها.

الكلمات المفتاحية

المفاهيم، التعليم، العلوم، التصورات البديلة، التفاعل، قوانين نيوتن، محصلة القوى، تعديل

Title: Tribal concepts in physics among students and the need to modify them

Abstract

The correct understanding of scientific concepts is an essential aspect of the teaching and use of science. However, a significant number of studies and educational research confirmed the prevalence of alternative perceptions of scientific concepts in the minds of the public and spread in the successive stages of education and even in the university. Traditional educational methods have shown clear shortcomings in their correction. As scientific concepts play a crucial role and a prominent place in the priorities of science collection and assimilation, they undoubtedly help

¹أستاذ في الفيزياء وباحث في تعليمية العلوم بالمدرسة العليا للأساتذة، القبة. ahceneserhane@yahoo.com

individuals to make the right decisions during their scientific and practical activities. Therefore, this study aimed to reveal some of the alternative perceptions in the mechanics of learners in general and for secondary school students in particular and try to modify them.

Key words

Concepts, education, science, alternative perceptions, interaction, Newton's laws, the sum of forces, modify.

المدخل (Introduction)

يتميز العصر الحالي بأنه عصر العلم والتكنولوجيا بامتياز، بحيث أصبحت العلوم المختلفة وتطبيقاتها من ضروريات الحياة، وقد ازدادت المعرفة زيادة هائلة في هذا العصر حتى أصبح يسمى بعصر الانفجار المعرفي، وبات من الطبيعي أن نغير نظرتنا نحو تدريس العلوم وتبسيطها، ونشر العلم بحيث نعمل على تربية الشّباب، ليصبح قادرا على تحمل المسؤولية لتطوير مجتمعه وتقدمه. ومواكبة لعصر الانفجار المعرفي. فإن عملية التربية والتعليم تشهد في السنوات الأخيرة تطورا سريعا بصفة عامة، وفي مجال العلوم الطبيعية بصفة خاصة، ولم يقتصر دور حركة تعديل المناهج الحالية في تدريس العلوم على مجرد تحديث محتوى المنهج، ولكنها تناولت بدرجة كبيرة نوعية ما يعلم مع إيجاد طريقة للتفكير في ما يعلم، وكيفية تقديم العلوم للشباب من أجل إنتاج المعرفة وتسويقها بدلا من استهلاكها جاهزة [1]

لقد أكد علماء التربية على أن أساسيات المعرفة قد تكون أحد الحلول الفعّالة لمواجهة تحديات العصر والبعد عن الجزئيات، ويروا كذلك أنّ التأكيد على أساسيات المعرفة يعني التأكيد على المفاهيم والمبادئ التي تشكّل هذه المعرفة، والتي في ضوءها يمكن فهم العديد من الحقائق الجزئية لمجال معين [2]. وتعدّ المفاهيم العلميّة من أهمّ نواتج العلم التي بواسطتها يتمّ تنظيم المعرفة العلميّة في ذات المعنى فهي العناصر المنظمة والمبادئ الموجهة لأيّ معرفة علميّة يتمّ اكتسابها في الصّف الدراسي، أو المختبر أو أيّ مكان آخر، وقد أكدت التربية العلميّة منذ القدم على ضرورة تعلّم المفاهيم العلميّة وتوجيه طرق تعلّمها الوجهة الصّحيحة، وأصبح اكتساب الطّلبة للمفاهيم العلميّة هدفا رئيسيا لدى المؤسسات التربويّة، وبناء المناهج [3] ولم يعد هناك خلاف على أهميّة تعليم وتعلّم المفاهيم لكلّ من يدرس العلوم حيث تؤكد الأدبيات التربويّة في هذا الصّد أن المفاهيم العلميّة تمثّل أحد أهمّ مستويات البناء المعرفي للعلم التي تبني عليها باقي مستويات هذا البناء من مبادئ وتعميمات، وقوانين، ونظريات، وكما تعدّ هذه المفاهيم واحدة من أهمّ نواتج التعلّم التي يمكن من خلالها تنظيم المعرفة العلميّة لدى التّعلم بصورة تضيضي عليها المعنى [4]. ونظرا لأهميّة المفاهيم والمكانة التي تحتلّها في تدريس المواد المختلفة، وضرورة تعلّمها بطريقة صحيحة، يقوم الباحثون والمختصّون بإجراء البحوث والدراسات لاستقصاء صورة المفاهيم وتكوينها وواقعها الفعليّ في أذهان المتعلّمين، وكذلك أساليب ونماذج واستراتيجيات تدريسها،

وقد توصلت هذه الجهود إلى أنّ التلاميذ يأتون إلى مقاعد الدّراسة وفي حوزتهم أفكار وتصوّرات بديلة عن المفاهيم والظواهر الطّبيعيّة، التي تحيط بهم، وتلك التّصورات تتعارض مع التّصوّر العلميّ السّليم، الذي يفترض أنّ يكتسبه التّلاميذ، ممّا يساهم في تكوين تصوّرات بديلة عن المفاهيم والظواهر الطّبيعيّة، تعيق فهم التّلاميذ لهذه المفاهيم والظواهر بشكل علميّ سليم [5].

الإشكالية:

إذا كانت البحوث التّربويّة قد اهتمت وما تزال تبحث العوامل والأسباب المؤدّيّة إلى الارتقاء بمستوى التّحصيل العلميّ للمتعلم، وإذا كانت نظريّات التّعلّم قد حاولت تسليط الضّوء على أفضل الطّرق لاكتساب المتعلّم للمعرفة، فإنّ الذي لا خلاف فيه، هو أنّ السّبيل نحو اكتساب المتعلّم لتلك المعرفة لن يكون طريقاً سهلاً في ظلّ العوامل التي تساهم في تشكيل تلك المعرفة. وغذا كانت الدّول المتقدمة قد أولت عنايةً معتبرة لتدريس العلوم وخصوصاً الفيزياء، فإنّ الدّول النّاميّة تبدو أحوج ما تكون لمثل هذا الاهتمام من أجل تكوين أساتذة أكفاء قادرين على فهم الفيزياء بصورة صحيحة. وتعدّ مهمّة اكتساب المعلم للمفاهيم الفيزيائيّة بصورة سليمة من أصعب المهام التي تواجه معلم الفيزياء خصوصاً إذا أدركنا بأنّ هناك العديد من الأفكار الدّخيلة التي تعترض مسيرة المتعلّم نحو اكتساب الفهم السّليم. ولعلّ أحد أهمّ أسباب تكوّن هذه الأفكار هو أنّ المتعلّم يتفاعل مع الظواهر الفيزيائيّة منذ نعومة أظافره ويشكّل فهمه لها بناءً على تفاعله معها وملاحظته لها. فالأجسام المتحرّكة والتي يلاحظها بشكل متكرّر، تفضي إلى تكوين المتعلّم لمجموعة من الأفكار عن الميكانيكا وهكذا دواليك بالنّسبة للحقول العلميّة الأخرى هذا السّياق ارتأينا أنّ نسلط الضّوء على البعض من هذه الأفكار الدّخيلة التي تعيق اكتساب المفاهيم العلميّة، وذلك حتّى تؤخذ على محمل الجدّ من قبل الأساتذة. ولهذا السّبب يجمع معظم دارسي العلوم أنّ الفيزياء تعدّ من أكثر المواضيع صعوبة وتعقيداً في ميدان العلوم الدّقيقة. والأسباب والحجج التي يقدمونها متعدّدة، نذكر منها على سبيل المثال، "يجب أن أفكر بعمق كبير" أو "أحتاج إلى ذاكرة جيّدة" أو ببساطة، بعض القوانين ليس لها معنى على الإطلاق!" ومهما كانت الحجج أو المبررات التي يقدّمها الطّلاب، فإنّ غالبيّة المعلمين ومعلّمي العلوم يتفقون على أنّ الصّعوبات المفهوماتيّة التي تواجه الطّلاب يمكن أن تكون حادّة، لدرجة أنّ العدد الكبير منهم يجدون أنفسهم عاجزين عن وضع هذا المفهوم في إطاره المناسب".

[6] Hugh G. Jones and Robert J. Moone (1981) والنّتيجة هي أنّ معرفة الطّلاب وفهمهم للفيزياء

غالباً ما تكون مجزأة وبالتالي لا يتصوّرون أبداً وحدة الموضوع.

أهمية هذه الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تتناول أحد المحاور الأساسيّة في تدريس الفيزياء ألا وهو موضوع المفاهيم المغلوطة في الفيزياء، وذلك من خلال توضيح مدى تأثير تلك الصّور المفاهيميّة المتكونة لدى المتعلّم، في معالجة المسائل المتضمنة لتلك المفاهيم. وبناء على تلك الرّؤى، سنقدم الدراسة بعض التّوصيات والمقترحات التي تسهم في تفعيل التدريس من خلال معالجة ما قد ينتاب الصّور المفاهيميّة الصّحيحة من صور مشوشة.

الوسائل والطرائق Materiels and Methods

بعد الاطلاع على العديد من الأبحاث والدراسات التّربويّة حول المفاهيم المغلوطة في الفيزياء، ومراجعة متأنية لعدد من الكتب والمراجع المدرسيّة العلميّة المعتمدة وغير المعتمّدة من طرف وزارة التّربية الوطنيّة، تبين لنا بعد التحليل العلميّ لمحتوى هذه الكتب استخلاص بعض المفاهيم المغلوطة في الفيزياء، ولا سيما في حقل الميكانيكا. وقد قمنا بتوضيحها على شكل وضعيات فيزيائيّة والإشارة إلى نقاط الضّعف التي يعاني منها الطّلاب عند تعاملهم مع هذه الوضعيات.

أصل المفاهيم الخاطئة وتطورها

يجمع عدد كبير من الخبراء والباحثين في علوم التّربية وتعليميّة الموادّ على أنّ معظم هذه المفاهيم و/ أو التّصوّرات البديلة (كما تسميها بعض المصادر) تنشأ وتتشكل من تنفيذ خطط التّفكير المبسط (الاستدلال)، [Redish E F (2004) 7] إضافة إلى ذلك فإن بعضها يتعزز ويترسخ في الأذهان بشكل إضافي من خلال تجارب الطّلاب اليوميّة وملاحظاتهم. "وتتواجد مثل هذه الأفكار بشكل أكثر تكرارا في الميكانيكا، وهو مجال الفيزياء الأقرب إلى خبرة الطّلاب" [Planinic M, and Beilfuss M L (2006) 8] [boone W], Krsnik R إنها علاقة التّفكير المنطقيّ أو (ما يسمّى في لغة العامة بالفطرة السليمة) والتّجربة اليوميّة التي تعزّز من مكانة هذه الأفكار وتجعل منها مفاهيم بديلة عن المفاهيم العلميّة الثّابتة والزاسخة والمقاومة للتّغيير (من المعروف أنّ الميكانيكا النيوتونيّة تبدو مفيدة وضروريّة كمصدر تاريخيّ وتربويّ لتأسيس النّظريّة الفيزيائيّة وفي نفس الوقت فإنّها ذات صعوبة متميّزة).

