استخدام الخوارزميات الحاسوبية لدعم القرار الطبي والتشخيص الاولي لتخفيض التكلفة الطبية

–دراسة تطبيقية على مرض الحصبة–

Using computer algorithms to support medical decision and initial diagnosis to reduce medical costs -An applied study on measles-

بوفاتح توربة زوجة بن ديمراد

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التّجارية وعلوم التّسيير، جامعة تلمسان، touria.boufatah@univ-tlemcen.dz

تاريخ الاستلام: 2021/05/30 تاريخ القبول: 2021/09/23 تاريخ النشر: 2021/12/30

ملخص:

تهدف الدراسة الى توجيه اتخاذ القرار الطبي الى الرؤية الرياضية التي تنظر الى الجانب الحسابي للعقلانية ودعمه باستعمال الذكاء الاصطناعي من أجل التقليل من الغموض الموجود في التواصل البشري.

وخلصت الدراسة إلى ان دعم القرار الطبي باستعمال الذكاء الاصطناعي هو نشاط علمي واحترافي رسمي هدفه الأساسي قابلية التكيف مع جميع المواقف، والتزاوج ما بين التقنية المتطورة والمعلومات والمهارات الطبية المكتسبة يؤدي حتما الى التحكم أكثر في التكلفة باعتبارها من اساسيات اقتصاد الصحة.

كلمات مفتاحية: اقتصاديات الصحة، القرار الطبي، التشخيص الاولي، التكلفة الطبية، الذكاء الاصطناعي.

تصنيفات JEL: C80، D70،I150

Abstract:

Our study aims to direct medical decision-making to a mathematical vision that looks at the computational aspect of rationality and supports it using artificial intelligence in order to reduce the ambiguity in human communication

Supporting the medical decision to use artificial intelligence is an official scientific and professional activity whose main goal is the adaptability to all situations and the intermarriage between advanced technology, information and acquired medical skills, and it will inevitably lead to more control over the cost. Which is one of the basics of the health economy.

Keywords: Health Economics, Medical Decision, Initial Diagnosis, Medical Cost, Artificial Intelligence.

Jel Classification Codes : I150 ، D70، C80

المؤلف المرسل: بوفاتح توربة زوجة بن ديمراد، الإيميل:touria.boufatah@univ-tlemcen.dz

1. مقدمة :

على الرغم من التقدم الطبي والتكنولوجي المستمر على مدى الخمسين عاما الماضية الاّ أن التفاوتات الاقتصادية في الصّحة استمرت إذا لم نقل تفاقمت بشكل نسبي في السنوات الأخيرة حيث تعد قرارات الرعاية الصحية معقدة وتنطوي على مواجهة مقايضات بين أهداف متعددة ومتضاربة في كثير من الأحيان. يواجه صانعوا القرار سواء كانوا أفرادا أم لجانا، صعوبة بمعالجة وبتحديد أوليات الأمور الأكثر أهمية مما يؤدّي عادة إلى عدم التّنسيق في الرّعاية الصحية الذي يؤدّي بدوره إلى حدوث أخطاء في التّشخيص أو التّأخير في فهم حالة المريض (Diego, 2015, p. 685)، كما يواجه مقدّمو الرّعاية الصحية قيودا متزايدة على الوقت الذي يتعيّن عليهم فيه تشخيص المرض (fallery, 2018, p. 346) ممّا يسبّب في تدهور حالته الصحية وارتفاع تكاليف علاجه المادية والاجتماعية. ولكن رغم التعقيد، يتم اتخاذ القرارات حتى التمسك بالوضع الراهن هو في حدّ ذاته القرار (Dubromel & Audrey, 2020, p. 2) في عام1939، كتبت المؤرخة الممرضة ماري روبرتس أنّ اتجاهات وأحداث اليوم هي نتائج تجربة الماضي بالإضافة الى المفاهيم المختلفة لكل من الاحتياجات الحالية والمستقبلية (Sandra.B & levenson, 2010, p. 13).

من هذا المنطلق نجد أن تحديد شروط النقاش حول اتخاذ القرار الطبي في المؤسسة الاستشفائية يقود الى اقتراح المجالات الرئيسية لصنعه، ويكون هذا النهج نتيجة تحليل علمي وهدفه السامي هو محاولة تبسيط دراسة الحالة، وعادة ما تكون مشروطة بالبيانات المعقّدة، خاصّة إذا كان هناك اندماج لعدّة مراحل من مشكلة البيانات الدّيناميكية، تدفعنا إلى الحاجة لنماذج جديدة ذات تفاعل قوي بين مجتمعات التّحليل والإدارة الكمية باستعمال التّعلّم الآلي. وذلك لدعم اتّخاذ القرار الملائم، وبالضّرورة تخفيض تكاليف المرض، سواء بالنّسبة للمريض أو للدّول، في السّنوات الأخيرة اتّجه العديد من العلماء إلى تقنية الذّكاء الاصطناعي باعتماد خوارزميات تسمح للمهنيين العاملين في قطاع الصحّة اتّخاذ قرارات في الفحوص السّريرية، وذلك بتحديد ودراسة العلاقات المتداخلة بين الظّواهر المتعدّدة والمتشابكة للمرض.

إشكالية الدّراسة:

يساهم الذكاء الاصطناعي في عصرنة نماذج دعم القرار الطبي بين مقدّمي الرّعاية الصحية ومستهلكي الرّعاية الصحية؛ حيث أصبح ضرورة حتمية في المؤسّسات الصحية لما له من الأثر الكبير على عمليات اتّخاذ القرار.

ومنه نصوغ الإشكالية التّالية:

كيف يمكن للذكاء الاصطناعي المساهمة في دعم القرار الطبي وتخفيض تكلفة العلاج؟

كما يمكن طرح الإشكاليات الفرعية التالية:

- ما هو دور الذكاء الاصطناعي في التّخفيف من مشكلة الأخطاء في التشخيصات ودعم اتّخاذ القرار الصّائب نسبيّا؟
- كيف يمكن إقحام نماذج الخوارزميات لدى الأطباء في المؤسّسة الاستشفائية؟
- هل استعمال الذكاء الاصطناعي يساعد على التقليل من تكاليف العلاج المرتفعة؟

. فرضيات الدراسة:

بناء على إشكالية البحث وتساؤلاته، تمّ اختبار الفرضيتين التّاليتين:

- هناك نماذج للخوارزميات باستعمال التعلم الالي تساعد في اتخاذ القرارات.
- التشخيص الاولي بمساعدة الذكاء الاصطناعي يقلص من قيود المتزايدة على الوقت.
- التشخيص الاولي الصائب يقلص من تكاليف العلاج.

أهمية الدراسة:

الأهمية النّظرية: تسعى هذه الدّراسة إلى زيادة المعرفة في مجال الذكاء الاصطناعي وإيجاد طرق مستحدثة لاختيار القرارات الصّائبة نسبيّا.

الأهمية التّطبيقية: إنّ الوقوف على التّحديات التي تواجه المنظومة الصحية جرّاء التشخيصات الخاطئة للطّاقم الطبي المقدّم للرّعاية الصحية، وكذا مستهلكيها، أي المريض يجعلنا نسلّط الضّوء على معرفة البيانات السّريرية التّاريخية للمرض واستعمال الذّكاء الاصطناعي المتمثّل في الخوارزميات، أي الارتباطات الموجودة بين مختلف أعراضه وذلك لاتّخاذ القرار الصحي السّليم وتفادي زيادة التّكلفة الصحية.

