تقييم المشاريع الاستثمارية في حالة عدم التأكد باستخدام محاكاة مونت كارلو

دراسة حالة لمشروع الاتصالات.

Evaluation uncertain investment using Monte Carlo Simulation, Case study of a Telecommunications project

رفافة عبد العزيز. [1]

[1] جامعة أحمد زبانة غليزان، abdelaziz.refafa@univ-relizane.dz

تاريخ الاستلام: 2022/07/18. تاريخ القبول: 2022/09/07 تاريخ النشر: 2022/10/31

ملخص:

يتناول هذا البحث اشكالية تقييم المشاريع الاستثمارية في ظل عدم التأكد، حيث تم التطرق لأهم العناصر النظرية المتوفرة من خلال قراءة توضح أساسيات الطرق المعتمدة. اقترحنا دراسة حالة لمؤسسة جزائرية صغيرة نحاول من خلالها تقييم مشروع استثماري باستخدام طريقة معتمدة متمثلة في محاكاة مونت كارلو، اعتمادا على معيار القيمة الحالية للمشروع والذي تحصلنا عليه بقيمة إيجابية، توضح النتائج الأهمية الكبيرة لهذه الأساليب، لتوفير المعلومات المطلوبة لبناء قرارات مثالية في ظروف غير مؤكدة.

الكلمات المفتاحية: تقييم، مشروع، محاكاة، مونت كارلو، استثمار، مؤشر، معدل، عائد، مخاطرة، لايقين.

تصنيفات JEL : G11, C53

Abstract: This research Addresses a thorny issue and perpetually renew Evaluation of investment projects under uncertainty. Theoretical elements response Are available from a discursive reading of the relevant literature, We proposes to study this question for the case of a small Algerian company When we are trying to evaluate an investment project through a fairly robust method namely the Monte Carlo simulation. The results show the great capacity of these methods, Including Monte Carlo simulation to provide relevant information to build optimal decisions in an uncertain future.

Keywords: Evaluation, project, Monte Carlo, simulation, investment, index, rate, yield, Risk, uncertainty.

JEL Classification Codes: C53, G11

المؤلف المرسل: رفافة عبد العزيز، **الإيميل:** abdelaziz.refafa@univ-relizane.dz

تمهيد:

أصبحت مسألة التقييم المالي للمشاريع الاستثمارية مصدر قلق رئيسي وأحد الخطوات الأساسية لنجاح المشروع، وبالتالي فإن الإخفاقات المسجلة في التقييم المالي لبعض الاستثمارات والنتائج المترتبة عليها تعيق في بعض الأحيان تحقيق وتنفيذ مشاريع أخرى. حيث يتم توجيه المديرين الماليين بشكل متزايد للتشكيك في صحة الطريقة المستخدمة، وأوجه القصور في طرق التقييم التقليدية لأساليب مشاريع الاستثمار، ومعايير القرارات المستخدمة، وإدخال نماذج جديدة تلبي متطلبات تقييم المشاريع الاستثمارية (El Ayadi Mohammed Alaeddine, Mars 2008).

ومن هنا يمكن طرح الإشكالية التالية:

إشكالية البحث: الى أي مدى تساهم طريقة محاكاة مونت كارلو في تقييم المشاريع الاستثمارية في ظروف عدم التأكد، لاتخاذ القرار الصحيح؟

منهجية البحث:

تعتمد النماذج المالية الاحتمالية على امتداد المعيار التقليدي لقرار القيمة الحالية للمشروع **NPV**. لهذا نقترح تقييمًا ماليًا استنادًا إلى (القيمة الحالية للمشروع **NPV**) ونموذج محاكاة مونت كارلو. للقيام بذلك اخترنا مشروع **ANADE**، وهذا ليس صدفة، حيث يتم اختيار المشروع بشكل جيد لتحقيق نتيجة أفضل لعملنا، فيجب أن يكون معلوما وفقًا لمسؤولي الدعم الوطني للوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية (**ANADE**)، هذه المشاريع تستفيد من العديد من المزايا الضريبية التي تقدمها الوكالة كالإعفاء من الضريبة على القيمة المضافة، تخفيض الضرائب بنسبة 5 ٪ على المعدات المستوردة، الإعفاء من الضرائب المفروضة على المشاريع الصغيرة، حتى بالنسبة للإعفاء الكامل من ضريبة الدخل على دخل الشركات.

أهداف البحث:

مثل أي منهج علمي، قد تثير الإضاءة والتطرق للعديد من الأسئلة وكذا العديد من الإجابات، التي تساعدنا على إيجاد الطريقة الأمثل لتقييم الحالة المالية للمشاريع الاستثمارية في ظروف غير مؤكدة لاتخاذ القرارات الصحيحة.

الدراسات السابقة:

عبدلي لطيفة، التحليل الكمي للأخطار المؤسسية باستخدام محاكاة مونت كارلو دراسة ميدانية لمبنة الإخوة بن عولة "غليزان"، مجلة دراسات اقتصادية، جامعة زيان عشور الجلفة، المجلد 12، العدد 1، الصفحة 458-472، تاريخ النشر: 01-04-2018.

اهتم البحث في تحديد أهمية التحليل الكمي في إدارة المخاطر المؤسسية، باستخدام طريقة محاكاة مونت كارلو. بحيث شمل دراسة ميدانية "لمبنة الإخوة بن عولة" التي تواجه مخاطر إطلاق منتج جديد. أفضت النتائج المتوصل إليها من خلال هذه الدراسة البحثية أن طريقة محاكاة مونت كارلو تمكن المؤسسة من التنبؤ بالمخاطر وقياس القيمة الصافية في ظروف اللايقين وهو ما سمح بتحديد الموقف الاستراتيجي للشركة موضوع البحث واتخاذ القرار الصحيح بشأن المخاطر التي تعيق نشاطها.

صالح هشام، راتول محمد، مجلة الاقتصاد والتنمية، استخدام نموذج مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية، جامعة يحي فارس بالمدية، المجلد 6, العدد 2, الصفحة 46-65، تاريخ النشر: 27-03-2021

في هذا البحث تم استخدام طريقة محاكاة مونت كارلو في تقييم المشاريع الاستثمارية، حيث تم تقدير التوزيعات الاحتمالية الخاصة بكل المتغيرات المؤثرة على تقييم المشاريع، لتمكن من إنشاء نظام حاسوبي يستخدم طريقة محاكاة مونت كارلو في اختيار أحد المشروعين المقترحين، وذلك من خلال حساب القيمة الحالية الصافية، والتعرف على المخاطر بهم. خلصت نتائج

الدراسة في اختيار المشروع الأول باعتباره يحقق أكبر عائد وفي نفس الوقت أقل مخاطرة، حيث القيمة الحالية الصافية لكلا المشروعين خلال العمر الإنتاجي للمشروع أخذت قيم جد معتبرة. بينما تحليل حساسية المشروع الذي تم اختياره، بينت أنه جد حساس للتغير في التدفقات النقدية الداخلة والخارجة، حيث أنّ الزيادة في التدفقات النقدية الخارجة بنسبة أكبر من 40% أو الانخفاض في التدفق النقدي الداخل للمشروع بمقدار أكبر من 30% يجعل المشروع يحقق قيمة حالية سالبة.