الميكانيكا النيوتونيّة ومفاهيم الطّلاب

الميكانيكا في الحقيقة، هي الميدان التّقليديّ المعروف منذ القدم لتصارح الآراء والأفكار والمواجهة بين حجج الفطرة السليمة والنّظريّة التي يتمّ تدريسها لإرساء المبادئ العلميّة" [L. Viennot (2002) 9]. في الواقع ليس من الصّعب استذكار القانون الأساسيّ للتّحريك في صيغته الرّياضيّة المعتادة ($F = ma$)، ونتائج المطبّقة على مجموعة من الجسيمات أو الأنظمة،، ونعني بذلك نظريّة مركز القصور الدّاتي ($F_{ext} = ma_G$) وليس صعبا أيضا حفظ قانون الأفعال المتبادلة، (القانون الثّالث لنيوتن Newton's third law، بين كائنين A و B في صيغته الرّياضيّة المألوفة ($F_{A/B} = - F_{B/A}$) غير أنّه وببساطة، في العديد من

الوضعيات والمسائل الميكانيكية، فإن الأجوبة التي تملها الفطرة السليمة أو ما يسمّى في الأدبيات التربوية بـ (common sense) وتلك التي تسمح بقبولها دون تردد تكون في غالب الأحيان متعارضة تماما مع التحليل النيوتوني (وجهة نظر نيوتن). وهكذا، في كل مرة من الواضح أن سرعة الجسم المتحرك وما ينتج عنها من قوى مطبقة عليه، ليست بالضرورة معدومة أو في نفس اتجاه حركة الجسم، غير أنه يبدو في تصوّر الطلاب أنه من المنطقي تخيل ما هو ضروري كقوة في الاتجاه المقصود كثيرون هم الطلاب الذين يعتقدون أن الجسم المقذوف شاقولياً يخضع لقوة تدفّعه نحو الأعلى ولذلك يتابع سيره نحو الأعلى. (وهو تصوّر خاطئ بطبيعة الحال). ليس هناك أدنى شكّ في أن القانون الثالث لنيوتن من الصعب استيعابه وهضمه بسهولة، ومن المتفق عليه أنه مازال يخفي بعض المفاهيم الخاطئة الأخيرة التي يجب التغلب عليها للانتقال إلى التفكير النيوتوني

[10] Hestenes, D., Wells, M. and Swachamer, G. (1992).

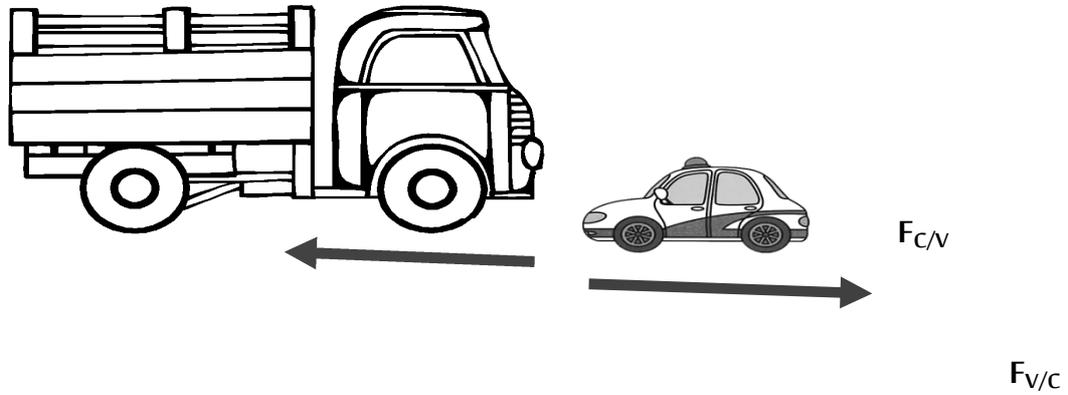
علاوة على ذلك، "يعترف الناس في غالب الأحيان بوجود مشاكل في التسليم بصحة أو صلاحية القانون الثالث لنيوتن في جميع الظروف التي يتم تطبيقه فيها"

[11] Gault, C. (1998). يعتبر القانون الثالث أساسياً ويعرّف لنا أساساً مفهوم القوة: حيث ينصّ على أن القوة تنشأ دوماً من تفاعل بين كائنين. يشير براون (Brown 1989) [12] إلى أن فهم القانون الثالث لنيوتن يتطلب من المتعلّم أن يدرك ويفهم أن القوى إنما تنشأ من التفاعل بين كائنين. في هذا السياق، فإن القانون الثالث يدعم ويعزّز فهم القانونين الأول والثاني، ويمكن أن يعزى العديد من المفاهيم الخاطئة المتعلقة بالقوانين الأول والثاني إلى عدم إدراك أهمية القانون الثالث، أو بشكل أكثر تحديداً: إذا كان الجسم A يمارس قوة على الجسم B، فإن الجسم B يمارس بدوره في نفس الوقت قوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه على الجسم A. ومع ذلك، فغالبا ما نواجه في حياتنا اليومية حالات غير متماثلة. على سبيل المثال، عندما يتصارع شخصان، وعادة ما يفوز الأقوى. نلجأ إلى تفسير هذا الفوز تحت تأثير المشاهد اليومية المتكررة بالقول إن الشخص المنتصر طبق قوة أكبر على الشخص المنهزم. وبعبارة أخرى، كصراع بين قوى متعارضة، وهذا قد يدفع المرء في مثل هذه الحالات لتطبيق مبدأ الهيمنة، ويعتقد أن "الأكثر قوة" يمارس قوة أكبر. وهنا «أكبر قوة» يمكن أن تعني "أكبر سرعة"، أو «أكبر كتلة»، أو «أكثر نشاطاً» (Hestenes et al. 1992) [13]. فعلى سبيل المثال، توحى لنا التجارب اليومية أنه من المناقض للمنطق وللفطرة السليمة أن الجسم الكبير أو الأسرع والجسم الصغير والأقل سرعة يطبقان على بعضهما البعض نفس القوة عند التصادم. وعلى العكس من ذلك يبدو أكثر حدسا وبداهة (ولكن خاطئ بطبيعة الحال) أن ننسب القوة الكبيرة إلى كبر الجسم أو كبر سرعته والقوة الصغيرة إلى صغر كتلة الجسم وقلة سرعته عند التصادم. كما يصعب على الطلاب استيعاب القانون الثالث لنيوتن كما يتجلى في مسائل التوازن وهذا حسب (Montanero et al 2002) [14].

النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

الوضعيات المتعارضة مع الفطرة السليمة

بالرغم من وضوح الصيغة اللفظية المعدلة لقانون نيوتن الثالث والتي تنصّ بصريح العبارة بأنه إذا أثر الجسم A على الجسم B بقوة $F_{A/B}$ فإن B يؤثر بدوره في A واحد على A بقوة $F_{B/A}$ مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه لـ $F_{A/B}$ ، في جميع الحالات، فإنّ فئات كبيرة من التلاميذ والطلاب تعاني من صعوبات حادة وخط وضح والتباس في تطبيق هذا القانون، وقد يكون من الأهمية بمكان الإشارة ولو بشكل مختصر، إلى بعض الوضعيات الفيزيائية التي تجعل التلاميذ يخفون في تطبيق القانون الثالث وذلك باللجوء إلى توظيف رصيدهم من المفاهيم القبلية بدلا من المفاهيم العلمية السليمة. ولناخذ على سبيل المثال أربع وضعيات فيزيائية ونرى كيف يتعاطى معها التلاميذ. معظم التلاميذ يميلون إلى الاعتقاد بأن قوة تأثير الشاحنة على السيارة أكبر من قوة تأثير السيارة على الشاحنة عند التصادم، وهذا مناقض لوجهة النظر النيوتونية أو لنص القانون الثالث؛ لأنّ القوتين متساويتان ومتعاكستان، ولذا يجب على الأستاذ أن يكون على دراية بما يدور في أذهان التلاميذ من هذه المفاهيم المغلوطة حتى يمكنه التعاطي معها. الوضعية الأولى وهي وضعية تصادم قوي بين سيارة وشاحنة ضخمة.

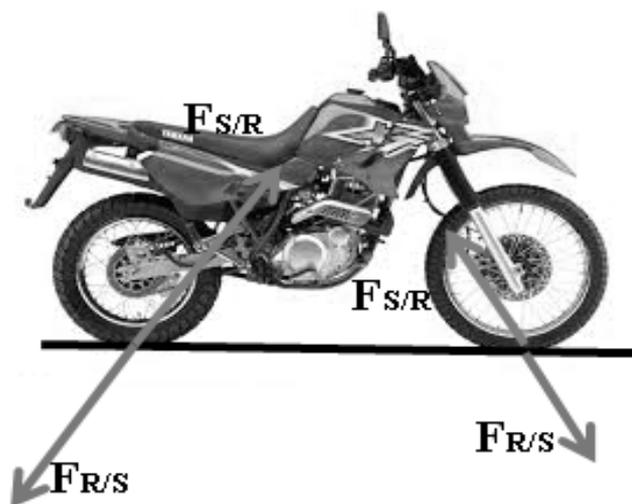


الشكل (1) تصادم بين سيارة صغيرة وشاحنة كبيرة

مما لا شكّ فيه أنّ قوى الاحتكاك تلعب دورا مهما في حياتنا اليومية، فأحيانا نعمل على زيادة قوى الاحتكاك (كما في تدعيم العجلات المحركة للسيارات عند تساقط الثلوج أو في أماكن الجليد)، وأحيانا نعمل على إضعافها والتقليل منها قدر المستطاع، كما هي الحال في تشحيم الآلات الميكانيكية وتبديل زيوت المحركات قصد تسهيل حركتها وزيادة مردوديتها، فآثار الاحتكاك إذن حاضرة في حياتنا اليومية باستمرار: فبفضل الاحتكاك نمشي على الأرض وبفضل الاحتكاك تتحرك السيارات ونستعمل مختلف آلات الدفع والجر لإنجاز الأشغال والمشاريع الكبرى... ورغم هذه الأهمية القصوى لقوى الاحتكاك، فإنّ

