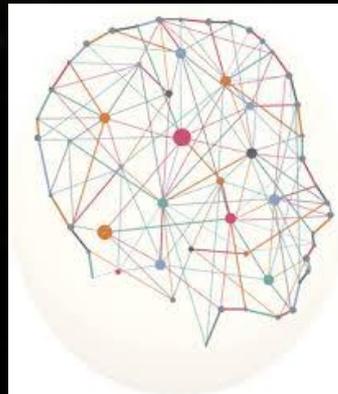


Complexité sur les marchés financiers

Par Professeur François Longin - ESSEC Business School

Chaire ESSEC Edgar Morin de la complexité



Mardi 9 décembre 2014 - ESSEC

Complexité sur les marchés financiers

- Thèmes abordés :
 - Complexité / Risque et incertitude
 - Complexité / Crise
 - Approche statistique: théorie des valeurs extrêmes
 - Paradoxe
 - Approche historique: leçons de l'histoire pour comprendre l'anatomie d'une crise boursière
 - Approche de la simulation

Risque et incertitude



- Frank Knight (1885 - 1972)
- Professeur d'économie à l'Université de Chicago
- Cofondateur de l'Ecole de Chicago
- Auteur d'un livre « Risk, uncertainty and profit » paru en 1921 (une référence)

Un point de vue économique des affaires (1)

- « Business as usual »
 - Exemple : le boulanger au coin de la rue
 - La théorie économique dit : dans un environnement concurrentiel, à l'équilibre, l'entreprise (managers / actionnaires) ne fait pas de profit (économique).
 - La rémunération de l'entreprise est liée au risque qui est pris.
 - « Just make money » (rentabilité habituelle)

Un point de vue économique des affaires (2)

- « Innovative business »
 - Exemple : start-up
 - Knight dit : l'entreprise (l'entrepreneur) peut faire un profit (économique).
 - « Make a fortune » (rentabilité anormale)

Risque et incertitude (1)

- Risque
 - Une probabilité peut être associée à chaque événement.
 - Risque calculable (modèle théorique)
 - Exemple : un dé parfait
 - Risque estimable (données et un modèle statistique)
 - Exemple : un dé imparfait que vous avez lancé un certain nombre de fois.

Risque et incertitude (2)

- Incertitude

- Une probabilité ne peut être associée aux événements.

- Pas de théorie

- Pas de données

- Exemple : un dé imparfait que n'avez encore jamais lancé.

Risque et incertitude

- En finance : risque ou incertitude ?

Business, risque et incertitude

- Knight dit :
 - « Business as usual » : risque
 - « Innovative business » : incertitude
- Impact en termes de financement
 - Crédit
 - Fonds propres

Événements extrêmes en finance

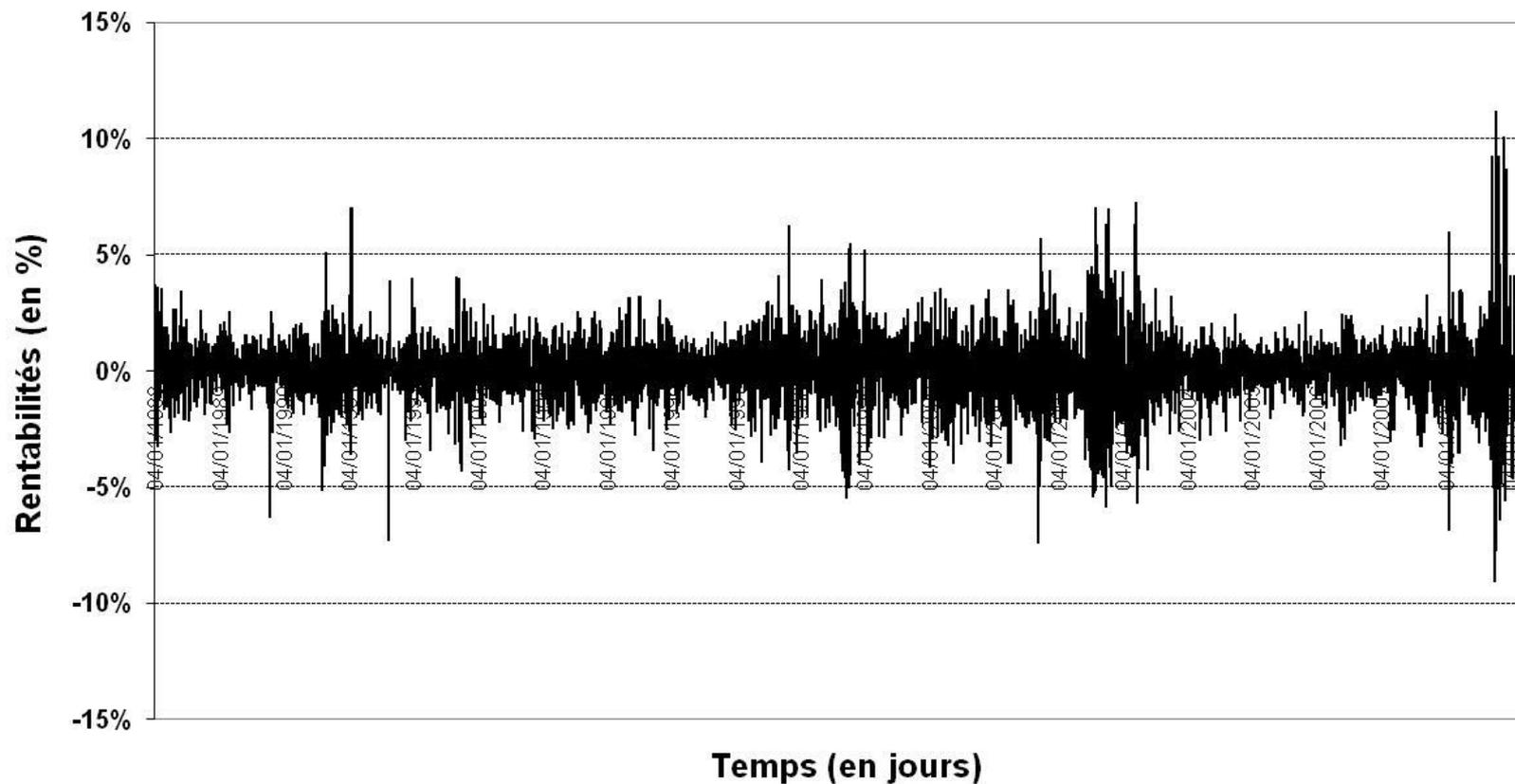
- Un outil statistique : la théorie des valeurs extrêmes
 - Définition d'un événement extrême (d'un point de vue statistique)
 - Présentation des résultats
 - Applications en finance