أهداف الدراسة:

ويهدف بحثنا هذا إلى:

- الرّفع من فعالية اتّخاذ القرار الطبي باستعمال أنجع الطّرق في تحسين الرّعاية الصحية.
- التّخفيف الأخطاء الطبية باستعمال الذكاء الاصطناعي لمساعدة الأطبّاء على التّشخيص السّريع والدّقيق.

منهجية الدراسة:

للوصول إلى الغاية المسطّرة لهذه الدّراسة، قمنا باتّباع الإطار المنهجي التّالي:

فلسفة الدراسة: يقوم هذا البحث على الوضع الحالي التي تشهده المؤسّسات الاستشفائية اجرّاء الأخطاء الكبيرة في التشخيصات المعلومات، وعدم اتخاذ القرار الطبي الصائب هي مشكلة لديها أساس نظري متين يظهر للعيان من خلال الدّراسات السّابقة، ويتناسب مع الهدف الأساسي للبحث.

أسلوب الدراسة: تمّ اعتماد الأسلوب الاستقرائي والوصفي التّفسيري على اعتباره أكثر ملاءمة للإجابة على تساؤلات البحث، إلى جانب هدفه العام الذي تمّ الإشارة إليه أعلاه.

استراتيجية الدراسة وأداة جمع البيانات: حاوانا اعتماد استراتيجية مسح لبيانات المرضى من خلال القيام بدراسة تحليلية خاصّة بملفّات المرضى الخاصة بمرض الحصبة.

مجتمع وعيّنة الدراسة: يتكوّن مجتمع الدّراسة من بيانات ملّفات المرضى المأخوذة من الوثائق الرّسمية للمؤسّسة الاستشفائية الجزائرية محلّ الدّراسة.

الدراسات السابقة:

سلطت الضوء العديد من الدراسات والباحثين على موضوع استعمال الذكاء الاصطناعي او الخوارزميات الحاسوبية في مجال الصحة فنبدأ **بدراسة diegoA.Martinez (2015)** في مقال له بمجلّة Applied Clinical informatics بحيث عمل على تصميم نظام معلوماتي لدعم اتّخاذ القرار منهجه فهو تحليلي تطبيقي باستعمال الذّكاء الاصطناعي في تصميم الخوارزميات اما نتائج دراسته فكانت تسهيل تبادل المعلومات الصحية بين المهنيين الصحيين. (Diego, 2015, p. 685) إضافة الى **دراسة جباري لطيفة** (2017) في مقال لها بمجلة العلوم الإنسانية الصادرة عن مركز الجامعي بتندوف اين استعرضت نظريا مختلف نماذج الذكاء الاصطناعي في عملية اتخاذ القرار والدور المهم الذي تلعبه. (جباري ، 2017، صفحة 132) دراسة jean charlet (2018)حيث قام بتحديد ماهية الذكاء الاصطناعي وإعطاء بعض الأمثلة على تطوره في مجال الصحة خاصة عند الطبيب والاعتماد على انتقاء البيانات التحليلية الجيدة حيث انه خلص الى كونها تؤثر على جودة البيانات المسؤولة عن عمليات الذكاء الاصطناعي وانتهى به الامر الى معالجة المشكلات الأخلاقية وكذلك كيفية المحافظة على مهارات الطبيب. (charlet, 2018, p. 140)

2.الجانب النظري:

1.2 مفهوم اقتصاديات الصحة:

تسعى اقتصاديات الصحة عادة الى ادخال العقلانية الاقتصادية في فهم البرامج والتدخلات الصحية فهي تعمل على دراسة الاحتياجات الصحية ذات الأولوية ،الاستجابات الفعالة وبصفة اهم التكاليف والتمويلات .ويعتبر مقالي كنيث ارو 1963 "عدم اليقين واقتصاديات الرفاهية للرعاية الطبية "وكذلك غروسمان 1972حول "مفهوم رأسمال الصحي والطلب على الصحة" مولدا جديدا لهذا التخصص الذي يشترك او يستعير بعض المفاهيم النظرية المرجعية من مجالات اقتصادية عديدة لكنه يتميز في نفس الوقت بخصائص اقتصادية غير عادية تتمثل في الفجوة الكبيرة في المعرفة, التواصل بين مقدمي ومستهلكي الخدمات الصحية ,عشوائية الامراض ,التأثيرات الداخلية والخارجية التي تؤدي الى زيادة التكاليف. وله كذلك عدة مستويات للتحليل الجزئي والقطاعي والكلي والعالمي.(devlin, 2018)

في تحليل دراستنا سوف نسلط الضوء على المستوى الجزئي وخاصة العلاقة ما بين مقدم الرعاية الصحية الطبيب ومستهلكها –المريض–

2.2 مفهوم القرار الطبي: تحليل ودراسة

يعتبر القرار الطبي نتاج علم وخبرة وممارسة وأكثر من ذلك نضوج معرفي وهو من أهم القرارات التي تتعدى جودة القرار الى جودة الحياة. فالطبيب، بطبيعته، يواجه الاختيار بين الاحتمالات المختلفة ويتم ذلك بالتحقيق، التشخيص والعلاج إضافة الى تلك القرارات التي تتعلق بعدم تطبيق الإجراءات أو التوقف عن تطبيق الإجراءات الجارية.

من المتوقع دائما أن يكون للمتخصصين في الرعاية الصحية دورا مهما في هذه العملية وذلك بالتركيز على الأساليب المنهجية المتعلقة بالرعاية السريرية للمرضى، حيث تشمل هذه الأساليب عدّة طرق في تحليل القرار وهي:

- البحوث الطبية التي تعتمد على تطبيق الأساليب الكمية في الأعداد السريرية.
- دراسات الادراك البشري بمساعدة علم النفس التفكير السريري.
- مساعدات الذكاء الاصطناعي في صنع القرار.
- تقسيم الممارسات الطبية وفعالية التكلفة.

في حين يتمتع كل من الأطباء والمرضى بخيرات مختلفة عندما يتعلق الأمر باتخاذ قرارات طبية مهمة.

اذن يأخذ القرار الطبي بالعين الاعتبار مجموعة من العوامل أهمها.

– المعرفة العلمية للطبيب ومهاراته إضافة الى خبرته السريرية.

– معتقدات ومقاومة المريض ومحيطه ومواجهة القيود المتعلقة بالمرض.

يتمتع مقدمو الرعاية الصحية عادة بخبرات مختلفة عندما يتعلق الأمر باتخاذ قرارات طبيّة مهمة، فهم على دراية ان المرض هو عبارة عن خلل عضوي أو حتى نفسي ويتمثل دوره في انشاء تشخيص سريري يؤدّى الى اختيار علاجي وفقا للبيانات العلمية المثبتة ويكون لتسارع وحجم هذه البيانات العلمية تأثير قوي على القرار الطبي حيث يتطلب عادة منهم التحديث المستمر بتبني مقاربة موضوعية بحتة منفصلة عن أي اعتبار آخر وذلك بـ:

1- الطبيب بطبعه له علاقة تبادلية بين شخصين وفقا لوعد ضمني يكون أساس ميثاق الرعاية لذلك يقوم بتحليل التباين الأولى الى تحالف علاجي (Ricot, 2014, p. 41)، لكن نجد أن هناك حدود منهجية لتحليل التشخيصات حيث تعمل هذه الأخيرة على كشف صعوبات اتخاذ القرارات الطبية، وذلك بمواجهة مشكلة التشخيصات الخاطئة ويتم ذلك بدراسة:

– النظرة الواقعية على مقياس أرقام الخطأ في القرار الطبي.