مالكي حسام الدين، عدلي إبراهيم، دراسة جدوى المشاريع الاستثمارية باستخدام محاكاة مونت كارلو، دراسة مشروع تجفيف الطماطم، **2017**، جامعة العربي بن مهيدي، أم البواقي

تطرقت الدراسة لكيفية استخدام طريقة محاكاة مونت كارلو في دراسة جدوى المشاريع الاستثمارية بدراسة حالة مشروع تجفيف الطماطم بولاية أم البواقي، وتوضيح أهمية تقييم المشاريع الاستثمارية بالإضافة إلى اتخاذ القرار الاستثماري الأفضل للمشروع في المدى الطويل. وقد خلصت النتائج إلى أن استخدام محاكاة مونت كارلو في دراسة جدوى المشاريع الاستثمارية لها قدرة جد مهمة للنمذجة في ظروف اللايقين وتقدير مجالات الثقة التي تتضمن حدود دنيا وعليا للمؤشرات المستخدمة، كما تمكن هذه الطريقة من تحديد قيم أهم المتغيرات المؤثرة في جدوى المشروع مع توضيح مدى تأثيرها، لكي توفر لمتخذ القرار خيارات كثيرة وبدائل متعددة ما يساهم بشكل كبير في اتخاذ القرار الصحيح.

1- تقييم الاستثمارات:

الاستثمار هو شراء الآلات ووسائل الإنتاج (المباني والمعدات) التي أدلى بها وكيل اقتصادي (الأعمال التجارية والحكومية والأسرية) بهدف الحفاظ على تنمية رأس المال التقني لديها. (G. Abraham et G Caire, 2002, p. 236)

يتم تحديد مستوى الاستثمار في الاقتصاد العالمي من خلال تكوين رأس المال الثابت الإجمالي (GFCF). يشير الاستثمار في الأعمال التجارية الى الاستثمار في رأس المال الثابت التي تقوم بها الشركات التي تهدف لإنتاج سلع أخرى، وهذا يستثني الاستثمار في الإسكان (الذي تحققه الأسر) ونفقات المباني (التي لا يتم إنتاجها على الفور). (POPIOLEK, 2006, pp. 2-3)

1-1- معايير اختيار الاستثمار:

تتوافق معايير اختيار الاستثمار مع مجموعة من الأدوات المالية للمساعدة في اتخاذ القرارات لتزويد المدراء بالوسائل اللازمة لتقييم ومقارنة مشاريع الاستثمار المتنافسة المختلفة (archives.reseaucerta.org, 2009). هناك نوعان من المعايير: المعايير الزمنية (الاسترداد)، والمعايير الاقتصادية (صافي القيمة الحالية، مؤشر الربحية ومعدل العائد الداخلي) التي سنقدمها أدناه:

1-1-1 المعايير الاقتصادية:

تتمثل في المعايير التي تقيس ربحية المشروع، والمعيار الأهم لهذا النوع هو القيمة الحالية الصافية، بالإضافة الى المعايير الأخرى مثل مؤشر الربحية ومعدل العائد الداخلي.

1-1-1-1- صافي القيمة الحالية(NPV) :

صافي القيمة الحالية (NPV) عبارة عن تدفق نقدي يمثل زيادة عوائد الاستثمار على الحد الأدنى المطلوب من قبل مقدمي رأس المال(wikipedia.org, wikipedia, 2011) ، NPVهو الفرق بين القيمة الحالية للإيرادات والقيمة الحالية للنفقات كما يلي:

$$NPV = -I + \sum_{j=1}^{n} CF_j\,(1+t)^{-j} + VR(1+t)^{-n}$$

باعتبار: **I** رأس المال المستثمر، **CF** التدفق النقدي، t معدل التحيين، VR القيمة المتبقية (قيمة نهاية الفترة)، **n** عمر المشروع.

تمثل القيمة الحالية الصافية المعيار الرئيسي المعتمد لتقييم المشاريع، ومع ذلك، يجب التأكيد على أنها لا تسمح لنا بالمقارنة بين مشروعين مختلفين في المدة أو في رؤوس الأموال المستثمرة.

الحالة الأولى: العمر غير المتكافئ للمشاريع على النحو التالي:

أولاً، نحدد المضاعف المشترك الأقل شيوعًا لفترة عمر كل مشروع وبنشر كلا المشروعين (أو أكثر) في هذه الفترة الجديدة، نفترض أنه إذا كنا نريد تجديد كل مشروع في فترة أخرى (المقابلة للفترة الأولية لكل مشروع) فسوف يكون لدينا نفس النفقات وكذلك نفس صافي القيمة الحالية، حيث نقوم بتحديث الكل في الوقت 0 ويتم الاحتفاظ بأعلى NPV لنضمن الحصول على نفس رأس المال الأولي.

وفي الحالة الثانية: عدم تساوي رأس المال المستثمر، ننتقل إلى معيار آخر (مؤشر ربحية) الذي لديه المزيد من المصداقية في هذه الحالة.

1-1-1-2- مؤشر الربحية(IP) :

في حين أن صافي القيمة الحالية يقيس العائد لمشروع استثماري، يقيس IP الميزة النسبية، أي الربحية الناتجة لوحدة نقدية واحدة مستثمرة. فيتم حسابها على النحو التالي: (Nathalie Gardès, 2009, pp. 9-11)

$$IP = \frac{RPV}{CPV} = \frac{\sum_{j=}^{n} CF_j(1+t)^{-j} + VR(1+t)^{-n}}{I}$$

RPV: القيمة الحالية للإيرادات (تدفق النقد والقيمة المتبقية)

CPV: التكاليف الحالية (عادة ما يكون رأس المال المستثمر)

معدل التحيين هو نفسه المستخدم فيNPV .

1-1-1-3- معدل العائد الداخلي(IRR):

تنخفض القيمة الحالية الصافية للمشروع تدريجياً مع ارتفاع معدل التحيين بمنحنى تنازلي، اعتمادًا على معدل التحيين.

معدل العائد الداخلي يسعى لتحقيق تكافؤ بين رأس المال المستثمر والتدفقات النقدية الناتجة عن المشروع .