الموضوع لم يحظ بالعناية الكافية في برامج الفيزياء سواء في المرحلة المتوسطة أو الثانوية، فعند تصفحنا لبرنامج الفيزياء لا نجد سوى عنوان عن قوى الاحتكاك من دون توضيح أو تفصيل حول معالجة الموضوع أما في كتاب الفيزياء للسنة الأولى ثانوي، فبصرف النظر عن بعض الأمثلة التقليدية البسيطة عن قوى الاحتكاك الحركي والاحتكاك المعيق فإن الموضوع في نظرنا لم يعالج بشكل دقيق ومعتمق بحيث يمس المعارف القبلية والمفاهيم المسبقة لدى التلاميذ، ومعظم التمارين المقترحة تدور حول معالجة الاحتكاك المعيق للحركة وهذا من شأنه أن يكرس الاعتقاد السائد عند الأغلبية العظمى من التلاميذ وهو أن الاحتكاك يكون دائما معيقا للحركة لا مساعدا لها. وللتوضيح أكثر نعطي مثلا حول علاقة التفاعل بين عجلتي الدراجة النارية الأمامية والخلفية والأرضية (العجلة المحركة والعجلة المجرورة، في حالة انطلاق الدراجة) هذا المثال في الحقيقة يعطينا فكرة عن مدى صعوبة فهم واستيعاب قوى التفاعل المساعدة والمعيقة للحركة. فالسير بالأرجل أو الدراجة أو السيارة يتجاوز المخططات البيانية البسيطة والمتكررة في المراجع والكتب. والهدف من المثال هو تمثيل قوى التفاعل بين الأرض والعجلة الخلفية (المحركة) للدراجة وكذلك الأرض والعجلة الأمامية (المجرورة) في أغلب السيارات تكون العجلة المحركة في الأمام وقد تكون أيضا في الخلف وفي البعض الآخر تكون رباعية الدفع.

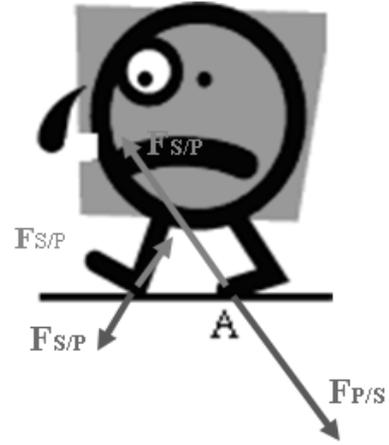
ملاحظة: $S=sol, R=roue$ ، وعليه فإن FR/S هي القوة التي تؤثر بها العجلة على الأرض وهكذا.



الشكل (2) تفاعل بين الأرضية والعجلتين الخلفية والأمامية

في إحدى الدراسات تحت عنوان "الاحتكاك الحركي: المنطق التحليلي للتلاميذ" حول أنماط التفكير عند التلاميذ في الفيزياء أوضحت أن معظم التلاميذ يعتقدون أن قوة الاحتكاك، تكون دائما معاكسة للحركة هذا من جهة، ومن جهة أخرى وجد أن تحليل الكتب المدرسية التي خضعت لهذه الدراسة لا تعبر أي اعتبار لهذه الأنماط من التفكير وبالتالي فهي تسهم في ترسيخها في أذهان التلاميذ بدلا من إزالتها.

الوضعية الثالثة وهي حالة رجل يمشي على الأرضية



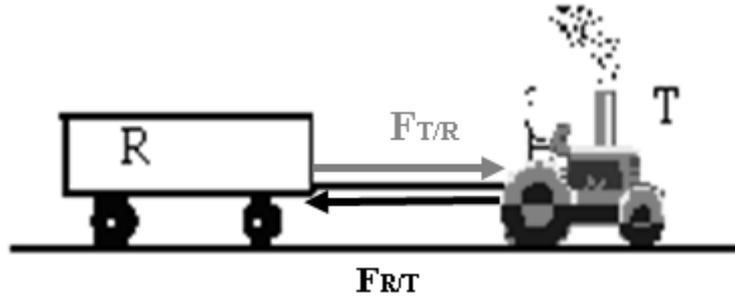
الشكل (3) رجل يمشي على الأرضية فيكون تفاعل بين القدم والسطح

في هذه الوضعية كما في الوضعية السابقة، يمكننا تفسير آلية المشي أو السير على الأرضية لأي كائن حي أو جامد وذلك بتطبيق القانون الثالث لنيوتن، الذي يجسده التفاعل بين الأرضية و قدم المتحرك كما يتضح من تمثيل الفعلين المتبادلين في الشكل (3) فإن المتحرك يضغط بأصابع قدمه على الأرضية إلى الخلف فترد الأرضية بدورها على أصابع القدم بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه إلى الأمام كما يبدو في الشكل (3). كما نرى من الشكل، فإن القوة $F_{S/P}$ تسهم في حركة المتحرك نحو الأمام بينما القوة $F_{P/S}$ نحو الخلف تعتبر صغيرة جداً أمام كتلة الأرض (بالتالي لا يمكنها التأثير عليها)، أما القدم الثانية فإنها تلعب دور الكابح في البداية حتى يكون هناك نوع من التوازن الظرفي للمتحرك كما يبدو من الشكل، وعلى هذا الأساس نرى كيف يكون التكامل بين قوانين نيوتن في الحركة.

الوضعية الرابعة وهي وضعية جرار يجر عربته

الإشكال الذي يقع فيه التلاميذ عند معالجتهم لهذا النوع من الوضعيات هو لجوؤهم إلى التحليل السطحي البسيط باعتمادهم منطق الفطرة السليمة أو ما يسمّى في أدبيات التعليميّة بـ: common «sense» (وهو منطق خاطئ في بعض الأحيان) والذي يعتبر أنّ القوة الأكبر تكون في جهة الحركة وهو تفكير بديل وخاطئ ولو نظرنا إلى المسألة بشكل أعمق؛ أي إلى (الجرار + العربة) كجملة واحدة وقمنا بتحليل لقوى الاحتكاك بين عجلات الجرّار والأرض ونفس العملية بالنسبة لعجلات العربة والأرضية وقمنا بتطبيق المبدأ الأساسي للتّحريك لوجدنا بسهولة أنّ مركز الجملة يتحرك في جهة الجرّار؛ لأن تأثير الطّريق على عجلات الجرّار أكبر من تأثيرها على عجلات العربة أي أن محصلة قوى تأثير الأرض على مركز الجملة يكون في اتجاه الحركة، وهنا نرى كيف يكون التكامل بين القانونين الثاني والثالث أمّا التفاعل

بين الجرّار والعربة (القانون الثالث) فإنه يبقى صحيحاً؛ حيث يمكن النظر إلى التفاعل بين الجرّار والعربة وكأنتها قوى داخلية.



الشكل (4) جرّار يجرعربة محملة

تجاوز صعوبات فهم قانون نيوتن الثالث على السيارة

لذلك عند محاولة إحداث تغيير مفاهيمي (الانتقال من البديهية، غير المقبولة علمياً إلى الأفكار المقبولة علمياً) عند الطلاب، يجب أن يكون المعلم على استعداد لتحدي كل من جوانب الاستدلال والتجربة للمفاهيم المقاومة. إذ لا يكفي الإشارة إلى أنّ فكرة شخص ما عن ظاهرة ما قد تكون خاطئة ومن ثمّ تقديم الفكرة الجديدة بدلاً من ذلك. ما لم يتمّ توفير طريقة التفكير على السيارة الفكرة الجديدة أيضاً، فلن يحدث أي تغيير مفاهيمي. لقد لاحظ كثير من الباحثين أنّ الطلاب يواجهون مشاكل وشكوكاً في قبول مفهوم جديد إلى أن يدركوا أن سبب تفكيرهم كان خاطئاً. وخير مثال على ذلك هو قانون نيوتن الثالث. لقد تمّ استكشاف صعوبات الطلاب في هذا القانون بشكل جيّد وتوثيقها من قبل العديد من الباحثين نذكر منهم على سبيل المثال لا الحصر (ديفيد مالوني، ديفيد براون، كليمنت J ، Terry & Jones [15] في الواقع، ليس الطلاب هم وحدهم، فقط من يواجه هذه الصعوبات في قانون نيوتن الثالث؛ بل أنّ المعلمين أيضاً، وحتى بعض الفيزيائيين يلاقون بعض المشاكل أيضاً كما أشار إلى ذلك س. هيلينغمان C. Hellingman [16] إنّنا نواجه الحقيقة التي لا يمكن تجاهلها وهي «ليس الطلاب فقط ولكن أيضاً الفيزيائيين المحترفين إلى حدّ كبير ليس لديهم فهم كامل عن مفهوم القوة. وسيكون من المفيد جدّاً إجراء البحوث بين الفيزيائيين قبل من الطلاب».