– النظرة المعرفية التي تسعى لشرح آليات الخطأ وتحليل تأثير تقنيات القرار الجديدة على هذه الملحقات

2- ويواجه الطبيب صعوبات كثيرة تحول دون الولوج الى القرار الصائب ولو نسبيا حيث لا يمتلك كل المعلومات مطلقا لكن تعدّ هذه الصعوبات كأداة للتفكير العلمي لاكتساب المعرفة (Analberti, 2014, p. 14)، هذه الفكرة تجعلنا نسلط الضوء أكثر على التحليل المعرفي للحقائق المتاحة و ذلك بالبحث النشط عن حقائق أخرى محتملة و القدرة على الاستدلال من الحقائق الغائبة و هذا ما يجعلنا نبحث دائما على صياغه استنتاج يسمح باتخاذ إجراءات لتعديل الوضع الأولى و هذا ما يمثل خصوصيات القرار الطبي بالنسبة للخبير أو الطبيب وتتمثل في:

– جودة الحوار الذي يتم انشاءه مع المستخدم (المريض) بالموازنة بين معلوماته حول الأمراض الاختبارات، العلاجات، الحالات العلاجية والتركيز على تمثيلات خاصة بأسلوب حياة المريض stewart question التي تعطي أهمية للتعامل بشكل أفضل مع أسباب الاستشارة.

– اتباع الإجراءات المعيارية للرعاية الطبية standards of care تتغير هذه الأخيرة مع تغيّر الأبحاث والدراسات الجديدة خاصّة بالنسبة للأمراض النادرة والخطيرة وتستدعي طلب موارد الخبراء لانشاء قوائم مرجعية تسهل وتحسن عمل المنظمة وذلك باللجوء الى التقنيات المعرفية بمساعدة التكنولوجيا والحاسوبية (هذا ما سنراه لاحقا).

– استخدام أحدث التقنيات للتشخيص أو متابعة المرض مثلا: قياس التدفق الخلوي، ولذلك تحليل خلايا الدم بطرق غير جراحية، وذلك بتمييز آلاف الخلايا المعلقة من عينة بشكل فردي (LANN, 2019, p. 15).

– استخدام الأدلة الطبية استخداما صحيحا حيث يشكل الطب القائم على الأدلة، موضوعا هاما لعدة مقالات حديثة تبحث في طرق تفعيل القرار الطبي وأشارت مجموعة المدرسة الوطنية للأساتذة العامين الفرنسية على أن موضوع الطب القائم على الأدلة (EBM) أنّه طريقة جدلية مبنية على أساس النتائج وتشكل نموذجا للقرار الطبي بتفاعل بين ثلاثة أنظمة: ممارسة الاكلينيكية (السريرية)، البيانات العلمية وتوصيات وتوقعات المريض. وذلك بتحليل المحددات التي تكمن وراء كلّ البيانات العلمية أمّا التفاعل فهو خطة .EBM

اما المريض فيأخذ بتوقعاته حيزا هامّا في مخطط التفاعل ما بين أنظمة الممارسة السريرية والبيانات والتوصيات العلمية من أجل انتاج قرار طبي ملائم حيث تعتبر مشاركة المريض أمرا بالغ الأهميّة لتحسين جودة الرعاية المقدمة.

ويمكن تعريف مشاركة المريض على أنها مشاركة للمرضى وعائلتهم أو ممثليهم في العمل بنشاط مع المهنيين الصحيين على مستويات مختلفة عبر النظام (الرعاية المباشرة، التصميم التنظيمي، الحوكمة، وضع السياسات) (Pomey, 2015, p. 29) وذلك ب:

– المساهمة بالمعلومات ذات صلة وتقديم خدمات الدعم لتمكين من إعطاء خيارات رعاية جديدة.

– عودة المريض الخبير الى الواجهة وذلك بتغيير الطريقة التي ينظر بها المرضى الى مرضهم، وغالبا ما تكون الخبرة أو تدور حول الامراض اليتيمة، حيث يكون تشخيصهم بصفة عشوائية (Jean-Noél Bally, 2017.)، التعليم في الصّحة، والمرض والعلاج يضع المريض في موقع الخبرة مع مرور الوقت.

– تحفيز حركة العائلات المرضى أو المرضى بحد ذاتهم من خلال تقاسم خبراتهم الخاصّة في تنفيذ الرعاية الّتي تكون عادة محصورة ما بين المعوقات الطبية والاجتماعية.

– الأنترنت والجمعيات والمرضى لهم دور فعال في حرية الوصول الى المعلومات من خلال منصات جديدة للتبادل والمساعدة.

قد يكون المريض وعائلته موردا للرعاية الصحية واتخاذ القرارات السريرية الناجحة، يمكن أن يكون أيضا تهديدا لهذه القرارات اذن النطاق الواسع لامتلاك مصالح المريض وأفراد العائلة كوحدة نفسية اجتماعية تدخل في صنع القرار السريري يكون من خلال التركيز على اتخاذ القرار المشترك ما بين مقدم الرعاية والمريض.

3.2.إثر القرار الطبي على صحة التشخيص:

يعرف التشخيص بأنّه نتيجة عملية تفسيرية تتضمن كمدخلات صورة سريرية لمريض معيّن وكمخرجات تأكيد الحالة المرضية له (Setti Rais Ali, 2019, p. 26) ويعد العمل التشخيصي الاجراء الأخير التكراري المتكون من معلومات مهمّة متمثلة خاصّة في الفحوصات والإجراءات السرسرية، وهذا ما يؤكد البدور المحوري للطاقم الطبي في تحديد جودة قراراته. إضافة الى السلوكات الفردية للمرضى ببحثهم عن الاستراتيجيات لإدارة صحتهم الشخصيّة.

ففي دراسة أجريت عام 2016 على 25 % من المرض الّذين عولجوا من مرض نادر أفادوا أنّ التشخيص العملي لديهم استمر أكثر من 5 سنوات حيث 60 % منهم أكدّوا أنّ التشخيص الخاطئ أدّى الى أذى جسدي، ضيق نفسي، علاجات وتكاليف طبية يمكن تجنبها اجازات مرضية، تغيب عن العمل (Setti Rais Ali, 2019, p. 26).

كما وجدت مراجعة منهجية لدراسات حول سرطان الثدي انخفاضا في معدل البقاء على قيد الحياة عندما كانت التشخيصات الخاطئة بين ثلاثة وستة أشهر (MA.Richards, 2009, p. 101)، وتشير النتائج الى أنّه مع متوسط الفترة الزمنية الّتي عن تقل عن الشهر، يكون لفترات ما بين التشخيص وتخطيط العلاج تأثير كبير على حجم الورم، وهنا تظهر الأدلة الطبيعية المهيمنة لتكاليف المرضى من حيث جودة الحياة Quality of life، الصحة، البقاء على قيد الحياة.

التشخيصات الخاطئة تؤدي بكثير من التكاليف المحتملة للنفقات الطبيّة والاجازات المرضية حتّى في حالة عدم وجود خيارات للعلاج.

4.2.مصادر التشخيص الخاطئ:

ان معالجة التشخيص الخاطئ أو التأخر في تلقي التشخيص يكون من جانبين امّا طالب للرعاية الصحيّة أو مقدم الرعاية الصحية

*فمن جانب طلب الرعاية الصحية:

-يؤخر بعض المرضى أو يقود تشخيصاتهم الى الاتجاه المعاكس بمجرد اتخاذ خطوة الاستشارة الطبية الأولى وذلك بعدم التوجه الى نظام الرعاية الصحية الصحيح مثل سوء التنسيق مع الطبيب وعدم الادلاء بكل المعلومات الازمة لذلك والفشل في نقل رسالتهم بشكل صحيح، لأنهم يفتقرون الى الثقافة الصحيحة أو لديهم تصورات غير متجانسة للغاية عن الحالة الصحية الجيدة أو السيئة أو لديهم توقعات مختلفة من نظام الرعاية الصحية.