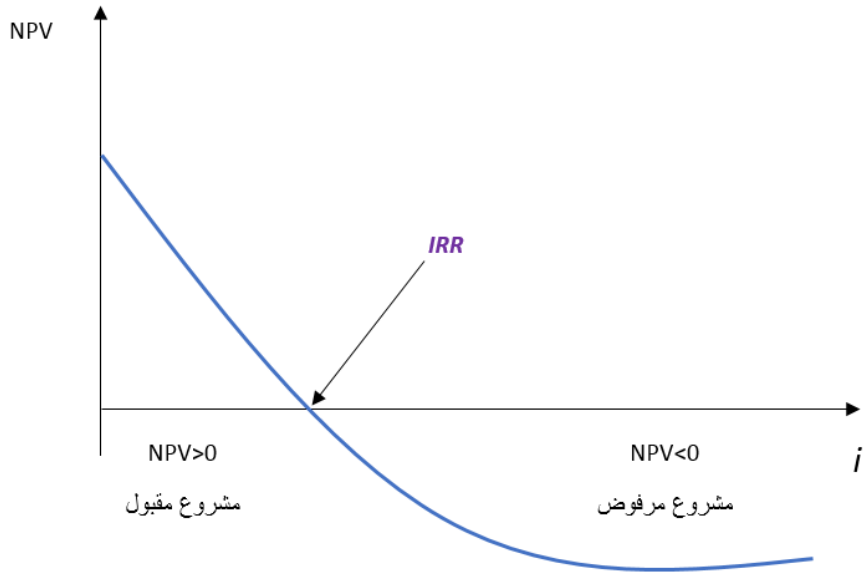
$$-I + \sum_{j=1}^{n} CF_j(1 + IRR)^{-j} = 0$$

باعتبار VR = 0

لتحديد معدل العائد الداخلي (IRR)، من الضروري استخدام إما الدقة الرياضية أو المنحنى البياني، ولهذا نحسب القيمة الحالية للمشروع NPV بمعدلات خصم عديدة. سنستخدم أصغر NPV إيجابي وأكبر NPV سلبي (وبالتالي الأصغر في القيمة المطلقة). سننظر في منحنى صافي القيم الحالية بين هاتين النقطتين على أنه مستقيم، ونقدر النقطة التي يتقاطع فيها هذا الخط مع حدود المنحنى، ويُحسب معدل IRR على النحو التالي:

$$IRR = p + (q - p)\frac{NPV_p}{|NPV_q - NPV_p|}$$

الشكل رقم 1: العلاقة بين القيمة الحالية للمشروع NPV ومعدل العائد الداخلي IRR



المصدر: Nathalie Taverdet-Popiolek 2006 Guide du choix d'investissement -Editions Groupe Eyrolles

إن القيمة الحالية للمشروع NPV هي المعيار المرجعي لمقارنة المشاريع وبما أن معدل العائد الداخلي IRR ليس معيارًا مناسبًا لاختيار المشروع، فهو يتيح لنا فقط معرفة ما إذا كانت المشاريع مربحة) مقارنة معدل العائد الداخلي IRR لكل مشروع ومعدل التحيين للاستثمار. (Arnaud Thauvron, 2003, p. 53)

في المفاضلة بين استثمارين، ليس من الحكمة دائمًا اختيار الاستثمار الذي يكون فيه معدل العائد الداخلي IRR أعلى. في الواقع، قد نجدها في مواقف مختلفة وفقًا لمعايير القيمة الحالية NPV ومعدل العائد الداخلي IRR.

1-1-2- المعايير الزمنية: فترة استرداد رأس المال الاستثماري (pp):

تعتمد هذه الطريقة بشكل أكبر على السيولة ومن حيث الربحية، وفقًا لهذا المعيار، بين مشروعين متنافسين، نفضل المشروع الذي تكون فترة استرداد استثماراته أقصر، لأنه يشكل مخاطر أقل على الشركة. هذه الطريقة شائعة الاستخدام. بشكل عام. تخدم طريقة PP (فترة الاسترداد) كلاً من معايير الرفض والاختيار. لأن أي استرداد للمشروع أعلى من المعيار الذي حددته الشركة يتم رفضه. كمعيار اختيار بين مشروعين متنافسين، نختار المشروع الذي له أقصر وقت الاسترداد .

2- معايير تقييم مشاريع الاستثمار في حالة عدم التأكد:

في مشكلة اتخاذ القرار في ظل عدم التأكد، نفترض أن قراراتنا تعتمد على وقوع أحداث مختلفة "البيانات الواقعية" من المفترض أن يقرر الواقع ما لا يخضع لسيطرتنا .

مشكلة القرار هذه تكمن في حقيقة أنه يجب علينا اختيار قرار معين قبل الحصول على البيانات الواقعية. (B Roy D Bouyssou, 1991, p. 29)

لحل المشاكل المتعلقة بالاستثمارات في ظل ظروف عدم اليقين، بما في ذلك تقييم المشاريع الاستثمارية في عالم المخاطرة يجب تطبيق أساليب وتقنيات مختلفة، والأكثر شهرة منها:

- تحليل الحساسية.
- أسلوب السيناريوهات.
- نظرية الألعاب و**شجرة** القرار.

2-1- تحليل الحساسية:

هذه التقنية هي الأكثر استخدامًا في اختيار الاستثمار مع وجود مخاطرة غير مؤكدة بسبب بساطتها وسهولة استخدامها، وهي توفر للمستثمر كميات كبيرة من البيانات والمعلومات، ويقيس تأثير التغييرات في قيمة المتغيرات المحددة للمشروع (العمر، رأس المال الأولي ...) على النتيجة النهائية ل (صافي القيمة الحالية أو معدل العائد الداخلي).

2-2- نظرية الألعاب:

نظرية الألعاب تمثل الاستعمال الرياضي الذي يدرس المواقف التي يعتمد فيها مصير كل مشارك ليس فقط على القرارات التي يتخذها، ولكن أيضًا على القرارات التي يتخذها المشاركون الآخرون. (Jacques-François Thisse, 2003, p. 2)

وبالتالي، فإن الخيار "الأمثل" لعضو ما يعتمد بشكل عام على ما يفعله الآخرون .بالنسبة للقضايا المتعلقة بالاستثمار، فإن اللاعب الثاني هو الطبيعة. تمت صياغة عدد كبير جدًا من معايير القرار، نذكر من أهمها:

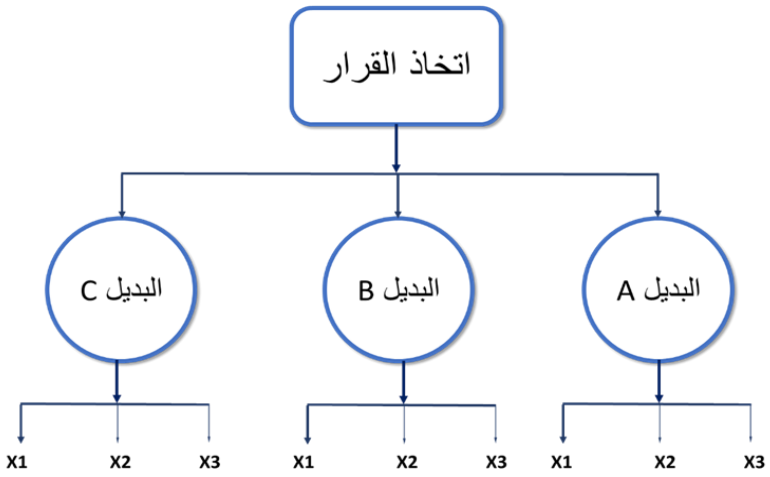
1) معيار Laplace-Bayes
2) معيار Wald أو Maximin
3) معيار Savage أو Minimax Regret
4) معيار Hurwicz
5) معيارMax Max

2-3- شجرة القرار:

شجرة القرار هي طريقة بيانية لتحليل القرارات في ظل المخاطر، حيث يتم تحديد الاحتمالات المرتبطة بحالات الطبيعة المختلفة. لتكون أكثر تحديدًا، تم تطوير أشجار القرارات للمشاكل التي تتضمن سلسلة من القرارات والأحداث المتتالية. يتم تمثيل شجرة القرار عادةً كقرارات أو أحداث متتالية ممثلة زمنياً من اليسار إلى اليمين. أو من الأعلى الى الأسفل. (tns-ilres.com, 2012)

- ✓ يتم تمثيل العقد التي تمثل القرارات بواسطة مربعات، ويتم ربط الفرع الذي يتبع القرار بكل إمكانية اتخاذ قرار.
- ✓ يتم تمثيل العقد التي تمثل الأحداث بدوائر ويرتبط الفرع الذي يتبع الحدث بكل تكوين ممكن. كما في الشكل 02.

الشكل رقم 2: شجرة القرارات



المصدر: Source: Robert Houdayer 1999 Evaluation financière des projets d'investissement. - Economica

2-4- أسلوب السيناريو:

تعريف المحاكاة :

المحاكاة هي بناء نموذج للنظام، لإجراء تجارب عليه، وتفسير الملاحظات من أجل اتخاذ القرار. حيث تسمح لفهم العملية الديناميكية للنظام، ومقارنة التكوينات من أجل تحسين الأداء العام، كما يسمح بتحديد صلاحية النموذج المنطقي الرقمي، والإحصاءات، .... إذا قمنا بتبسيط النظام الذي يعتبر كافيًا، وفقًا لبعض الافتراضات، فيمكننا الحصول على المعادلات التي تسمح لنا بالحصول على الأداء المطلوب. بمعنى آخر، نحن لا نستخدم المحاكاة حتى الملاذ الأخير (Dodge Yadolah, 2008, p. 92). على أي حال، غالبًا ما يكون الأمر صعبا ومكلفًا وغالبًا ما يكون من المستحيل القيام بتجربة أنظمة حقيقية (خاصة في الصناعة) فان المحاكاة لا تقدم إجابة دقيقة. فتعتبر مفيدة لدراسة النظم المعقدة (Jean-Louis Boimond, 2012, p. 24)

2-4-1- محاكاة مونت كارلو:

تعد محاكاة مونت كارلو طريقة إحصائية واحتمالية تعتمد على تحديد التوزيعات الاحتمالات لمدخلات ونتائج المشروع الاستثماري الأكثر حساسية للمخاطر وعدم اليقين، وتجمع هذه الطريقة بين تحليل الحساسية وتوزيعات الاحتمالات.

2-4-2- أسلوب محاكاة مونت كارلو:

يسمح أسلوب محاكاة مونت كارلو بِنمذجة سلوك الأنظمة المدروسة بأكبر قدر ممكن، لكن كفاءتها تزداد كلما زادت الأحداث المعنية. لذلك، المناهج التحليلية والمحاكاة ليست قابلة للتبديل، إنها مكملة وكل منها مكيف جيدًا مع أنواع معينة من المشاكل. ومع زيادة تطور أجهزة الكمبيوتر، أصبحت مشاكل التقييم تتطلب بشكل متزايد المحاكاة.

كما سنرى لاحقًا، أن محاكاة مونت كارلو توفر دائمًا مستوى الثقة للنتائج التي تم الحصول عليها .نادرًا ما يكون هذا هو الحال بالنسبة للطرق التحليلية التي غالباً ما يكون من الصعب، إن لم يكن مستحيلًا، قياس تأثير التقديرات التي تم الحصول عليها للحصول على نتيجة معينة. (Hacura, Jadamus-Hacura, & Kocot, 2001, pp. 551-553)

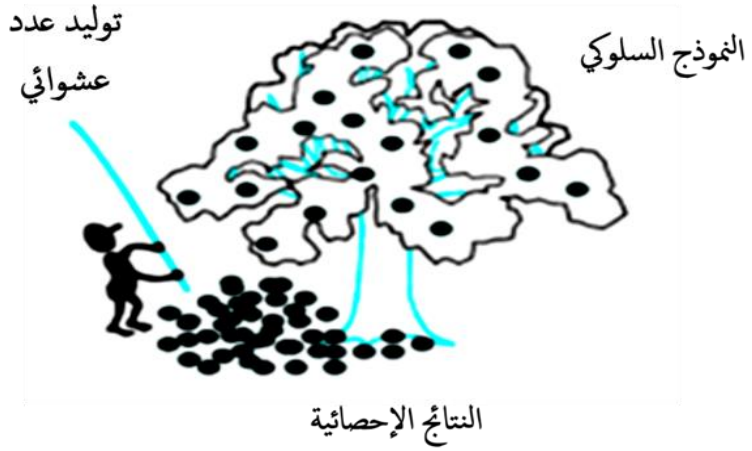
تعريف: طريقة مونت كارلو تعتبر رقمية، وتقدم خوارزميات غير احتمالية لحل المشكلات احتمالية، والتي تستخدم سحوبات عشوائية لإدراك حساب كمية احتمالية، وتشكل هذه الطرق تطبيقًا غنيًا جدًا لما يسمى بقانون الأعداد الكبيرة .ومع ذلك، تميل هذه الأساليب إلى اتباع نمط معين(Olivier Mgbra, 2009) :

- تحديد احتمال المدخلات المحتملة.
- القيام بسحوبات عشوائية في الاحتمال، وتطبيق حساب احتمالي عليها.
- جمع نتائج الحسابات المختلفة في النتيجة النهائية.