كما أنّ هناك أدلة قاطعة على أنّ هذه الصعوبات تمتدّ إلى ما وراء الميكانيكا والتأثير على مجالات أخرى في الفيزياء. قانون نيوتن الثالث مثلاً يسبب صعوبات متكرّرة في الوضعيات المتماثلة (الأجسام المتفاعلة لها كتل متساوية)، ولكن في حالات غير متناسقة كثيراً، ما يدعي الطلاب أنّ القوتين المتفاعلتين غير متساويتين (ويعتقدون أنّ الجسم ذا الكتلة الأكبر يطبق قوة أكبر). ولا يعني ذلك أنّ الطلاب لا يفهمون قانون نيوتن الثالث أو لا يتذكرون صيغته الرياضيّة ($F_{A/B} = -F_{B/A}$) في التّدوين المعتاد، ولكنهم ببساطة لا يثقون به بل أنّ أحد الطلاب كتب في سياق الموضوع معلقاً: «أنا أعرف أنّ

القوى يجب أن تكون متساوية بين الحصان والعربة، لقد قيل لنا هذا من قبل، ولكن هذا لا معنى له». ينطلق الطلاب عادة من حقيقة واضحة وهي أن الفعل ورد الفعل لهما آثار مختلفة من حيث تسارع أو تشوه الأجسام المتفاعلة، وبالتالي فإن التحليل البسيط للمشكلة يؤدي إلى استنتاج أن القوى التي تنتج أكبر التأثيرات هي الأعظم. وليس من السهل تغيير هذه المفاهيم حتى عندما يقوم المعلم بتقديم أدلة تجريبية على أن القوى متساوية، في جميع الحالات، فلن تؤدي إلى تغيير مفاهيمي؛ لأن معظم الطلاب لا يستطيعون التوفيق بين هذه النتائج التجريبية والخروج عن المنطق السائد في أذهانهم. ومع ذلك، إذا كان المعلم على دراية بمشكلة الاستدلال (التفكير) الكامنة يمكنه حث الطلاب على التنبؤ أولاً، بتأثيرات قوى متساوية على أجسام كتل مختلفة باستخدام قانون نيوتن الثاني. غالباً ما يلجأ الطلاب -دون مزيد من التفكير المركز- إلى اتباع تحليل الخطأ المبسط في الخطوة الأولى، سوف يتنبؤون بأن القوى المتساوية تنتج تأثيراً متساوياً، ولكن في الخطوة التالية سرعان ما يتداركون خطأهم. إذا كان المعلم يتيح لهم الوقت الكافي للاستنتاج بأنفسهم بأن القوى المتساوية يمكن أن تحدث تأثيراً مختلفاً (قد يستغرق الأمر بعضاً من الوقت حتى مع الطلبة النجباء) وإدراك أن التأثير يعتمد أيضاً على كتلة الجسم، فإن الغالبية العظمى من الطلاب ستقبل قانون نيوتن الثالث. إن الفائدة من هذا المداخلة ليست فقط قبول قانون نيوتن الثالث، بل أكثر أهمية، وهو تصحيح مهم لإطار عملهم البديل. من المهم أيضاً التأكيد على التعبير الشفاهي للأفكار باعتباره جزءاً هاماً من تطوير تفكير الطلاب، فيجب أن لا يكون لدى الطالب نقص في استخدام مصطلحات الفيزياء المجردة مثل "القوة"، وبدلاً من ذلك، استخدام مصطلحات اللغة اليومية (الدفع، السحب، إلخ.)، مثل هذه لا ينبغي أن تؤخذ على محمل الجد، على سبيل المثال، يرى فيجو تسكي أن اللغة هي الوسيط الرئيسي لجميع الوظائف العقلية العليا (see Vygotsky 1934 / 1986) [17]، وبالتالي، فهو يعتبرها شرطاً لا غنى عنه للنمو العقلي. من الطبيعي وصف العالم الحقيقي باستخدام مصطلحات الفيزياء. وإدراكاً أن اللغة تلعب دوراً حاسماً في عملية النمو المفاهيمي، ينبغي على المعلمين أن يستخدموا ويشجعوا الطلاب على استخدام مصطلح القوة وغيره من المصطلحات ذات الدلالة العلمية الدقيقة عند شرح وضعيات حقيقية تنطوي على قانون نيوتن الثالث. وهذا سيجعل الشرح أكثر وضوحاً ودقة وبالتالي قد يؤدي إلى فهم أفضل للقانون وتطبيقه في وضعيات حقيقية. في هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن الكتب المدرسية، للأسف مازالت تستمر في استخدام الصيغة التقليدية للقانون الثالث من حيث (الفعل / رد الفعل) بدلاً من القوة. يؤكد وارن (Warren J.W. (1979) [18] أن القانون الثالث أسوأ فهمه؛ لأن الكتب المدرسية والمعلمين يقدمونه في شكل يشبه "الفعل ورد الفعل متساويان ومتعاكسان". ويقترح أن المصطلحين "فعل" و"رد فعل" ينطويان على علاقة سبب وتأثير زمنية متسلسلة بحيث توحى للطلاب بأن هناك فارقاً زمنياً بينهما، في حين أن القوى في القانون الثالث في أن واحد عند التفاعل. ومن المرجح أيضاً أن استخدام كلمة "متعاكسان" يمكن أن تفهم أن القوتين تؤثران على نفس الكائن، وهذا هو السبب في أن العديد من التلاميذ يخلطون بين القوى في القانون

الثالث التي تؤثر على جسمين مختلفين وبين قوى التوازن التي تؤثر على جسم واحد. وحتى يقدم القانون الثالث بطريقة واضحة يجب أن نتجنب استخدام عبارة "فعل" و "رد فعل" و "معاكس" وأن نقدم بدلاً من ذلك صياغة دقيقة وواضحة للقانون.

سوء فهم القوة الجاذبة المركزية

مسألة أخرى ترتبط ارتباطاً وثيقاً بسياق المفاهيم الخاطئة لدى الطلاب في الفيزياء، وهي حقيقة أن أغلبية كبيرة من الطلاب لا تزال تحمل مفهوماً خاطئاً وهو أن القوة المركزية الجاذبة هي قوة حقيقية تساهم في محصلة القوة المطلوبة للحفاظ على جسم متحرك في مسار دائري، في حين أنها هي محصلة نهائية لجميع القوى الحقيقية التي تبقى على الجسم في مسار دائري. ويبدو أن هذا الاعتقاد الخاطئ شائع حتى بين عدد من المدرسين وقد تم التحذير منه من قبل عدد من الباحثين: نذكر منهم على سبيل المثال:

«ما هو المصطلح اللازم استعماله للقوة اللازمة لتحريك كتلة على مسار دائري» أو بالإنجليزية:

move a mass in a circle» De Jong to «What name should be used for the force required
[19] [ML (1988)]

و «دعونا نتخلص من قوة الجاذبية المركزية».

[20] Smith PA (1992) "Let's get rid of centripetal force."

وللتغلب على هذه المفاهيم الخاطئة لدى الطلاب يجب التأكيد، على أن القوة الجاذبة المركزية هي مجرد مصطلح فيزيائي معطى لمحصلة القوى الحقيقية $\sum F_r$ والموجهة نحو مركز الحركة، وليست قوة حقيقية كباقي القوى المساهمة في المحصلة النهائية (أنظر على سبيل المثال) Galili, I., Hazan & A. (2000). ورغم ذلك، يبقى هذا الخلط بينها وبين القوى الحقيقية المساهمة في إنتاجها كمحصلة، إذ لا يزال عدد كبير من الطلاب ينظرون إلى القوة الجاذبة المركزية كقوة فردية (قوة حقيقية) ويظهر ذلك عندما يطلب منهم تسمية القوى الفردية التي تساهم في توليد هذه المحصلة في وضعية معينة. وعلى هذا الأساس ينبغي أن نذكر مرة أخرى للطلاب أن القوة الجاذبة المركزية ما هي إلا مجموع القوى الحقيقية المساهمة في المحصلة، كما هي الحال تماماً عند تطبيق القانون الثاني لنيوتن أو المبدأ الأساسي للتّحريك في الحركة الخطية وهي قوة تخيلية وليست قوة حقيقية. وباستعمال هذه المقاربة سنتخلص من هذا المفهوم الخاطئ عن القوة الجاذبة المركزية. من المهمّ الملاحظة أن الأدبيات حول المفاهيم الخاطئة تركز بشكل رئيسي على الطلاب وليس على المعلمين. ويوضح Yip D. Y (1998) [21] «أن هذا الاتجاه يستند إلى الافتراض غير المبرر بأن خريجي الدراسات العليا يمتلكون المعرفة اللازمة لتدريس المحتوى المطلوب في الفصل الدراسي». ويضيف المؤلف قائلاً: "أحد مصادر سوء فهم الطلاب هو

المفاهيم الخاطئة التي يروجها المعلمون أنفسهم". في الواقع، وجد الباحثون أنّ المعلمين يدلون على سوء فهم كذلك على سبيل المثال في الفيزياء:

Gopal et al.2004; in biology: Yip, D.Y 23] Galili and Hazan 2000, in physical chemistry: [(1998). [22]

«لذلك، من المهمّ أنّ يأخذ الطّلاب بعين الاعتبار، بالإضافة إلى المتدرّبين والمدرّسين عند التّحقّق من المفاهيم الخاطئة، كما يمكن أن تكون الكتب المدرسيّة سبباً آخر للمفاهيم الخاطئة». وفي هذا السّياق تذكر (2002) L. Viennot [24] أنّ القانون الثّالث يتمّ تحويله بعد ذلك تحت غطاء القانون الثّاني، في الواقع يتمّ انتهاكه ببساطة في التّأكيدات، بما في ذلك في الكتب المدرسيّة. ويظهر هذا الخطر بشكل واضح خاصّة في التّفاعلات المتلامسة.

الخلاصة (Conclusion)

في ضوء ما تقدّم ذكره نرى أنّ عمليّة تعلّم المفاهيم عمليّة تراكميّة البناء، وأنّها ليست فقط مهمّة لإضافة معلومات جديدة للمعلومات السّابقة لدى المتعلّم، بل هي تهدف إلى خلق تفاعل ما بين المعرفة العلميّة السّابقة والمعرفة العلميّة الجديدة. ولضمان هذا التّفاعل لابدّ من أن تتّصف المعرفة الجديدة بأنّها مفهومة ويمكن استيعابها، ولذا، فعلى المعلّم أن يراعي للطلّبة أمرين هامّين هما: المعرفة السّابقة وصفات المعرفة الجديدة. وبالنّظر إلى أهميّة المفاهيم خلال تعليمه المفاهيم العلميّة، فإنّه من المهمّ أن يمتلك التّلاميذ مفاهيم علميّة صحيحة، تساعد على فهم المادّة العلميّة، وتنقلهم من معرفة بدائيّة إلى معرفة صحيحة، ومتطوّرة خالية من المفاهيم الخاطئة أو التّصوّرات البديلة.