هذا التناسق طبيب-مريض من العوامل المحتملة الّتي تساهم بشكل واسع في الاختلافات في التشخيص يشمل خصائص المرضى مع الأطباء وكذلك تنظيم الرعاية الصحيّة على نطاق واسع.

-يمكن قمع المرض بطرق أو إجراءات بسيطة تؤدي الى تعافي مؤقت ممّا يؤدي بالمريض الى التخلي عن الاستشارة وبذلك يسوء التشخيص الأولى ويؤجل التشخيص النهائي.

-هناك بعض الملامح المرض المتداخلة في شكل طبيعته وعموم أعراضه يزيد من صعوبة التشخيص ويؤدّي الى تدني الرعاية الصحية بذلك يشكل فرصا ضائعة للمرضى.

بعد دراسات كثيرة تشير النتائج الى أن المرضى الّذين يعانون من تشخيصات خاطئة تعرضوا الى عراقيل سرسرية وحالة وظيفة أسوء وأعراض متقدمة وقت التشخيص النهائي.

5.2. اعتماد الذكاء الاصطناعي في الصحّة:

لقد شهدت صناعة الرعاية الصحية تقدما هاما في مجال الممارسات والبحث. ويعد الذكاء الاصطناعي من اهم مصطلحات الشاملة التي تستخدم لوصف برامج التعلم الالي لتحليل وعرض وفهم بيانات الرعاية الطبية والصحية المعقدة. ان ما يميز هذه التقنية هو القدرة على جمع بيانات ضخمة ومعالجتها في وقت قصير اضافة الى إمكانية استخدامها في معظم الممارسات الطبية على سبيل المثال تحديد الجرعات التي تتطلب حسابات مملة، عمليات التشخيص، تطوير بروتوكول العلاج، تطوير الادوية، طب الشخصي ومراقبة المريض ورعايته. بعيدًا عن استبدال البشر، تساعد هذه التطبيقات العاملين في مجال الرعاية الصحية يوميا. من خلال تكليف ذكاء اصطناعي موثوق به مع جهاز التحكم عن بعد،

والمراقبة اليومية والدقيقة للمرضى، سواء كان ذلك للإجابة على أسئلتهم أو للتحقق من احترام العلاجات الموصوفة، حيث يكون أخصائي الرعاية الصحية على اطلاع أفضل، ويمكنه توفير الوقت للعلاج واتخاذ القرارات الصحية السليمة. ودعم المريض بشكل مختلف. بالنسبة للمريض هذه الحلول تقلل من وقت مكوثه في المستشفى، إضافة الى تحسين عبء العمل على طاقم الطبي يجعل من الممكن أيضًا، توفير الوقت لاستثماره في الابتكار، البحث وتنمية القدرات وبالتالي تحسين البنية التحتية. ونجد الخوارزميات الحاسوبية هي من اهم الطرق في الذكاء الاصطناعي لتحليل كميات كبيرة من البيانات والتنبؤ بدقة متناهية وتوفير الوقت وكذلك تحسين البحث ونقل المهارات ويكون ذلك بالتعاون مع المهنيين الصحيين بتوفير قواعد معرفية تجعل من هذا النظام أكثر فعالية وقوة.

6.2.استعمال الخوارزميات لدعم القرار الصحي:

تعدُّ الخوارزميات في الصحّة من أهم الطّرق التي ستساعد الأطبّاء على تشخيص الحالات الصحية بدقّة متناهية، عن طريق الكميات الهائلة من المعلومات التي تستند إلى ارتباطات بين البيانات، ونجد أنّ العمل بالخوارزميات اقترح في عام 1993 RSrikant R.Agraival لاستخراج مجموعات العناصر المتكرّرة لقاعدة الارتباط المنطقي، والخوارزمية تستخدم معرفة مسبقة بخصائص العناصر المتكررة، هذا لا يعني أنّ نماذج التّعلّم الآلي ستحلّ محلّ الأطبّاء، وإنّما ستشكّل:

- نقل خبرات الطّبيب ذو مهارات إلى الطّبيب المبتدئ.
- تحوّل منظّم لمسؤولية المهمّات الرّوتينية إلى الآلة التي يمكن برمجتها.
- السّماح للأطبّاء بالتّركيز على المواضيع التي يكون ارتباطها مباشرا بالمرض المشخّص.
- اكتشاف خاص للمرض ومعالجته في وقت قصير.
- تحسّن توصيات المعالجة، ممَّا يسمح برفع جودة الحياة بالنّسبة للكثير.
- التّركيز على قيمة تبادل المعلومات بين مقدّمي الرّعاية الصحية.
- إجراء بحوث مستقبلية على آثار وجود تاريخ للممارسة السّريرية في الماضي.
- الاعتماد على وجود تقرير مفصّل لكلّ مريض، حتّى ولو كانت أوّل زيارة.
- تحسين العجز في الاتّصالات ونقل المعلومات.

تساعد الخوارزميات في التّشخيص المبكّر للمرض، وهي من أهمّ العناصر التي ستستفيد منها الأنظمة الصحية، لدعم اتّخاد القرار الملائم، وبالضّرورة تخفيض تكاليف المرض، سواء بالنّسبة للمريض أو للدّول، في السّنوات الأخيرة اتّجه العديد من العلماء إلى تقنية الذّكاء الاصطناعي باعتماد خوارزميات تسمح للمهنيين العاملين في قطاع الصحّة اتّخاذ قرارات في الفحوص السّريرية، وذلك بتحديد ودراسة العلاقات المتداخلة بين الظّواهر المتعدّدة والمتشابكة للمرض.

7.2.دور الخوارزميات الحاسوبية في تخفيض تكاليف العلاج:

تساهم العديد من العَوامل، لا سيما الاختبارات التشخيصية والإجراءات العلاجية في ارتفاع تكاليف الرعاية الصحية.خاصة اذا تعلق الامر بمدى اللجوء من طبيب إلى طبيب ويعود ذلك إلى أن أعداد أطباء الرعاية الصحية الأوَلية آخذٌ في التناقص من جهة، ومن جهةٍ أخرى لأن أعدادًا متزايدة من المرضى يطلبون استشارة طبيب مختص مباشرةً وقد لا يؤدي بالضرورة إلى تحسن الصحة اضافة الى التكاليف الناجمة عن الأخطاء الطبية والتشخيصات الخاطئة .هنا يظهر دور الخوارزميات الحاسوبية في تخفيض تكاليف الرعاية الصحية بفضل البيانات المتاحة وتقنيات البيانات الضخمة من جهة فهي تقوم بتسريع التشخيص ، ومن جهة أخرى. يمكن للباحثين الغوص في الكتلة الهائلة من البيانات القابلة للتنفيذ وإعادة استخدامها مرارًا وتكرارًا في مشاريعهم البحثية واكتساب مهارات وممارسات ميدانية تكون حلاً لتقليل تكاليف العلاج باستعمال استراتيجيات العلاج الأكثر فعالية وتدريب مجاني للمبتدئين من الواضح أن إجراء التجارب السريرية يظل أمرًا ضروريًا، ولكن يتم تسهيلها في حد ذاتها باستخدام الذكاء الاصطناعي. يمكننا أن نذكر هنا مشاريع مثل المشروع الذي قادته شركة أوكين الناشئة ومعهد كوري، والذي يهدف إلى إثراء مجموعات المرضى باستخدام نهج "التنقيب عن النص"، مما يجعل من الممكن اكتشاف، في قواعد بيانات المرضى الموجودة، المرضى المماثلين الذين التعريف المعقد قد يغيب عن نظر الطبيب وحده.