على سبيل المثال، يمكن تقريب قيمة π باستخدام طريقة مونتي كارلو. نرسم مستطيلًا على الأرض، ثم ندخل دائرة به. ثم نقوم ببعثرة بعض الأشياء الصغيرة (على سبيل المثال، حبات الأرز أو الرمل) على المستطيل. إذا كانت الحبات مبعثرة بشكل موحد، فيجب أن تكون نسبة الحبات في دائرة مقابل الحبات الموجودة في المربع حوالي π/4، وهي نسبة مساحة الدائرة من المستطيل. لذلك، إذا أحصينا عدد الحبات في الدائرة، وضربنا في أربعة، وقسمنا على عدد الحبات في المربع، فسوف نحصل على تقريب إلىπ. الخصائص الشائعة لطرق مونت كارلو هي: الثقة الحسابية في الأرقام العشوائية الجيدة، وتقاربها البطيء لتقريب نتيجة أفضل مع أخذ المزيد من النقاط المرجعية.

المبدأ: يتعلق الأمر باستبدال الحساب التحليلي للحساب الإحصائي عن طريق إجراء عدد كبير من توليد الأرقام العشوائية. ومن خلال محاكاة الأرقام العشوائية، نمسح النظام في جميع الاتجاهات ومع أولوية سقوط الحبات الأكثر استخداما، تظهر الأحداث ذات الاحتمال الأعلى أولاً.((Jean-Pierre SIGNORET, (2008)

الشكل رقم 3: مبدأ محاكاة مونت كارلو



المصدر(http://www.techniques-ingenieur.fr/)

محاكاة مونت كارلو تقريبية. على عكس النهج التحليلي حيث قد تكون الحسابات الرياضية الطويلة ضرورية لإضفاء الشرعية على التقريب، في محاكاة مونت كارلو، تتجلى الأحداث الهامة فقط ويتم استبعاد الأخرى تلقائيا لأنها ببساطة لا تحدث أو نادرا جدا.

تخصيص القيم العددية للمتغيرات العشوائية -الدرجات -حسب طريقة السحب ,Jean-Pierre SIGNORET) . (2008))

كل عملية إحصائية تحمل تاريخ وإنجاز العديد منهم وتجمع العينات التي يمكن بعد ذلك معالجتها بواسطة الأساليب الإحصائية التقليدية للتوصل إلى النتائج المرجوة.

2-4-3- حساب القيمة الحالية للمشروع NPV بالنظر إلى متغير واحد فقط (Xi):

الجدول رقم 1: حساب (NPV) E عن طريق محاكاة مونت كارلو

الخطوة 1	عن طريق محاكاةMC ، نولد أرقاما Xi عشوائيًا X1 :، X2، ...، Xn.
الخطوة 2	كل من هذه الأرقام تعطي قيمة إلى.(x) NPV
الخطوة 3	تقدير القيمة الحالية للمشروع NPV الناتج عن المحاكاة هو: $\boldsymbol{E_{(NPV)}}=1/n\sum_{i=1}^{n}\boldsymbol{NPV_{(xi)}}$
الخطوة 4	يمكننا تقييم دقة هذا المقدرة عن طريق حساب $\hat{S}$ (الانحراف المعياري) $\boldsymbol{\hat{s} = 1 / \sqrt{n-1}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}[NPV_{(xi)} - E_{(NPV)}]^2}}$

المصدر: (Louis Laurencelle, 2006)

وهذا يعني، عندما $n \longrightarrow \infty$، يميل توزيع القيمة الحالية NPV إلى التوزيع الطبيعي. حسب مبدأ قانون النهايات المركزية.

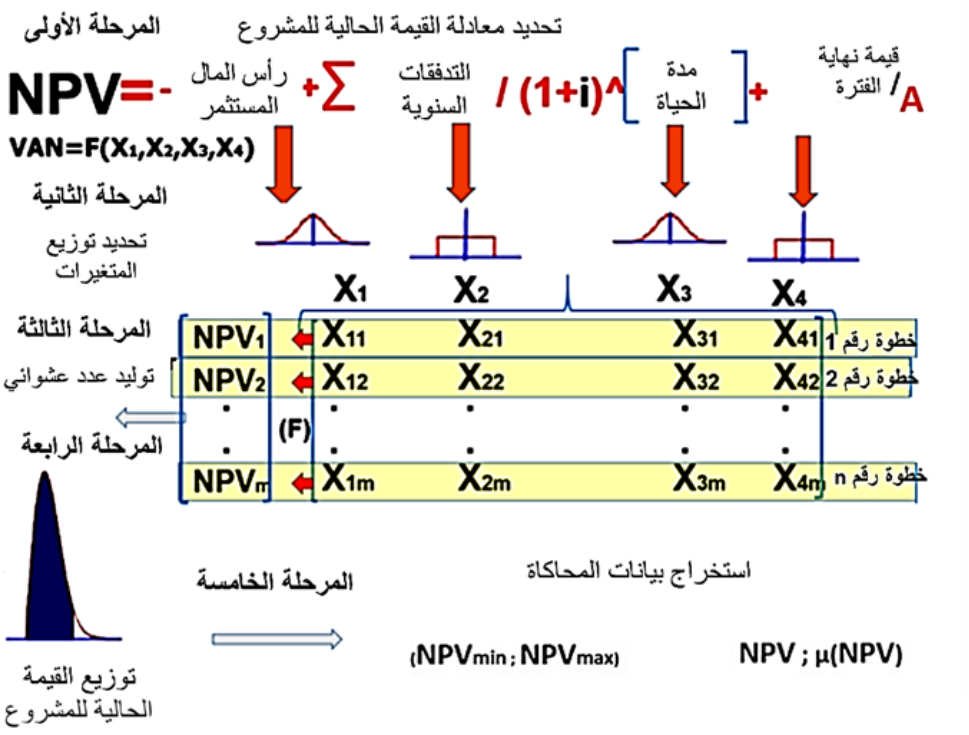
وعليه، فإن القيمة الحالية للمشروع NPV لفاصل الثقة المقدّر هو:

$$\mathbf{E\ (NPV) \pm \alpha_c\ \hat{s}/\sqrt{n-1}}$$

عندما α_c هو المتغير النقدي.

في الحالة المعاكسة حيث لدينا العديد من العوامل غير المؤكدة، نطبق طريقة بديلة يمكن تلخيصها خطوة بخطوة، كما هو مبين في الشكل التالي:

الشكل رقم 4: المراحل المختلفة لتطبيق طريقة مونت كارلو



المصدر: (Hacure A., (2001))

تعتمد تقنيات محاكاة مونت كارلو على قوة قانون الأعداد الكبيرة لتقدير القيمة المطلوبة NPV ، والتي يتم تحديدها كدالة لعدة متغيرات NPV F (Xi1, Xi2, Xi3, Xi4)، إذا كانت المنحنيات $\{Xi,\ o \geq t \geq T\}$ = Xi ، $1 \geq i \geq N$، تمثل N مسار مستقل وموزعة بشكل متماثل.

$$E\ (NPV) = 1/N \sum F(X1, X2, X3, X4) \xrightarrow{\text{تقارب}} NPV$$

المبدأ الأساسي لأساليب مونت كارلو هو إنشاء N معادلة لكل عامل أو متغير ل NPV، وبالنظر إلى E (NPV) كمقدر يجب أن يقترب مع معامل القيمة الحالية للمشروع NPV.