المراجع References

- [1] زيتون عايش محمود، (1999)، أساليب تدريس العلوم، عمان، الأردن: دار الشروق للنشر والتوزيع. [2] .
البليسي اعتماد، (2006)، أثر استخدام استراتيجيات المناقشات في تعديل التصورات البديلة لبعض المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف العاشر الأساسي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلامية - غزة.
- [3] -صباريني محمد، الخطيب قاسم (1994) أثر استراتيجيات التغيير المفهومي الصفية لبعض المفاهيم الفيزيائية لدى الطلاب في الصف الأول الثانوي العلمي، رسالة الخليج العربي، العدد (49) السنة 1
- [4] . صبري ماهر، تاج الدين إبراهيم، (2000)، فاعلية استراتيجيات مقترحة قائمة على بعض نماذج التعلم البنائي وخرائط أساليب التعلم في تعديل الأفكار البديلة حول مفاهيم ميكانيكا الكم وأثرها على أساليب التعلم لدى معلّّات العلوم قبل الخدمة بالملكة العربية السعودية، رسالة الخليج العربي العدد السابع والسبعون.
- [5] الأسمر رائد، (2008) أثر دورة التعلم في تعديل التصورات البديلة للمفاهيم العلمية لدى طلبة الصف السادس واتجاهاتهم نحوها، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلامية، غزة.
- [6] Hugh G. Jones and Robert J. Mooney, (1981)Phy Educ. "An approach to conceptual difficulties in physics" Vol 16. in UK.
- [7] Redish E F (2004) A theoretical framework for physics education research: modelling students thinking *ProcVarenna Summer School, 'Enrico Fermi' Course CLVI Varenna* ed E F Redish and M Vicentini (Amsterdam:ISO) pl
- [8] Planinic M, boone W J, Krsnik R and Beilfuss M L (2006)Exploring alternative conceptions from Newtonian dynamics and simple DC circuits: links between item confidence *J. Res. Sci; Teach.* 43 150-71
- [9] Viennot. L(2002) "Teaching Physics", 'Laws that hurt common sense' p 49-51, Éditeur: De BoeckSupérieur,.
- [10] Hestenes, D., Wells, M. and Swachamer, G. (1992) Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141–153
- [11] Gauld, C. (1998) Solutions to the problem of impact in the 17th and 18th centuries and teaching Newton's 3rd law today. *Science and Education*, 7, 49–67
- [12] Brown, D. E. (1989) Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353–358
- [13] Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *Physics teacher*, 30, 141-153.
- [14] Montanero, M., Suero, M. I., Perez, A. L. and Pardo, P. J. (2002) Implicit theories of static interactions between two bodies. *Physics Educ*, 37, 318–323.

- [15] Terry and G.Jones, (1986). Alternative frameworks: Newton's third law and conceptual change, Eur. J. sci. Educ vol. 8. No3 pp. 291-298
- [16] C.Hellingman, (1992). "Newton's third law revisited" PhysEduVol27, pp 112-115.printed in the UK.
- [17]Vygotsky, L. S. (1934/1986). Thought and Language. Cambridge, Mass.: The MIT Press
- [18] Warren, J. W. (1979). Understanding force. (John Murray, London).
- [19] De Jong ML (1988). «what name should be used for the force required to move a mass on a circle? 1. Centripetal force, 2. Centrifugal force, 3. None of the above Phys. Teach. 26 470-1
- [20] Smith PA (1992). let's get rid of "centripetal force" *phys. Teach* 30 316-7
- [21] Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International journal of Science education*.20, 461-477
- [22] Galili, I., &Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structureand analysis. *International Journal of Science education*, 22 57-88.
- [23] Gopal, H., Kleinsmidt, J., &Case, J. (2004). an investigation of tertiarystudents' understanding of evaporation, condensation and vapor pressure. *International of science education*, 26, 1597-1620.
- [24] Viennot L. *Teaching physics*, (2002). Éditeur : De Boeck Supérieur,

اقتراح تجارب شاملة لتحصيل مفاهيم النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائيّ (دراسة تجريبية)

ريان سيد علي*

تاريخ القبول 13 نوفمبر 2019

تاريخ الإرسال 22 جويلية 2019

الملخص (Abstract)

هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف على مدى فعالية التجارب الشاملة لتحصيل مفاهيم النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائيّ لتلاميذ مرحلة التعليم المتوسط بالجزائر، وذلك بتوظيف المنهجين التحليلي والمقارن، وذلك لثلاث دراسات تجريبية اعتمدت فيها التجارب النظامية (المقررة) والتجارب البديلة (مقترحة)، والتجارب باستعمال الحاسوب (المحاكات). أشارت النتائج إلى ما يلي:

- لا يمكن لوسيلة تعليمية منفردة أن تحدث مجالا واسعا من الاستجابات اللازمة لتحقيق الطالب الأهداف والكفايات التعليمية المرجوة.
- أهمية توظيف الأدوات والأشياء المستعملة في الحياة اليومية.
- اعطت الأنشطة المخبرية المعتمدة على التجارب الشاملة نتائج مرضية في تحصيل المفاهيم العلمية المجردة، مع تنمية الجوانب الوظيفية لمفاهيم العلوم الفيزيائية.

Titre : Proposition d'expériences complètes pour obtenir des concepts du modèle microscopique de transformation chimique (Étude pilote).

Résumé : La présente étude visait à déterminer l'efficacité des expériences Globales visant à recueillir les concepts du modèle microscopique de transformation chimique des élèves de l'enseignement moyen en Algérie, en utilisant les méthodes analytiques et comparatives, pour trois études expérimentales dans lesquelles des expériences systématiques (programmées) et alternatives (proposées) ont été adoptées. Ordinateur (simulations).

Les résultats ont indiqué ce qui suit :

* المدرسة الشيخ محمد البشير الابراهيمي العليا للأساتذة بالقبة - الجزائر Email : rayanesidali2016@gmail.com

- Aucun média éducatif unique ne peut produire un large éventail de réponses pour atteindre les objectifs et compétences éducatifs souhaités.
- L'importance d'utiliser des outils et des objets dans la vie quotidienne.
- Les activités de laboratoire basées sur des expériences complètes ont donné des résultats satisfaisants dans la réalisation de concepts scientifiques abstraits, tout en développant les aspects fonctionnels des concepts des sciences physiques.

المدخل (Introduction)

يتمثل دور تعليمات العلوم الخاصة في إيجاد حلول وابتكار طرائق جديدة تمكن الطالب من اكتساب المعرفة والمهارات اللازمة، وتسخير التكنولوجيا للتغلب على صعوبات تحصيل المعارف العلمية. من أهم الوسائل التكنولوجية، الحاسوب، الذي احتل المرتبة الأولى، المساعدة في التعليم والتعلم؛ حيث إن قدرتها هائلة على تغيير الممارسات التعليمية مع تغيير البنية الأساسية للمؤسسات التعليمية والعلاقات وأنماط السلوك داخل النظام التعليمي، ومحتوى التعليم.

إنّ المختبر يدعم تدريس العلوم ولا يعوقه، ولا يُعد مكاناً لتصوير وتجسيد ما يتعلمه المتعلم، ولكنه أصبح مكاناً لرؤية الطبيعة بصورتها الخاصة (الشهري، 2009 & نشوانن 2001)، فالوظيفة الأساسية للعمل المخبري هي دفع عملية التعلم إلى الأمام، كما أنّها تتيح الفرصة لتطبيق برامج الاستقصاء البسيطة والنموذجية، وفي الوقت نفسه تزود الطالب بالمعلومات المرتبطة بما يجب أن يفعله أو يتوقعه ونظراً لافتقار مدارسنا بالجزائر في الوقت الحالي إلى التجارب بالمواد الكيميائية والتجهيزات المستوردة والمصطنعة نتيجة خطورتها وانعدامها، وعدم توفر قاعات مخصصة للتجريب، فإنه يمكن الاستعاضة عن ذلك بالتجارب والمواد والتجهيزات والأنشطة البديلة. فعلى الرغم من تطوير مناهج العلوم والتي بنيت وفق منحنى الأنشطة والتجارب العملية، إلا أننا نلاحظ تدنياً في استخدام الجانب العملي في مدارسنا؛ نظراً لوجود معوقات عدّة تحول دون استخدام الجانب العملي في تدريس العلوم مثل: الضعف الشديد في البنى التحتية للمدارس والمعامل المدرسية، وازدحام الفصول الدراسية بالتلاميذ وعدم تخصيص حصص كافية لتنفيذ الأنشطة العملية، ويرجع السبب في ذلك إلى ضعف الإمكانيات الاقتصادية للبلد، والتآجر عن الفساد المالي وسوء التخطيط وضعف الإدارة.

ومن أجل تدليل تلك المعوقات كان لابد من البحث عن بدائل جديدة للمعامل التقليدية والتجارب المستوردة وذلك بالاعتماد على البيئة المحلية والتي تحتوي على عدد غير محدود من الوسائل والأدوات والمواد اللازمة للتطبيقات العلمية، فالتجريب باستخدام خامات البيئة بشكل خاص يمكن أن يشكل نقلة نوعية في عملية تعلم العلوم من حيث قدرته على تحصيل تعلم التلاميذ وتصحيح التصورات الخاطئة لديهم (الموسي، 2001 & النجدي، 1999)؛ وذلك لسببين: الأول هو أنّ الدراسة العملية وخاصة

الاكتشافية التي تعتمد على خامات البيئة قد تصاعد كثيراً في إكساب التلاميذ خبرات مباشرة في تعلم العلوم، أما السبب الثاني فهو أن التعلم بالممارسة يجعل من التلميذ عنصراً نشطاً في عملية التعليم والتعلم، حيث يتفاعل مع أقرانه، مما يؤدي إلى إكسابه تعلماً ذا معنى.

أشارت نتائج بعض الدراسات منها دراسة (الدّهمش، وآخرون، 2014) الموسومة بالعنوان " أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف في تصحيح التصورات الخطأ والبديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السّابع أساسي إلى معرفة أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف، المعتمدة على خامات البيئة المحليّة في تصحيح التصوّرات البديلة، والخطأ لدى تلاميذ الصفّ السّابع أساسي عن المادّة وخصائصها وحالاتها يشير(ريان، وآخرون، 2015) في الدّراسة المعنونة بـ " دور التجارب البديلة في تحصيل مفاهيم الكيمياء لدى تلاميذ السّنة الثّانية متوسّط" إلى معرفة دور التجارب البديلة في تحصيل مفاهيم الكيمياء لدى تلاميذ السّنة الثّانية من التّعليم المتوسّط في إحدى المتوسّطات بالجزائر العاصمة، تمخّضت عن نتائج، منها اختلاف واضح في تحصيل مفاهيم موضوع الدّراية لصالح العينة التّجريبية.

بينما هدفت دراسة (الدّهمش، 2006) تحت عنوان "أثر استخدام التجارب البديلة رخيصة الثمن على التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصفّ السّابع أساسي" إلى استقصاء أثر استخدام التجارب البديلة رخيصة الثمن في تدريس مادّة العلوم على التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصفّ السّابع أساسي بالعاصمة اليمينية صنعاء، حيث خلصت إلى نتائج منها فعالية التجارب البديلة رخيصة الثمن في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصفّ السّابع أساسي.