3.الدراسة الميدانية

إنّ عملية صنع القرار الصحي، عادة ما يكون مشروطا بالبيانات المعقّدة، خاصّة إذا كان هناك اندماج لعدّة مشكلات صحية ذات تاثيرات قوية على التشخيص الاولي للمرض تعيق بذلك استمراريته في الطريق الصحيح وهذا تدفعنا إلى الحاجة لنماذج جديدة ذات تفاعل قوي بين مجتمعات التّحليل والإدارة الكمية باستعمال التّعلّم الآلي.

1.3.منهج الدراسة:

لتوصيف الظاهرة المدروسة مع ما يناسبها من منهج فإن الجانب النظري يحتاج الى الاستعانة بالدراسات السابقة واستقرائها ومحاولة تكييفها مع الجزء التطبيقي الذي يقوم على محاولة لدعم القرار الطبي باستخدام نوعين من الخوارزميات apriori وfp-growth وذلك بالاستعانة ب IDE وهي برامج تجمع بين مجموعة من الأدوات لتطوير البرمجيات بشكل عام تحتوي على محرر نصوص، مترجم، وأدوات تصنيع الية وغالبا ما تحتوي على مصحح أخطاء توجد للعديد من اللغات ولكن الشائع ان يتم تصميمها لغة برمجة واحدة. (Laurent Vercouter Gauthier Picard, 2014) في عملنا استخدمنا IDE, NetBeans NetBeanSun اما لغة التطوير قمنا بتطبيق نهجنا باستخدام لغة البرمجة Java وهي لغة للأغراض العامة.

2.3.أرضية الدراسة:

–قمنا باختيار مرض الحصبة هو مرض فيروسي يصيب صغار وكبار العمر يصعب فيه التشخيص في بعض الأحيان لاشتراك اعراضه مع عدة امراض.

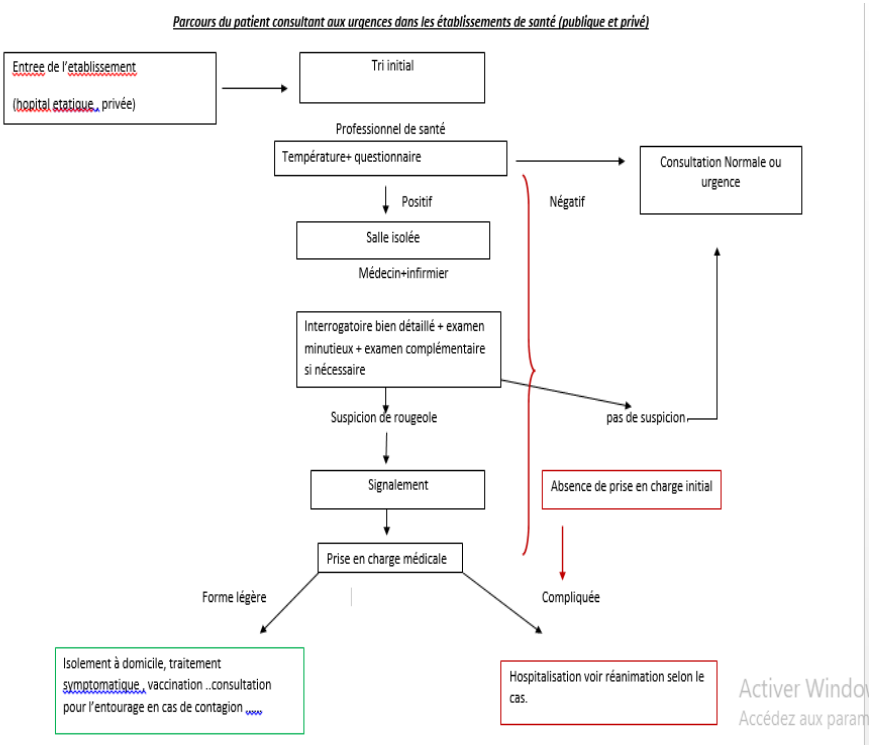
يصبح مرض الحصبة قاتلا إذا كان لدى المريض امراض اخرى خاصة الامراض المزمنة.

يصعب التشخيص خاصة عند كبار السن وهو خطر لدى الأطفال اقل من سن التلقيح وأكثر خطورة لدى الكبار أكثر من 21 سنة. (Lacroix, 2008 , p. 920)

إذا كان التشخيص صحيح فهذا يعني حصبة عادية يمكن تجاوزها بسهولة لكن إذا كان التشخيص خاطئ فيؤدي في بعض الأحيان الى الموت

–الدراسة كانت بمسح لملفات المرضى المصابين بالمرض قمنا باخذ عينة من قسم امراض الأطفال وكذلك قسم الامراض المعدية حوالي 60حالة وكانت العينة صغيرة لصعوبة الوصول الى الملفات ومعالجة هذه الملفات بمساعدة طبيبة مختصة وذلك بوضع التشخيصات الخاصة بالحصبة المعقدة بعد مقارنة استبيان يحمل كل الاعراض المحتملة والتي تؤدي الى التعقيد

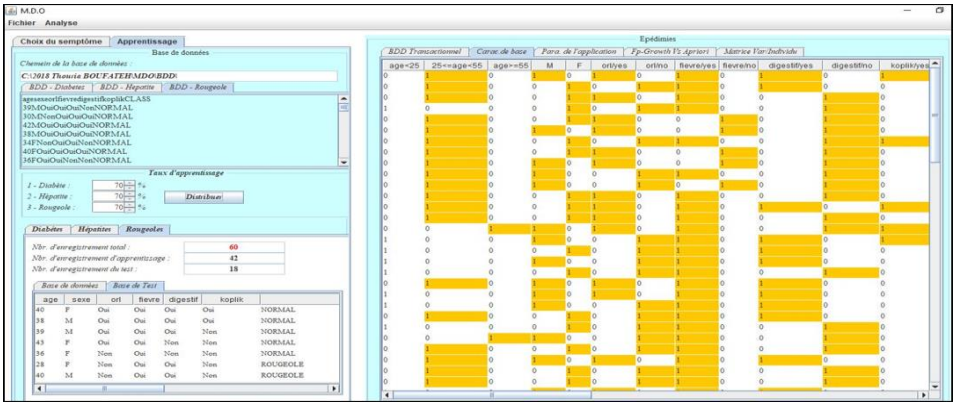
قنمنا بتصنيف الحالات الى حصبة عادية وكل حالة استشفائية فهي معقدة حسب النموذج التالي:



4.3.نتائج الدراسة:

باستعمال تقنية التعلم الالي والمنهج المدروس سابقا باستخدام لغة البرمجة java وإدخال قاعدة الحالات (base des cas) للمعالجة الآلية بواسطة خوارزميات fp-growth،apriori تحصّلنا على النّتائج التّالية:

الصورة 1: نظرة على قاعدة الحالات بتنسيق ثنائي



المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات fp-growth،apriori

الصّورة 2: تمثّل نتائج قواعد الارتباطات المحصّلة باستعمال خوارزمية.apriori

```
Régle43 :   SI  orl/yes ET  koplik/no   ALORS   CLASS/NORMAL
Régle44 :   SI  orl/yes ET  digestif/no ALORS   CLASS/NORMAL
Régle45 :   SI  orl/yes ET  fievre/no   ALORS   CLASS/NORMAL
Régle46 :   SI  orl/yes ET  age>=55 ALORS   CLASS/NORMAL
Régle47 :   SI  F   ET  koplik/no   ALORS   CLASS/NORMAL
Régle48 :   SI  F   ET  orl/no  ALORS   CLASS/NORMAL
Régle49 :   SI  F   ET  digestif/no ALORS   CLASS/NORMAL
Régle50 :   SI  F   ET  fievre/no   ALORS   CLASS/NORMAL
Régle51 :   SI  koplik/no   ET  orl/no  ALORS   CLASS/NORMAL
Régle52 :   SI  koplik/no   ET  digestif/no ALORS   CLASS/NORMAL
Régle53 :   SI  koplik/no   ET  fievre/no   ALORS   CLASS/NORMAL
Régle54 :   SI  koplik/no   ET  age>=55 ALORS   CLASS/NORMAL
Régle55 :   SI  orl/no  ET  digestif/no ALORS   CLASS/NORMAL
Régle56 :   SI  digestif/no ET  fievre/no   ALORS   CLASS/NORMAL
Régle57 :   SI  M   ET  digestif/yes    ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle58 :   SI  M   ET  fievre/yes  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle59 :   SI  M   ET  koplik/no   ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle60 :   SI  M   ET  orl/no  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle61 :   SI  M   ET  digestif/no ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle62 :   SI  digestif/yes    ET  fievre/yes  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle63 :   SI  digestif/yes    ET  F   ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle64 :   SI  digestif/yes    ET  koplik/no   ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle65 :   SI  digestif/yes    ET  orl/no  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle66 :   SI  fievre/yes  ET  F   ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle67 :   SI  fievre/yes  ET  koplik/no   ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle68 :   SI  fievre/yes  ET  orl/no  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle69 :   SI  fievre/yes  ET  digestif/no ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle70 :   SI  F   ET  koplik/no   ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle71 :   SI  F   ET  orl/no  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle72 :   SI  F   ET  digestif/no ALORS   CLASS/ROUGEOLE
Régle73 :   SI  koplik/no   ET  orl/no  ALORS   CLASS/ROUGEOLE
```

المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات apriori،fp-growth

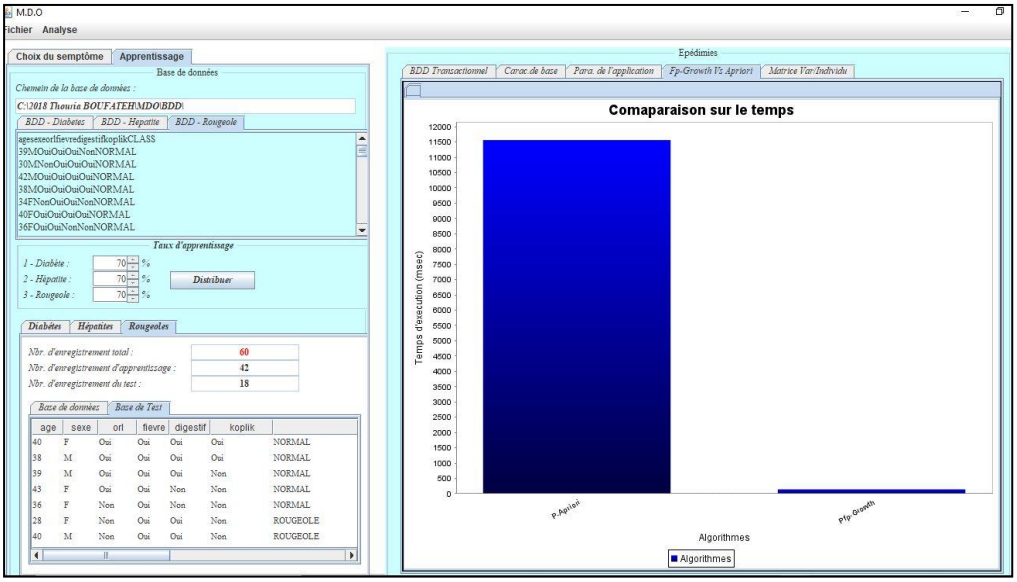
تحليل الصّورة 2: القواعد هي مجموع الارتباطات ما بين الأعراض المدروسة سابقا (60 حالة المدروسة) استعملنا عبارة NORMAL في الحالات غير المعقّدة وكلمة ROUGEOLE في الحالات المعقّدة.

الصّورة 3: تمثّل نتائج قواعد الارتباطات المحصّلة باستعمال خوارزميةfp-growth

```
Régle96 : SI orl/yes ET  fievre/yes ET  25<=age<55 ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle97 : SI orl/yes ET  F ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle98 : SI orl/yes ET  fievre/yes ET  F ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle99 : SI orl/yes ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle100 : SI orl/yes ET  digestif/no ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle101 : SI orl/yes ET  fievre/yes ET  digestif/no ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle102 : SI orl/yes ET  fievre/yes ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle103 : SI digestif/no ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle104 : SI fievre/yes ET  digestif/no ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle105 : SI fievre/yes ET  koplik/yes ALORS CLASS/NORMAL
Régle106 : SI digestif/yes ET  M ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle107 : SI digestif/yes ET  M ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle108 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  M ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle109 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  M ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle110 : SI digestif/yes ET  F ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle111 : SI digestif/yes ET  koplik/no ET  F ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle112 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  koplik/no ET  F ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle113 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  F ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle114 : SI digestif/yes ET  koplik/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle115 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  koplik/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle116 : SI digestif/yes ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle117 : SI digestif/yes ET  F ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle118 : SI digestif/yes ET  koplik/no ET  F ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle119 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  koplik/no ET  F ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle120 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  F ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle121 : SI digestif/yes ET  koplik/no ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle122 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  koplik/no ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle123 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  orl/no ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle124 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ALORS CLASS/ROUGEOLE
Régle125 : SI digestif/yes ET  F ALORS CLASS/NORMAL
Régle126 : SI fievre/yes ET  digestif/yes ET  F ALORS CLASS/NORMAL
Régle127 : SI digestif/yes ET  25<=age<55 ET  F ALORS CLASS/NORMAL
```

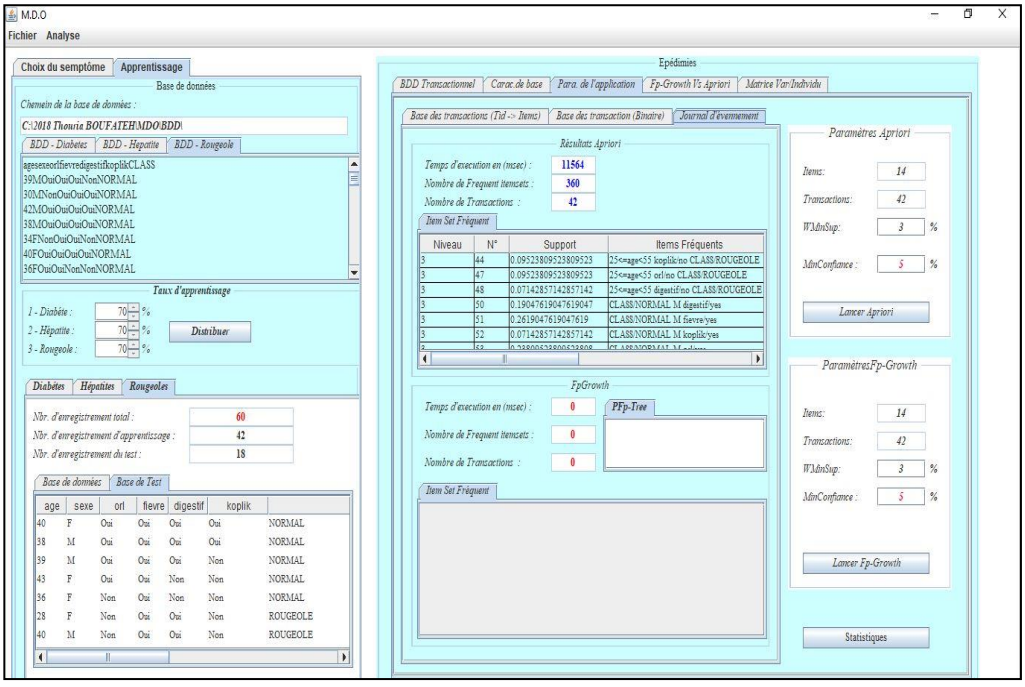
المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات apriori،fp-growth