تسمح نظرية النهايات المركزية بتقريب القانون الاحتمالي والذي يتوافق مع قانون الطبيعي بشرط أن يكون N حجم العينة كبير:

$$F(NPV) \xrightarrow{\text{توزيع}} N(0, 1)$$

يعد تحديد العدد N للمحاكاة المطلوبة للحصول على تقدير جيد لصافي القيمة الحالية NPV. من المشاكل التي تواجه الممارس. وفقًا لنظرية الحد المركزي، كلما كان التباين V ل F (NPV) أعلى، يكون عدد عمليات المحاكاة اللازمة للحصول على مقدّر دقيق أمرًا مهمًا. (baud, porte, Degos, & Abou, p. 136)

إن طريقة محاكاة مونت كارلو سهلة التنفيذ باستخدام العديد من البرامج التي لها وظائف تولد أرقام عشوائية مهما كان الاحتمال.

3- تطبيق محاكاة مونتي كارلو على المشروع الاستثماري:

لاتخاذ القرار الأمثل، نقترح في هذا العمل تطبيق طريقة محاكاة مونت كارلو، على مشروع مقهى أنترنت.

3-1- بيانات المشروع:

المشروع الذي نقترح تقييمه في ظل ظروف عدم التأكد والمخاطرة، هو مقهى أنترنت، ويتم توضيح اختيار هذا الأخير من خلال حقيقة أن الاستثمار في مجال خدمة الاتصالات يثير اهتمامًا معتبرا من طرف المستثمرين، وفقًا للوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية (ANADE) بولاية سعيدة.

يتم تسجيل بيانات هذا النوع من الاستثمار أدناه في ورقةExcel :

الجدول رقم 2: بيانات المشروع

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	مبلغ الاستثمار	600 000									
2	زبون/اليوم	8			التكاليف الثابتة	3 200					
3	يوم عمل/السنة	310			الاهتلاك	60 000					
4	ساعة / زبون	1			الضريبة على القيمة المضافة	17%					
5	مدة حياة المشروع	10			معدل التحيين	10%					
6					قيمة نهاية المشروع	100 000					
7											
8	السنة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	يوم عمل/السنة	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
10	زبون/اليوم	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
11	ساعة / زبون	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	ساعات الاتصال في السنة	2 480	2 480	2 480	2 480	2 480	2 480	2 480	2 480	2 480	2 480
13	السعر / الساعة	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
14	رقم الأعمال السنوي	124 000	124 000	124 000	124 000	124 000	124 000	124 000	124 000	124 000	124 000
15	التكاليف الثابتة	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200
16	الاهتلاك	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
17	الربح بدون ضريبة	60 800	60 800	60 800	60 800	60 800	60 800	60 800	60 800	60 800	60 800
18	الضريبة	10 336	10 336	10 336	10 336	10 336	10 336	10 336	10 336	10 336	10 336
19	الربح الصافي	50 464	50 464	50 464	50 464	50 464	50 464	50 464	50 464	50 464	50 464
20	التدفقات السنوية	110 464	110 464	110 464	110 464	110 464	110 464	110 464	110 464	110 464	110 464
21	معدل التحيين	0.909	0.826	0.751	0.683	0.621	0.564	0.513	0.467	0.424	0.386

المصدر: من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات ANADE

3-2- معدل العائد الواجب تحقيقه للمشروع

بالنسبة لحالتنا، لا يكفي أن يحقق المشروع فوائد تكون إيجابية: الهدف هي أن الربحية يجب أن تكون عالية بما يكفي بالنظر إلى المخاطر المرتبطة بالمشروع وتنفيذه. كلما زادت المخاطر، كلما كان العائد الداخلي للمشروع أعلى من التعويض (يفترض أن كل مستثمر يبتعد عن المخاطرة، فلا يوافق على المجازفة إلا إذا كان مدفوعًا له بشكل كافٍ).

يجب تقييم المشروع في ضوء الحد الأدنى الصافي للقيمة الحالية المطلوبة والتي نحتاج بالطبع إلى تحديدها.

للقيام بذلك، سننظر لمقارنة ربحية مشروع استثماري في ظروف مؤكدة مثل المدخرات في البنك بمعدل 7.4٪ أرباح سنوية: العائد على رأس المال 600.000 دج سيوفر القيمة الحالية الصافية البالغة 444.000 دج، في 10سنوات والتي نعتبرها الحد الأدنى المقبول للقيمة المتوقعة.

لذلك يجب أن يولد المشروع قيمة حالية NPV أكبر من 444000 دج، ليتم قبولها.

3-3- محاكاة المشروع بطريقة مونت كارلو:

أفضل طريقة لبناء نموذج جيد لمحاكاة مونت كارلو هي اتباع نفس الخطوات المحددة في الجزء النظري:

إنشاء جدول بيانات:

بعد البيانات الأولية المقدرة في الجزء السابق، وإنشاء ورقة EXCEL كاملة تحتوي على البيانات المقدرة، ولا سيما معادلة القيمة الحالية الصافية الواضحة، يمكننا الانتقال إلى المرحلة الثانية.

3-4- تعريف معلمات المتغيرات والتوزيعات الاحتمالية لها:

يعتمد تعريف معلمات المتغيرات دائمًا على البيئة العامة للمشروع، حيث نأخذ مثالاً على (مقهى أنترنت) الذي نفترض أنه يوجد به معلمتان غير مؤكدتين، بما في ذلك وصول العملاء يوميًا (C / D) ووقت اتصال العميل في الساعة الواحدة (H / C).

3-5- تحديد التوزيع الاحتمالي لكل متغير:

لتحديد توزيع معلمات الإدخال التي تعبر عن المتغيرات، يجب أن نأخذ رأي الخبراء في الإحصاء والاحتمال؛

في حالتنا نختار:

بالنسبة إلى (C / D) يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط μ = 4 with (C/D) min = 8، (C/D) max = 12.

بالنسبة إلى (H / C) يتبع التوزيع الثلاثي بمتوسط μ = 1.5 (H/C) max = 0.5 (H/C) min = 1 ساعة.

3-6- توليد الأرقام العشوائية:

لإنشاء أرقام عشوائية من توزيعات الاحتمال المحددة، يجب أن نستخدم مولدًا جيدًا، فهذه الخطوة هي الأهم في محاكاة مونت كارلو، التي تستخدم البرنامج (Crystal Ball) النسخة 11.12.