هدفت دراسة (Gokhale, 1991) إلى المقارنة بين فاعلية محاكاة الحاسوب، وفاعلية طريقة المعمل اليدوي في تدريس دوائر المنطق ومعرفة أثر تعليمات الدّرس المعطاة قبل وبعد استخدام طريقتي المحاكاة بالحاسوب والمعمل.

أظهرت الدّراسة أنّه لا توجد فروق دالة إحصائية بين المجموعتين في الاختبار البعدي، وتوجد فروق دالة إحصائية في الاختبار البعدي لصالح الطّلبة الذين قرأوا التّعليمات بعد استخدام طريقتي المحاكاة والمعمل.

بينما هدفت دراسة (Geban et all; 1996) " الموسومة تحت العنوان "تأثير أساليب المحاكاة الحاسوبية وحلّ المشكلات في البحث في المدرسة الثّانوية" إلى الكشف عن تأثير تجارب المحاكاة المرتبطة بالحاسوب على مستوى التّحصيل ومهارات العمليّات المرتبطة بتعلّم الكيمياء كقدرة على التفكير المنطقي لطلاب الصفّ السّابع الأساسي في تركيا، حيث أظهرت نتائج الدّراسة وجود فروق دالة إحصائية في تحصيل الطّلبة العلمي تعزى لطريقة التّدريس ولصالح المجموعة التّجريبية وتوجد فروق في قدرات التفكير المنطقي لصالح أفراد المجموعة التّجريبية التي درست باستخدام المحاكاة بمساعدة الحاسوب.

تشابهت الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة من ناحية تطبيقها على تلاميذ المرحلة المتوسطة وتناولنا مواضيع مختلفة في مادة الكيمياء، مثل: مفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها، التحوّل الكيميائي واختلفت معها في طبيعة التشخيص.

هدفت بعض الدراسات السابقة إلى إجراء مقارنة بين فاعلية المحاكاة بالحاسوب وطريقة العمل اليدوي، وأثر كل منهما في تحصيل الطلبة مثل دراسة جوخالي (Gokhale, 1992)، وهدف قسم آخر إلى عقد مقارنة بين المحاكاة بالحاسوب وطريقة حلّ المشكلات وطريقة التعليم التقليديّة وتأثيرهما في تحصيل الطلبة. اختلفت الدراسات من حيث حجم العينة، وطبيعتها واشتمل جزء من الدراسات على مجموعتين تجريبيتين وأخرى ضابطة، بينما قسم آخر اشتمل على مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة في حين أن الدراسة الحالية اقتصرت على مجموعتين تجريبيتين، ومجموعتين ضابطين.

ب. الأدوات والطرائق (Materials and methods)

1. مشكلة الدراسة وأسئلتها

يتناول البحث دراسة كسفية نسعى من خلالها إلى معرفة مدى فعالية التجربة الشاملة (تجارب نظامية تجارب بديلة، محاكاة) في تحصيل المفاهيم الكيميائية لوحدة النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائي لدى عينة من تلاميذ السنة الثانية من التعليم متوسط بالجزائر، وذلك من خلال تحليل ومقارنة النتائج المتحصل عليها مع دراسات سابقة.

نسعى من خلال هذه الدراسة للإجابة عن المطلب الرئيس التالي:

هل التجارب الشاملة ذات فاعلية في تحصيل مفاهيم النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائي؟ وينبثق من هذا المطلب الأسئلة الفرعية التالية:

السؤال الأول: هل للتجارب المخبرية تأثير على عملية التحصيل المعرفي؟

السؤال الثاني: هل يمكن تعويض أدوات المختبر بأدوات بسيطة قصد إجراء تجارب بديلة؟

السؤال الثالث: هل التجارب المعتمدة على المحاكاة كافية لتحصيل مفاهيم النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائي؟

السؤال الرابع: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات المجموعة التجريبية ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في اختبار وحدة النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائي؟

2. أهمية الدراسة

تتضح أهمية الدراسة من أنها إضافة جديدة للدراسات المحلية، خاصة وأن الدراسات التي أجريت حول تعلم الطلبة بطريقة التجارب الشاملة على مستوى العالم العربي بما فيها الجزائر قليلة جدًا، فإن الدراسة الحالية تسعى للحد من هذا النقص إلى حد ما عن طريق التعرف على أثرها في تحصيل مفاهيم مركزية في الكيمياء البنوية تتعلق بمفاهيم النموذج المجهرى للتحوّلات الكيميائية. كما تبرز أهميتها في

سعيها إلى تحسيس مصممي المناهج والقائمين على المنظومة التربويّة الجزائرية عموماً وعلى العلوم الفيزيائية والتكنولوجيا على وجه الخصوص بدور التجارب الشاملة في تحصيل مفاهيم الكيمياء لدى تلاميذ التعليم المتوسّط واقتراح تضمينها أو الإشارة إليها عند إعداد أو تطوير المنهاج، إلى جانب التأكيد على ضرورة قيام الأستاذة بتبني هذه التجارب وتدريبهم على تصميمها (مهدي، 2007).

3. حدود الدراسة

الحدود الزمانيّة: تم إعداد هذه الدراسة خلال السنّة الدّراسيّة 2018/2017.

الحدود المكانية: اعتمدت عينة البحث من دراسات سابقة أنجزت بمخبر التجارب البديلة، والذي نشرف عليه بمدرسة الشّيخ محمد البشير الإبراهيمي العليا للأساتذة بالقبة-الجزائر وهي: الدّراسة الأولى (2016/2015): تم اختيار عينة البحث التجريبية من متوسّطة عبد الكريم العقون المتواجدة بالقبة القديمة، بالجزائر العاصمة، والتي بلغ تعدادها مائة تلميذ وتلميذة (100) للعينة الضابطة وثلاثة وعشرين تلميذا وتلميذة (23) ممثلة للعينة التجريبية. الدّراسة الثّانية (2015/2014): أجريت الدّراسة على تلاميذ متوسّطة العيد آل خليفة-القبة - (الجزائر العاصمة) والتي بلغ تعدادها مائة تلميذ و تلميذة (100) للعينة الضابطة و خمسة وعشرين تلميذا وتلميذة (25) ممثلة للعينة التجريبية .

4. أهداف الدراسة

تهدف الدّراسة إلى اقتراح تجارب شاملة لتحصيل مفاهيم النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائيّ لدى تلاميذ السنّة الثّانية من التعليم المتوسّط في الجزائر.

5. منهج الدراسة

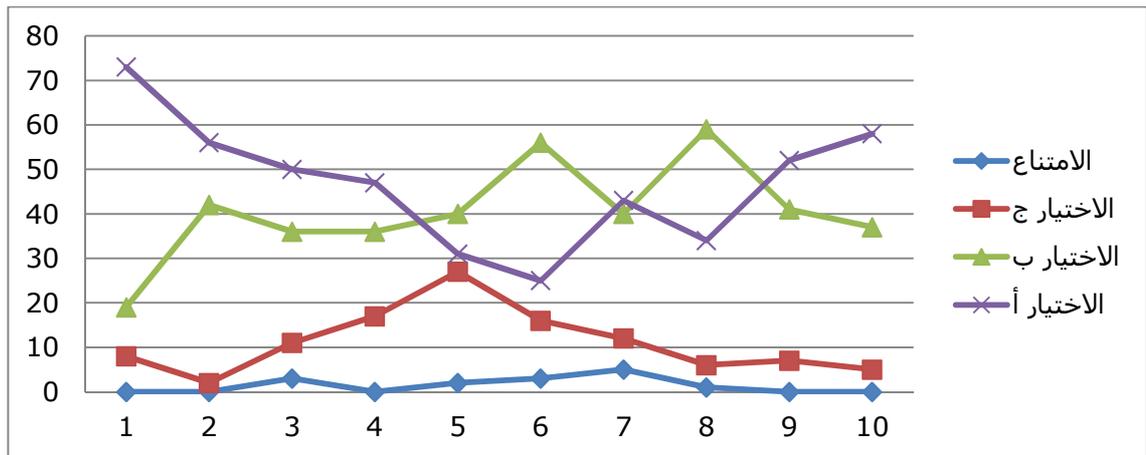
اعتمدت الدّراسة على المنهج الوصفيّ التحليليّ الذي يتناول دراسة أحداث وظواهر وممارسات موجودة ومتاحة للتحقق والقياس كما هي، دون تدخل الباحث في مجرياتها، تتفاعل معها فنصفها ونحلّها، كما تم الاعتماد على المنهج المقارن الذي يعتمد على مقارنة النتائج بإبراز أوجه الاختلاف وأوجه التّشابه وكذا سلبيّات وإيجابيّات كلّ دراسة.

ج. النتائج والمناقشة (Results and discussion)

عرض نتائج الدّراسة الأولى: (أهميّة التجربة البديلة في تدريس وحدة النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائيّ لدى تلاميذ السنّة الثّانية متوسّط).

نتائج الاستبانة القبليّة: اشتملت أسئلة الاستبانة على مفاهيم وحدة النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائيّ؛ حيث تمثّلت نتائجها في المنحنى البيانيّ رقم (1) التّالي:

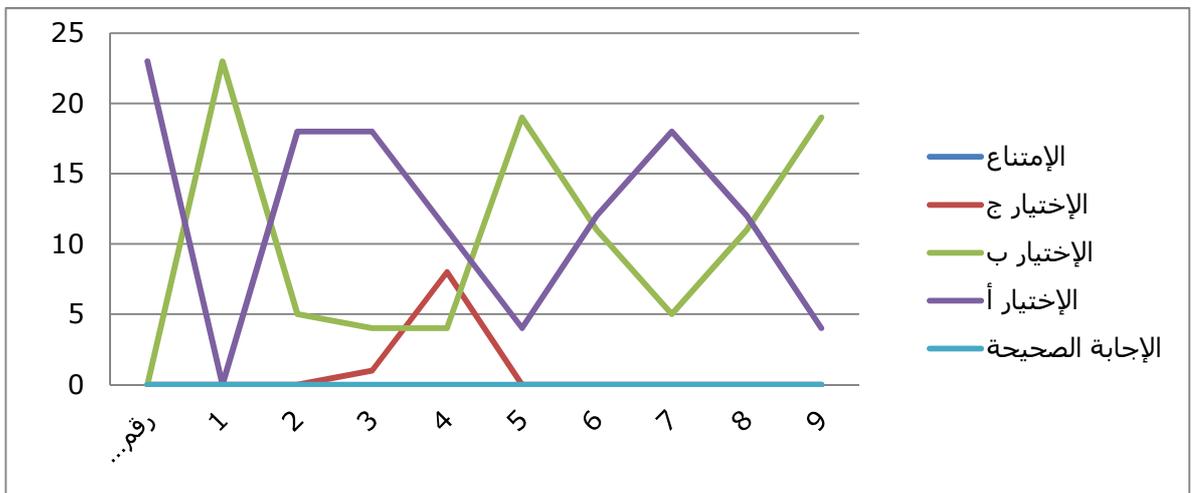
منحنى بيانيّ رقم (1): يمثّل تكرار إجابات العينة الضابطة في التجارب البديلة.