الصّورة 4: تمثّل حالة معالجة كلّ المرضى في وقت واحد حسب الأعراض الموجودة لديهم



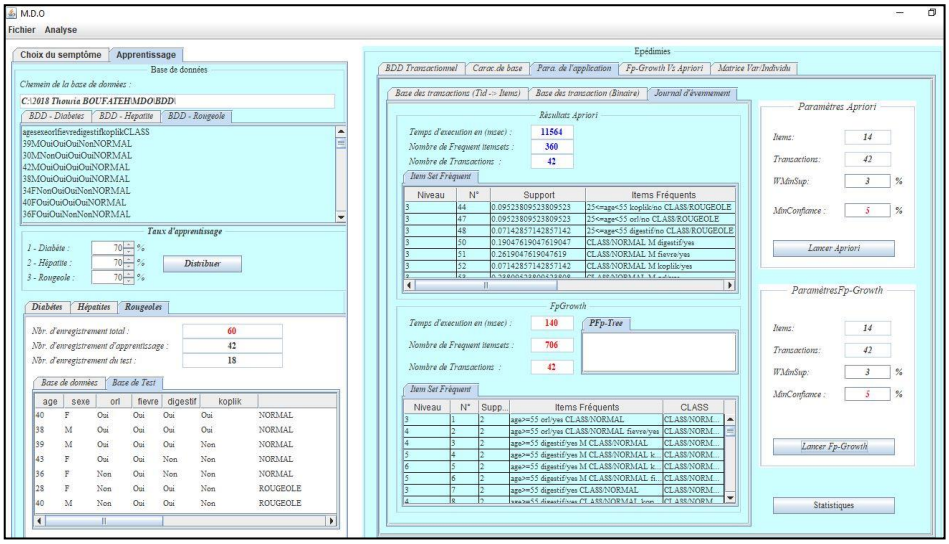
المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات apriori،fp-growth

الصورة 5: توضح النتائج بعد إطلاق خوارزميات apriori



المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات apriori،fp-growth

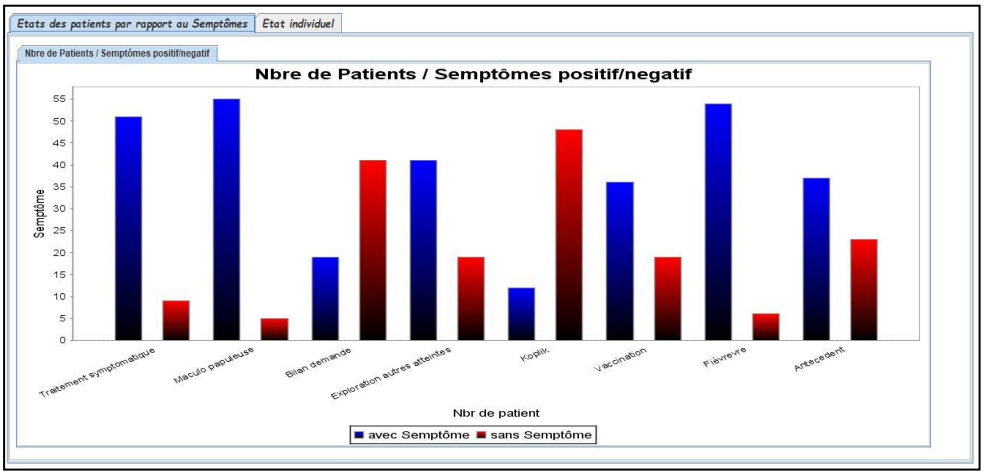
الصورة 6: توضح النتائج بعد إطلاق خوارزميات fp-growth



المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات fp-growth،apriori

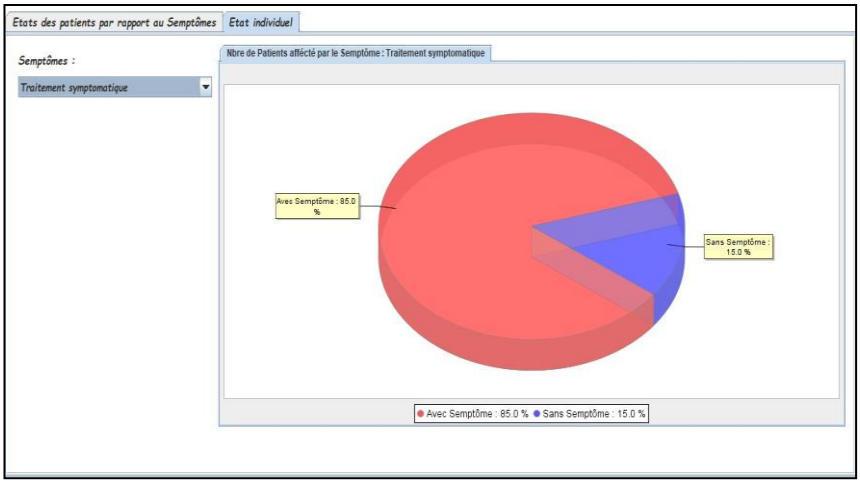
تحليل صورتي النتائج 5و6: تستعمل هذه النتائج في حالة ظهور حالة جديدة يمكن الاستعانة بأسلوب دعم القرار وإعطاء التشخيص المناسب. يمكن ان تعطينا هذه الخوارزميات مخرجات أخرى ونتائج كتحليل الاعراض في مجموعة او كل نوع من الاعراض على حدي والصور التالية توضح ذلك

الصورة 7: توضح مقارنة المرضى بالنسبة لثمانية اعراض مختارة



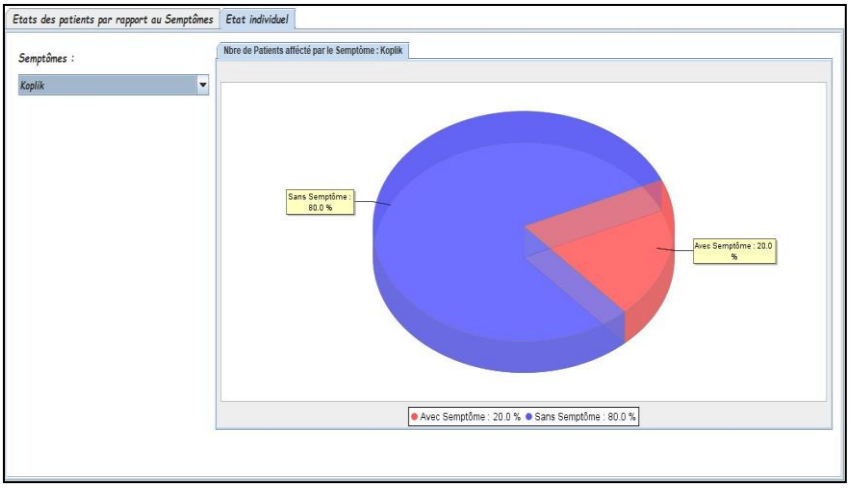
المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات fp-growth،apriori