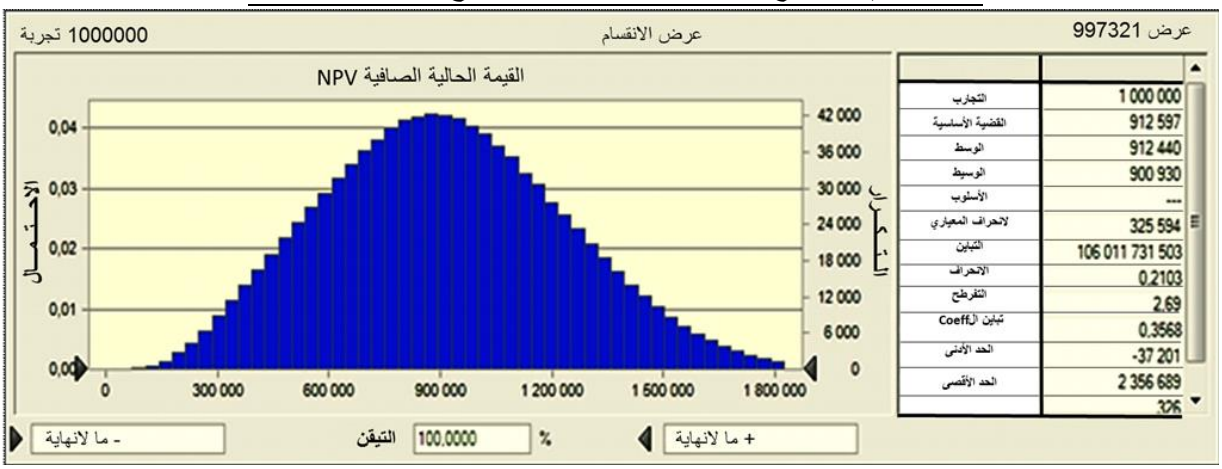
بعد تحديد توزيعات قيم المدخلات في البرنامج، نبدأ بتحديد عدد التكرارات n التي يجب أن تكون كبيرة بما يكفي، ونأخذ n= 1.000.000، ونبدأ في توليد الأرقام العشوائية؛(Oracle, 2010)

يتم اختيار العدد الكافي من التكرارات من خلال طريقة بسيطة إلى حد ما، نبدأ في إدخال الرقم 1000 على سبيل المثال، ونلاحظ تطور المعلمة (القيمة الحالية للمشروعNPV) لقد قمنا بزيادة عدد التكرارات لملاحظة تطور هذه المعلمة، في حين أن هذا التطور لا يكاد يذكر، حتى نصل بعدد التكرارات إلى آخر رقم تم الاحتفاظ به.
فيما يتعلق بدراستنا، أصبح التطور ضئيلًا بعد عدد التكرارات 1.000.000.

3-7- تحديد توزيع صافي القيمة الحالية NPV:

بعد انتهاء البرنامج من توليد الأرقام العشوائية، ستكون هناك سلسلة من القيم للقيمة الصافية الحالية NPV الناتجة، ثم يتعين علينا بناء توزيع احتمالي، كما هو موضح في الرسم البياني التالي

الشكل رقم 5: توزيع صافي القيمة الحالية وفقًا لِبرنامج Crystal Ball



المصدر: من اعداد الباحث، اعتمادا على مخرجات برنامج Crystal Ball

3-8- استخراج نتائج المحاكاة:

الخطوة الأخيرة هي استخراج نتائج المحاكاة

-متوسط توزيع صافي القيمة الحالية:NPV

هذه هي القيمة التي تم البحث عنها في هذه الدراسة لأنه تقريب قريبة جدا من صافي القيمة الحالية الفعلية؛

μ (NPV)= 912 440

-الانحراف المعياريσ

تمثل الجذر التربيعي لتباين هذا التوزيع "الخطر المطلق"

σ=325 594

صافي القيم الحالية يقدر بِ 1،000،000 مع نظرائهم من المعلمات المتغيرة، بالإضافة الى القيم الإحصائية لتوزيع صافي القيمة الحالية NPV:

جدول رقم 3: نتائج المحاكاة النهائية

		صافي القيمة الحالية NPV	الإحصاءات
		1000000	عدد التجارب
		912 597	النموذج المعياري

المتوسط	912 440		
الوسيط	900 930		
الوضع	---		
الانحراف المعياري	325 594		
التباين	106 011 731 503		
الانحراف	0,02103		
التماثل	0,02103		
التفرطح	2,69		
معامل الاختلاف	0,3568		
الحد الأدنى	-37 201		
الحد الأقصى	2 356 689	12	1,50
المدى	2 393 889	8	1,00
متوسط الخطأ المعياري	326	0	0,00

المصدر: من اعداد الباحث، اعتمادا على مخرجات برنامج Crystal Ball

4- تحليل النتائج:

من خلال الجدول يتبين أن صافي القيمة الحالية NPV الذي تم حسابه يوافق الفرضية الأساسية لمحاكاة مونت كارلو، التي تنص على أن المعلمة تتبع التوزيع الطبيعي، حيث ان معامل التفرطح هو تقريبًا 3 ومعامل التماثل تقريبًا 0. والذي يتوافق مع (التوزيع الطبيعي)، لذلك نستنتج أن تقدير جيد تم إنشاؤه بواسطة محاكاة مونت كارلو.

نلاحظ من الجدول [3] والشكل [5]، بلغ متوسط القيمة الحالية الصافية للمشروع 912.440 دج والذي يعطي قيمة إيجابية كبيرة إلى حد ما لتغطية الانحراف المعياري لِ 325.594 دج والحد الأقصى للقيمة الحالية الصافية NPV البالغ 2.356.689 دج والحد الأدنى -37.201 دج قيمة سالبة يمكن إهمالها مقارنة بالمتوسط والحد الأقصى المتوقع.

محاكاة مونت كارلو تهتم بالمتوسط والذي في حالتنا تبلغ قيمته أكثر من 444.000 دج -الحد الأدنى المطلوب-لذلك قرارنا هو قبول المشروع.