يُظهر المنحنى البياني رقم (1) عدد الإجابات الصحيحة لتلاميذ المجموعة الضابطة ب 73 إجابة صحيحة أي ما نسبته 73% حول مفهوم النموذج الجزيئي.

نتائج الاستبانة البعدية: اشتملت أسئلة الاستبانة البعدية على مفاهيم نفس الوحدة، حيث تمثلت نتائجها في المنحنى البياني رقم (2) التالي:

المنحنى البياني (2): يمثل تكرارات إجابات التلاميذ للعينة التجريبية في التجارب البديلة.



يتضح من المنحنى البياني رقم (2) ما يلي:

قدر عدد الإجابات الصحيحة ب 23 إجابة أي ما نسبته 100% حول مفهوم النموذج الجزيئي، في حين يظهر أن المفهومين الكمي والكيفي والمتمثلين في عدد ونوع الذرات لكل فرد كيميائي ذي الصيغ الكيميائية لغاز الأكسجين والماء وملح الطعام بتكرار قدر ب 23، 19، 18 على التوالي أي ما نسبته على الترتيب 100%، 82.61%، 78.26%.

بالنسبة لسبب ظهور أكسيد المغنيزيوم وتمثيل النموذج المجهرى لنتاج احتراق الفحم فقدّر عدد الإجابات الصحيحة ب 11 و 18 إجابة صحيحة أي ما نسبته على التوالي 47.83%، 78.26% على الترتيب

في حين قدر عدد الإجابات الصحيحة لمفهوم الذرة والجزء وإمكانية انحفاظ كلّ منهما ب: 19، 12، 12 إجابة صحيح على التوالي أي ما نسبته 84.61%، 52.17%، 52.17% على الترتيب أما إمكانية انحفاظ الجزء، فقد رددت الإجابات ب5 إجابات صحيحة أي ما نسبته 21.74%.

نورد نتائج المقارنة بين نتائج الاستبانين القبلي والبعدي في الجدول رقم (1) التالي:

جدول رقم (1) يمثل نتائج اختبار "ت" لعينتين مستقلتين بين متوسط درجات المجموع التجريبيّة ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في اختبار المفاهيم المعتمدة على التجارب البديلة.

| المجموعة | العدد N | متوسط الدرجات m | الانحراف المعياري S ² | قيمة "ت" T-Test | مستوى الدلالة |
|-----------|---------|-----------------|----------------------------------|-----------------|---------------|
| التجريبية | 23 | 15,48 | 7,38 | 7,75 | دالة عند 0,01 |
| الضابطة | 100 | 10,37 | 11,39 | | دالة عند 0,01 |

قيمة "ت" الجدولية عند درجة حرية (121) وعند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ هي 2.61.

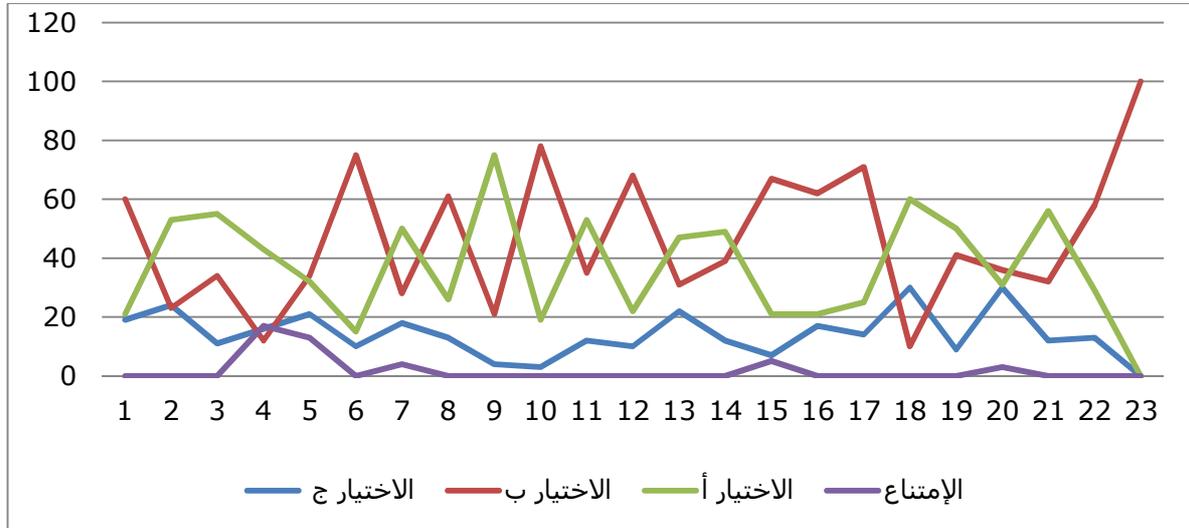
يتضح من الجدول أعلاه أن: قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة، مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة ولقد كانت الفروق لصالح المجموعة التجريبية، بمعنى أن التجارب البديلة كان لها أثر إيجابي في تحصيل مفاهيم موضوع الدراسة؛ وهذا يتوافق مع نتائج الدراسات السابقة.

نفسر ذلك بأن التلميذ في التجربة البديلة يتعامل مع مواد ووسائل بسيطة وأمنة من بيئته، يتعامل معها في حياته اليومية، يستأنس بها وينجزها التجارب ويلاحظ النتائج دون تخوف أو تردد، وتعتبر كبديل جيد للتجربة المخبرية لا سيما عند نقص الوسائل والتجهيزات أو التخوف من إجراء التجارب المخبرية باستعمال المواد الكيميائية الخطيرة أو لتعويض التجارب صعبة التحقيق.

عرض نتائج الدراسة الثانية: (أثر عملية المحاكاة في تدريس وحدة النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائي لدى تلاميذ السنة الثانية متوسط "دراسة تجريبية").

نتائج الاستبانة القبليّة: اشتملت أسئلة الاستبانة على مفاهيم وحدة النموذج المجهرى للتحوّل الكيميائي حيث تمثلت نتائجها في المنحنى البياني رقم (3) التالي:

منحنى بياني رقم (3): يمثل تكرار إجابات تلاميذ العينة الضابطة في تجارب المحاكاة.

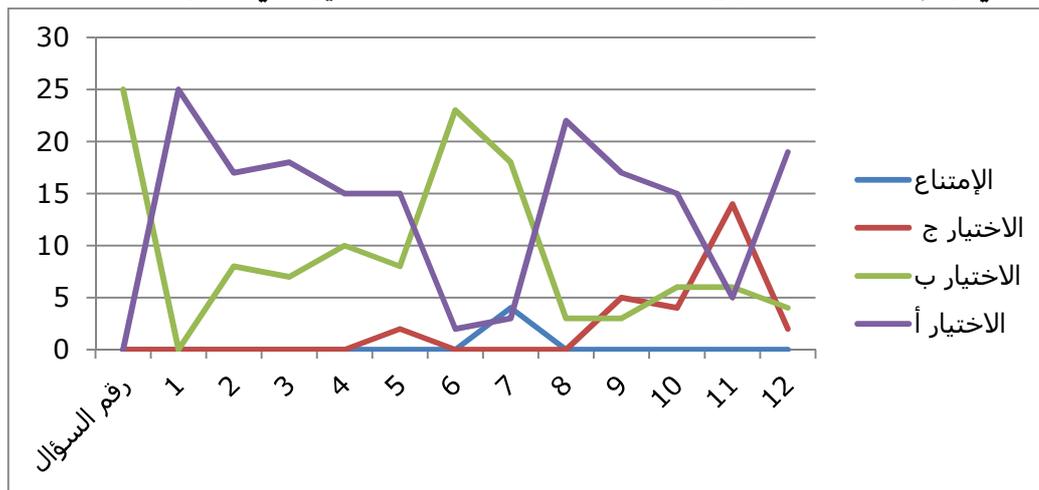


يتضح من تحليل البيان رقم (3) ما يلي:

قدر عدد الإجابات الصحيحة لتلاميذ المجموعة الضابطة بـ 84 إجابة صحيحة أي ما نسبته 84%.

نتائج الاستبانة البعدية: بعد اختيار العينة التجريبية والمتكونة من 25 تلميذا وتلميذة وإجراء الدروس بالطريقة المقترحة التي تعتمد على المحاكاة من خلال استعمال مجموعة من الأشرطة والفيديوهات أعطت نتائج الاستبانة بعد معالجتها النتائج الموضحة في المنحنى رقم (4) التالي:

المنحنى البياني رقم (4): يمثل تكرارات إجابات تلاميذ العينة التجريبية في تجارب المحاكاة.



نورد نتائج المقارنة بين نتائج الاستبيانين القبلي والبعديّ والخاصّة بالتجارب القائمة على المحاكاة في الجدول رقم (2) التّالي:

جدول رقم (2) يمثل نتائج اختبار "ت" لعينتين مستقلتين بين متوسط درجات المجموعة التجريبية ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في اختبار المفاهيم بتنفيذ تجارب تعتمد على المحاكاة.

| المجموعة | العدد N | متوسط الدرجات m | الانحراف المعياريّ S ² | قيمة "ت" T-Test | مستوى الدلالة |
|------------|---------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|
| التّجريبية | 25 | 16.54 | 5.77 | 5.43 | دالة عند 0,01 |
| الضّابطة | 100 | 13.30 | 7.03 | | دالة عند 0,01 |

قيمة "ت" الجدوليّة عند درجة حرّية (121) وعند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ هي 1.97. يتّضح من الجدول أعلاه أنّ قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدوليّة عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.05$ مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة وهذا يعني أنّ التجارب المنفذة بالاعتماد على المحاكاة كان لها أثر إيجابي في التّدرّيس؛ وهذا يتوافق مع نتائج الدّراسات السّابقة. يمكن تفسير ذلك بأنه هناك فئة من المتعلّمين تعتمد على ملكات الإدراك من الخارج متمثلة في تفضيل الاستماع والمشاهدة لتيسير عمليّة تحصيل المعرفة، أضف إلى ذلك إمكانيّة تكرار المشاهدة للظواهر التجريبية على عكس التجارب النّظاميّة التي تستهلك الجهد والمال عند تكرارها أو التّخوف من إجراء التجارب المخبرية باستعمال الموادّ الكيميائيّة الخطيرة.