الصورة 8: توضح مقارنة فردية لنوع من الأعراض



المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات fp-growth،apriori

الصورة 9: توضح مقارنة فردية لنوع اخر من الأعراض



المصدر: معالجة الآلية بواسطة خوارزميات fp-growth،apriori

5.3.تحليل ومناقشة النتائج:

رغم قلة الملفات المدروسة الا ان النتائج كانت مرضية فيما يخص دعم القرار الطبي بواسطة الخوارزميات ومكنتنا المعالجة الآلية من استخراج مجموعة من النّتائج بواسطة الخوارزميات وما هذا إلّا مثال بسيط عن بعضها؛ حيث في دعم اتّخاذ القرار الطبي، وخاصّة في مراحله الأولى، أي التّشخيص الأوّلي الذي يحتوي على تداخل عدد من المتغيّرات المترابطة وتشابك أعراض مختلفة للمرض من خلال

رصد دقيق مساعد للطّبيب، خاصّة المبتدئ. اما فيما يخص التكلفة فقمنا بدراسة مقارنة ما بين تكلفة الحصبة العادية والأخرى المعقدة رغم اننا قمنا بتقديرها حسب اللوائح التي تعتمدها الدولة:

1- Rougeole simple :

Visite médicale	50.00
Bilan biologique : Fns	10.00
Bilan radiologique +/-	50.00
Traitement symptomatique : antipyrétique Antitussif	49.80 116.00
Visite de control	50.00
Total	325.80

مصدر اعداد الباحثة تقدير التكلفة بالاعتماد على لوائح الأسعار المحددة من طرف الدولة

2- Rougeole compliquée

Tarifs d'hospitalisation	
Bilan biologique : Fns Crp vs TP Cholesterol total Trygliceride Uree creat Tgo tgp	10.00 50.00 50.00 40.00 60.00 120.00 200.00
Bilan radiologique : telethorax Scanner thoracique	10.00 100.00
Traitement symptomatique : perfalgan	328.00
Traitement étiologique : cefacidal inj Gentamicine inj	222.84 288.00
Total	

مصدر اعداد الباحثة تقدير التكلفة بالاعتماد على لوائح الأسعار المحددة من طرف الدولة

–إذا اخذنا مثال عن حصبة معقدة فان المريض إذا كان يعاني من ضيق تنفسي مثلا فان مدة الاستشفاء ستكون على الأقل 7ايام

-في اغلب الحالات المرضئ الذين لديهم تعقيدات عادة ما يكونون قد مرو بحالة غير معقدة أي لهم تكلفة الحصبة العادية إضافة الى تكاليف التعقيد

ان التشخيص الاولي هو من اهم خطوات اتخاذ القرار الطبي والاستعانة بالأنظمة الذكية لدعم القرار إذا تم استعمالها بصفة جيدة جنبا الى جنب مع المعلومات السريرية لدى مهنيو الصحة تؤدي حتما الى تحسين نوعية الرعاية الصحية المقدمة وبالتالي فإننا يمكن ان نقول ان فرضيات بحثنا هذا محققة.

4.الخاتمة

على الرغم من وجود دلائل على فوائد استعمال تقنية الذكاء الاصطناعي في الصحة فان دعم اتخاذ القرار الطبي المحوسب لم يحقق انشارا واسعا خاصة في الدول النامية حيث انها مازالت تستخدم الطرق التقليدية التي تعتمد على كفاءة وقدرات المهنيين الصحيين التي تختلف من شخص الى اخر.

يمكن استخدام تكنولوجيا المعلومات وتقنيات الحاسوب لمعرفة أكثر بالمرض والتّشخيص السّريع والتّنبّؤ بالأمور ذات الصّلة بالمرض، علينا أن نستعدّ للتّغيير ونقبله، رغم ما به من الأثر السّلبي، لكن أثره إيجابي أكثر منه سلبي، حيث تساعد هذه التّكنولوجيات وخاصّة الخوارزميات الأطباء في اتخاذ القرار وتفرض علاقة مهمّة ما بين الطّبيب والمريض، وفوائدها في الطب أعظم من أن نتجاهلها، فالكشف المبكّر للأمراض كسرطان الجلد أو الأمراض القلبية، وكذلك علم الأوبئة والوقاية منها هي من أولويات الرّعاية الصحية.فالنظم الحاسوبية عند استخدامها جنبا الى جنب مع المعلومات السريرية الدقيقة وصقالها بمهارات المتخصصين في الصحة يمكن ان تعطي نتائج صحية واقتصادية جيدة وذلك بإعادة النظر في التحكم بالتكاليف بطريقة مختلفة .ومن هنا يمكن أن تقول أنّه يجب تخصيص معاهد بحوث من أجل "الذّكاء الاصطناعي القابل للتّفسير بالتعاون مع متخصّصين مؤهّلين في الرّعاية الصحية، يتعاملون أفضل مع قرارات الخوارزميات وإنشاء مجتمع بحث كامل يتركّز على هذا الأمر.

5. قائمة المراجع:

- **المؤلفات:**

- Bernard Fallery. (2018). *Les Grands Auteurs en Systèmes d'information.* Ems.
- Laurent Vercouter Gauthier Picard. (2014). Initiation à la programmation orientée-objet avec le langage java.
- Sandra.B levenson (2010).looking back, history and décision-Making in health care Jones, Bartelet learning.

- **الأطروحات:**

- Setti Rais Ali(2019) ″Diagnostic and Therapeutic ody sey : Essays in health economics, thèse de doctorat en sciences économiques, Université de paris p26.
- LE LANN, Lucas (26/09/2019.). Elaboration d'une procédure standardisée d'harmonisation des données de cytometrie en flux dans le cadre d'étude nulticentriques.These dotorat. These doctorat en immunologie. ecole doctoral biologie sante rennes.p1 (resume)

المقالات:

- Jean-Noél Bally, Xavier Gocko, Rodophe Charles (avril 2017), le raisonnoment et la décision en médecine. la médecine fondée sur les preuves, C.N.G.E.
- Lacroix, L. (2008) Rougeole : diagnostic et prise en charge d'une maladie toujours d'actualité. Maladies infectieuses p 920-924
- Amelie Dubromel, Marie-Audrey Duvinage Vonesch loic Geffroy and Claude Dussart, Organizational aspect in healthcare décision-making. A literature review,Journal of Market Acces and health policy 2020,vol8 p2
- Ricot, Jacques (Avril 2014) Esthique de la décision médicale Réfelexion philosophique Revue l'ennec p40
- Analberti, René (avril 2014) ″Intérét et limites des modéles de décision médicale ″element d'histoire et situation actuelle Revue Lannec.p14
- [1] Marie-Pascale Pomey (Spring 2015) ″Ptient pastuership in quality improvement of healthcare sevices: Patient's inputs and challenges faced ″Patient expérience journal volume 2, issue1-p29.
- MA.Richards (2009) The National Awareness and Early Diagnosis Initiative in England assembling. the évidance British journal of cancer P101
- Diego A.Martinez. (2015). Uncovering hospitalists' information needs from outside healthcare facilities in the context of health information exchange using association rule learning. *applied clinical informations*. P685
- جباري، لطيفة (جوان2017) دور نمادج الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار مجلة العلوم الإنسانية المركز الجامعي تيندوف بالجزائر العدد 1 ص132.

- **المداخلات:**

- charlet, Jean (2018) intelligene artificielle pour l'homme et sa santé. colloque ESSI paris p140
- Devlin, Nancy (2018). introdution to heath eonomics ISPOR Dubai