5- خاتمة:

من أجل معالجة البيانات، التي تشكل موضوع الاهتمام في هذا البحث، وهو تقييم مشروع في ظروف المخاطرة وبيئة غير مستقرة، ناقشنا العديد من الجوانب النظرية والتقنية لمبدأ تقييم المشاريع الاستثمارية لمحاكاة مونت كارلو. حاولنا أولاً أن نفهم نظريًا مبدأ هذه الأدوات، ثم تعاملنا مع هاتين الطريقتين بشكل ملموس من خلال تطبيقهما لتقييم مشروع فعلي في الوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية (ANADE)، تكمن ميزة هذا الاختيار في أنه وفقًا للوكالة ذاتها فإن الطلبات المتعلقة بهذا النوع من الاستثمار قليلة نوعا ما وهذا راجع لتخوف المستثمرين من هذا مجال باعتبار المخاطرة كبيرة. هذا بحيث يجب أن تضع دراستنا مصلحة علمية ملموسة. كمعيار قبول المشروع، استخدمنا ربحية المشروع دون المخاطرة وهو التوفير كقيمة حدية حيث ينتج عن هذا قيمة حالية صافية قدرها 444.000 دج على مدى خمس سنوات، وفرت هذه الطريقة نتائج جيدة للغاية من حيث صافي القيمة الحالية NPV التي بلغت قيمتها 912.440 دج بإشارة موجبة، ما يدفعنا الى قبول المشروع الاستثماري.

عنوان المقال: تقييم المشاريع الاستثمارية في حالة عدم التأكد باستخدام محاكاة مونت كارلو..

تميزت هذا البحث عن الدراسات السابقة من خلال استخدام برامج الاعلام الآلي المتقدمة والتي سهلت الى حد كبير التعامل مع البيانات مهما كان حجمها. إضافة الى استخدام أسلوب أفضل من الناحية النظرية وأكثر سهولة، ودالك من خلال الاكتفاء بإدخال التوزيع الاحتمالي فقط للمتغير محل الدراسة باعتباره في ظروف عدم التأكد، بدون الحاجة لتقدير التدفقات النقدية لعدة فترات من الزمن. حيث من خلال التوزيعات الاحتمالية للمتغيرات يتم تقدير القيمة الحالية للمشروع بطريقة مونت كارلو.

لذلك تعتبر طريقة مونت كارلو أداة ضرورية، لاستخدامها في حالة عدم التأكد، فلتنفيذ الطريقة المقدمة في هذا العمل وجب الاستعانة ببرامج مثل .(Crystal Ball) هذا البرنامج يتيح قدرا كبيرا من المرونة ويسمح بالعمل مع عينات من الحجم الكبير (عدة ملايين من القيم). مع الحفاظ على القدرة الحسابية لطريقة مونت كارلو.

الهوامش والمراجع:

Archives.reseaucerta.org. (2019, 03 11). Récupéré sur archives.reseaucerta: http://archives.reseaucerta.org/glossaire/c/chvinv2.htm

Arnaud Thauvron. (2003). *Les choix d'investissement.* e-theque. p53

B Roy D Bouyssou. (1991). *Preference Modelling and Multiple Criteria Decision Aid.* Academia.edu. p29

baud, F. N., porte, V., Degos, J.-G., & Abou, A. (s.d.). *Méthodes de Monte Carlo appliquées à la Finance.* 2003: e-theque. p136

Dodge Yadolah. (2008). *Premiers pas en simulation,.* Springer-Verlag France. p92

El Ayadi Mohammed Alaeddine. (Mars 2008). *Application d'un modèle de simulation et d'analyse de sensibilité à l'évaluation d'un projet de numérisation,.* UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL. p165

G. Abraham et G Caire. (2002). *Dictionnaire d'économie 2eme éd.* Paris: Dalloz, P236.

Hacura, A., Jadamus-Hacura, M., & Kocot, A. (2001). Risk Analysis in Investment Appraisal Based in Monte Carlo Simulation Technique,. *the European Physical Journal B, No. 20 Springer*, p 551-553.

Hacure A., J. M. ((2001)). Risk Analysis in Investment Appraisal Based in Monte Carlo Simulation Technique,. *the European Physical Journal B, No. 20.*, 551-553.

http://archives.reseaucerta.org/glossaire/c/chvinv2.htm. (s.d.).

Jacques-François Thisse. (2003). *théorie des jeux : une introduction.* Cours, Université catholique de Louvain, - autzones.com, P2.

Jean-Louis Boimond. (2012). *Simulation systèmes de production réseaux de pétri .* Siman-Arena P24.

Jean-Pierre SIGNORET. ((2008) , 10 22). *Analyse des risques des systèmes dynamiques : réseaux de Petri - Principes.* . Récupéré sur techniques-ingenieur.fr: http://www.techniques-ingenieur.fr/

Louis Laurencelle. (2006). *Hasard, nombre aléatoire ET méthode Monte Carlo.* Presses de l'Université du. p43

Nathalie Gardès. (2009). *Cours de Gestion financière.* Chapitre 2 La décision d'investissement, P9, 11.

Olivier Mgbra. (2009, 07 04). *Méthodes Monte Carlo/ petite introduction.* Récupéré sur youtube.com: https://www.youtube.com/watch?v=Re-osEgL3OY

POPIOLEK, N. (2006). *Guide du choix de l'investissement.* éd. D'organisation, Paris, P.2-3.

tns-ilres.com. (2012, 06 02). Récupéré sur tns-ilres.com: https://www.tns-ilres.com/cms/Home/WikiStat/Arbre-de-decision

wikipedia.org. (2011, 08 22). Récupéré sur wikipedia: http://fr.wikipedia.org/wiki/Valeur_actuelle_nette

wikipedia.org. (s.d.). *http://fr.wikipedia.org/wiki/Taux_de_rentabilit%C3%A9_interne.*

Crystal Ball 11.1.2 User Guide - Oracle® Crystal Ball, fusion edition 2010

Fateh BELAID and Daniel DE WOLF. Evaluation de projets d'investissement pétrolier en utilisant la simulation de Monte Carlo. p108

Arlette Michelle Edzango Okap 2008 Application d'un modele de simulation et d'analyse de sensibilite a l'evaluation d'un projet, memoire presente, p 77

Louis Laurencelle 2006 Hasard, nombre aléatoire ET méthode Monte Carlo. - Presses de l'Université du Québec - p99

Claude-Annie Duplat 2004 Analyser ET maîtriser la situation financière de son entreprise Vuibert. p36

Arnaud Thauvron 2003 Les choix d'investissement e-theque. p69

Anne Fortin 1998 ETAT DES FLUX DE TRESORERIE., Presses de l'Université du Québec. p84

Gérard Melyon 2007 Gestion financière 4em édition. BREAL. p172

Henri-Pierre Maders, Jean-Luc Masselin 2009 Piloter les risques d'un projet. Groupe Eyrolles, p141

Franck Jedrzejewski 2005Introduction aux méthodes numériques Springer-Verlag France, Paris

Olivier Hassid 2008 La gestion des risques - 2 édition Dunod, Paris, p128

François-Eric Racicot, Raymond Théoret, Christian Calmes, Juan Salazar. 2006 Finance computationnelle et gestion des risques : Ingénierie financière avec applications Excel (Visual Basic) et Matlab – Presses de l'Université du Québec – p187