د. الخلاصة (Conclusion)

بعد تحليل كلّ من الدّراستين، أفضت النّتايج إلى مجموعة من النّتايج نذكر من بينها ما يلي:

- يبني المتعلّم معرفته من خلال قيامه بالعديد من الأنشطة والتّجارب العلميّة التي تجعل التّعلم ذا معنى وقائماً على الفهم، وبذلك تتشكّل المعارف لديه بشكل منتظم ومتسلسل كما أنّها ترسخ المعرفة.
- استجابة التّلاميذ للأنشطة المخبرية المدعّمة بالتّجارب البديلة؛ حيث تفاعلوا معها وربطها بأمثلة من واقعهم المعيش، ما يدفعهم للاكتشاف وتطبيق ما يتوصّلون إليه من معارف علميّة في مواقف

جديدة، متجنّبين خطورة بعض المواد الكيميائية مستعملين موادّ بسيطة متوقّرة وغير باهظة الثمن وهذا يدلّ على أنّ التجارب البديلة كان لها أثر إيجابي في تحصيل مفاهيم موضوع الدراسة الأولى.

• بيّنت نتائج الدراسة الثانية المتعلقة بالتجارب المعتمدة على المحاكاة نتيجتين مهمّتين هما:
أولاً: تجاوب أفراد العيّنة التجريبية مع الطريقة المقترحة في الدرس، حيث ظهر ذلك جلياً في تجاوبهم مع عناصر الاستبانة المصمّمة من جهة ومن نتائج الإحصاء المقدّر من جهة أخرى.

ثانياً: تفاعل الطلاب بشكل إيجابي عند تعدّد وسائل الإيضاح، خاصّة تلك التي تمثّلت في توضيح مفاهيم مجرّدة لموضوع المادة وتحوّلاتها كالنموذج المجهرّي للذرات والجزيئات وذلك من خلال عرض فيديوهات وصور متحركة يعجز المجرب على تنفيذها ميدانياً وهذا يدلّ على أنّ التجارب المعتمدة على المحاكاة كان لها أثر إيجابي على التّحصيل.

• دلّت المقارنة بين الدراستين: التجارب البديلة والتجارب المعتمدة على المحاكاة لتحصيل مفاهيم وحدة النموذج المجهرّي للتحوّل الكيميائيّ على مجموعة من المؤشّرات، نذكر من بينها:

أولاً. من حيث أوجه التشابه: تعدّ التجارب البديلة والتجارب المعتمدة على المحاكاة من النّشاطات التي تختلف عن التجارب النّظامية في المخبر من حيث البساطة في التّنفيذ والتّصميم، كلاهما تشرك التّلميذ بشكل أساسي في التجارب و تجعله عنصراً نشطاً، ولا يكون مجرد مشاهد؛ حيث في التجربة البديلة يقوم التّلميذ بالتّجربة بنفسه بوسائل ومواد بسيطة، أمّا في المحاكاة فإنّ التّلميذ يقوم بالتّجريب مع الأستاذ، وفي نفس الوقت يشاهد ما يحدث داخل التجربة بأشرطة الفيديو التي توضّح ما لا يمكن استيعابه بالكلام فقط؛ وهذا ما دلّت عليه النتائج من حيث مشاركة التّلاميذ في الدرس.

ثانياً. من حيث أوجه الاختلاف: تختلفان من حيث المنهجية وأكثر ما يهمننا هنا هو نطاق الاستعمال لأنّ هذا هو أحد سلبيّات التجربة البديلة؛ حيث أنّه لا يمكن توفير تجربة بديلة في كلّ الوحدات، بينما هي نقطة قوّة للمحاكاة؛ لأنّه يمكن توفير أيّ فيديو أو شريط لموضوع معيّن وهذا لكثرة المهتمّين بهذا المجال.

ثالثاً. إذا ما قمنا بالمقارنة بين النتائج الإحصائية لتحديد أيّ تجربة يتبيّن بوضوح، تفوق التجارب البديلة على التجارب المعتمدة على المحاكاة.

و. المراجع (References)

النّجدي، أحمد وآخرون. (1999): المدخل في تدريس العلوم، دار الفكر العربي، القاهرة.
الدّهمش، عبد الولي حسين. (2014): أثر التجارب البديلة قليلة التكاليف في تصحيح التّصورات الخاطئة والبديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصّف السابع أساسي، مجلة العلوم التربوية والنفسية المجلد 15 العدد 1؛ جامعة صنعاء، اليمن.

الدّهمش، عبد الولي حسين. (2006): "أثر استخدام التّجارب البديلة رخيصة الثّمّن على التّفكير الإبداعيّ لدى تلاميذ الصّف السّابع أساسي" مجلة العلوم التّربويّة والنّفسيّة المجلد 15 ال عدد1؛ جامعة صنعاء، اليمن.
الموسى، عبد الله عبد العزي. (2001): استخدام الحاسب الآلي في التّعليم. الرياض: مكتبة القشري، المملكة العربيّة السّعوديّة.

الشّهري، علي بن محمد. (2009): أثر استخدام المختبرات الافتراضيّة في إكساب مهارات العمليّة في مقرر الأحياء لطلاب الصّف الثّالث الثّانوي بمدينة جدة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كليّة التّربيّة، جامعة أم القرى، المملكة العربيّة السّعوديّة.

جمال، حويتس. (2004): دراسة بعض النّمادج في الفيزياء، أطروحة ماجستير تخصص تعليميّة الفيزياء، غير منشورة، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.

مهدي، بن بتقة. (2007): دروس لأساتذة التّعليم المتوسّط/ السّنة الثّالثة فيزياء، وحدة تعليميّة العلوم الفيزيائيّة، قسم الفيزياء، المدرسة العليا للأساتذة القبة-الجزائر.

نشوان، يعقوب. (2001): الجديد في تعليم العلوم ، ط1 ، عمان : دار الفرقان لنشر والتّوزيع.

عبد الله بن أحمد، مطهر آل مطهر. (2008): تطوير برنامج محاكاة حركة التّفاعلات الكيميائيّة بطريقة محصلة الحدث -مونت كارنو-قسم الكيمياء، كليّة العلوم، جامعة الملك سعود، السّعوديّة.

ريان، سيد علي & شالي، فايزة. (2015): دور التّجارب البديلة في تحصيل مفاهيم الكيمياء لدى تلاميذ السّنة الثّانيّة متوسّط، مذكرة لنيل شهادة التّعليم المتوسّط/غير منشورة، المدرسة العليا للأساتذة بالقبة/الجزائر.

Gokhale, M, A.F.M. Anwar, R.D. Carrol, F.C. Jain, (1991) "MONTE CARLO SIMULATION OF SiGe/Si MESFETs", COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering, Vol. 10 Issue: 4, pp.547-552.

Geban, M., Askar, B (1962): Effect of Computer Simulations and Problem Solving approaches on High School research. Educational and Training Technology International, 86(1) 5-10. 1992

Geban, O, Ilker, and Yalcinalp, Serpil: (1995) Effectiveness of Using Computer-Assisted Supplementary instruction for Teaching the 176 Mole Concept, Journal of Research in Science Teaching. 32 (10). pp. 1083-1095.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
رئاسة الجمهورية
المجلس الأعلى للغة العربية
دعوة للكتابة في موسوعة أعلام الجزائر



إلى من يهمه الأمر،

يعتزم المجلس الأعلى للغة العربية إنجاز (موسوعة الجزائر) التي تؤرخ للدولة الجزائرية منذ العصر النوميدي إلى يومنا هذا، وستكون معلمة كبيرة ترصد مختلف المظاهر التي عرفت الجزائر عبر العصور وتعالج مختلف الميادين، وستكون في مجلدات ضخمة، وفي صورتها النهائية.

وعليه، يروم المجلس الأعلى للغة العربية أن يصدر هذه السنة المجلد الأول الخاص بالأعلام قبل نهاية هذه السنة. ومن هنا ندعوكم للإسهام في هذا العمل الحضاري الذي لا يتحقق إلا بجهودكم في مساندة المجلس في ما تقترحون من أعلام جزائرية سجلت بصمات معتبرة، وتحتاج إلى أن تُخلد في موسوعة الجزائر. ونرجو أن تلتزم قدر الإمكان بالمعايير التالية:

- 1- التعريف بالعلم/ الشخصية: ويتمثل في اسمه وكُنيته ونسبه وبلده.
- 2- نشأته: ويتناول فيها مولده وتكوينه ونبذة عن حياته، وعصره من الناحية الاجتماعية والسياسية.
- 3- نشاطه: العلمي والسياسي والخيري.
- 4- شيوخه: ويتناول فيها بعض الشيوخ بما في ذلك رحلاته.
- 5- تلاميذه: ويتناول المشهور منها.
- 6- مؤلفاته: ونذكر المهم منها.
- 7- أقوال العلماء والباحثين فيه.
- 8- إذا اعتمدت المصادر، لا تتجاوز أكثر من ثلاثة (3).
- 9- يمكن الكتابة في أكثر من علم على ألا يتجاوز عدد الكلمات في كل علم 1000 كلمة.
- 10- يرسل المكتوب عبر البريد الإلكتروني الخاص بالموسوعة : mawsoua.dz@gmail.com
- 11- الهاتف : 0550809249 - 021 23 07 08

رئيس المجلس

تم إخراج وطبع بـ:

دار الخلدونية للطباعة والنشر والتوزيع

05، شارع محمد مسعودي القبة القديمة-الجزائر

الهواتف: 021.68.86.49-021.68.86.48-05.42.72.40.22

البريد الإلكتروني: khaldou99_ed@yahoo.fr



Journal

of sciences and technology

Semestrial Journal of Sciences and Technology Recherche Published
by the High Council of the Arabic Language Algeria

Head of publishing:

Pro. SALAH BELAID

Editor in chief

Pro. Ismail Rouina

Associated editor:

M. Abdelkarim Cherifi

Managing editor:

M. Abderrazak Belghit