Variable étudiée

- Une variable aléatoire :
 - Variation de valeur d'une position de marché
 - Variation de valeur d'un portefeuille
 - Rentabilité d'un actif

Exemple : rentabilités de l'indice CAC 40

Rentabilités journalières de l'indice CAC 40

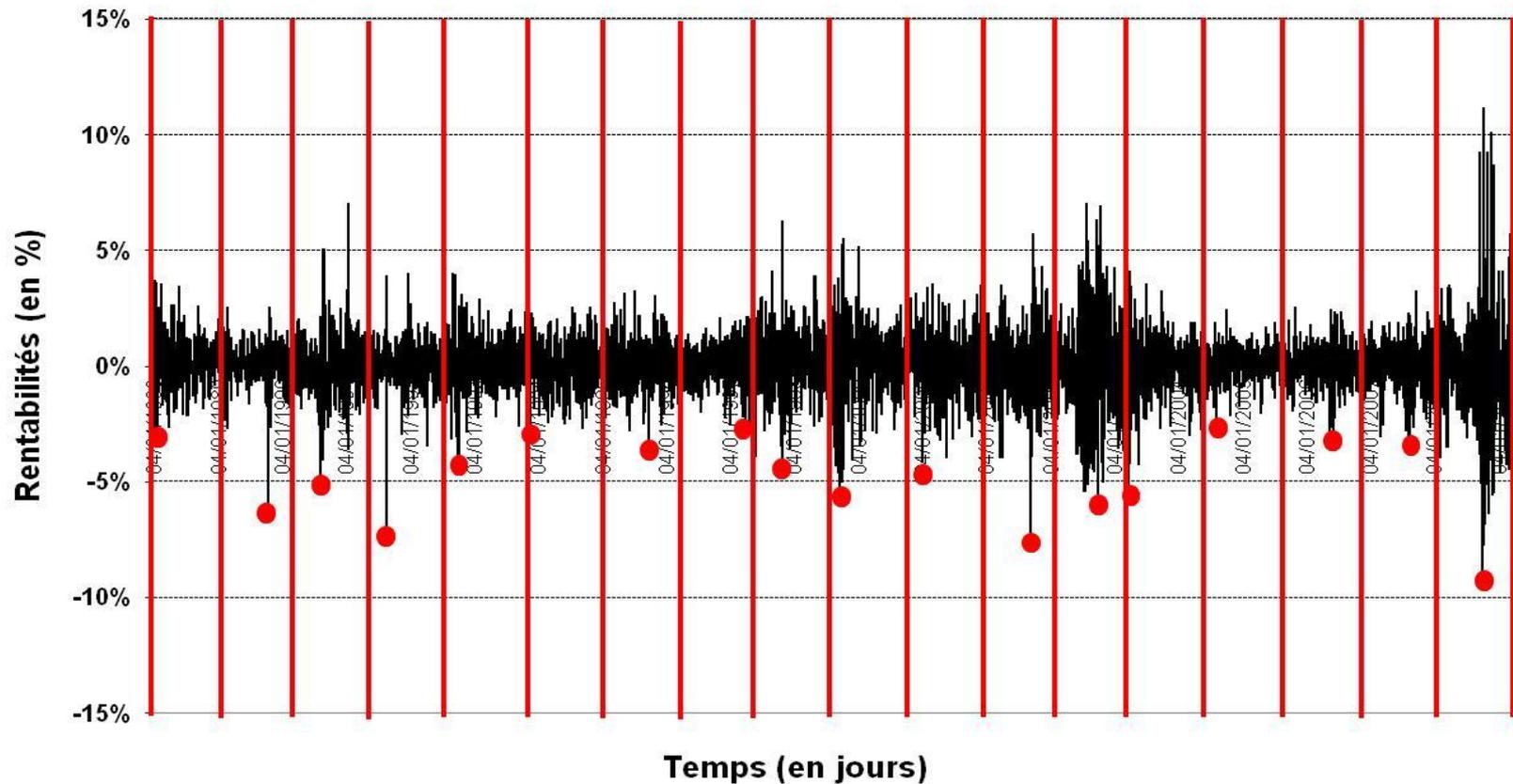


Valeurs extrêmes

- La théorie s'intéresse aux observations extrêmes :
 - Le minimum (la plus petite observation)
 - Le maximum (la plus grande observation)

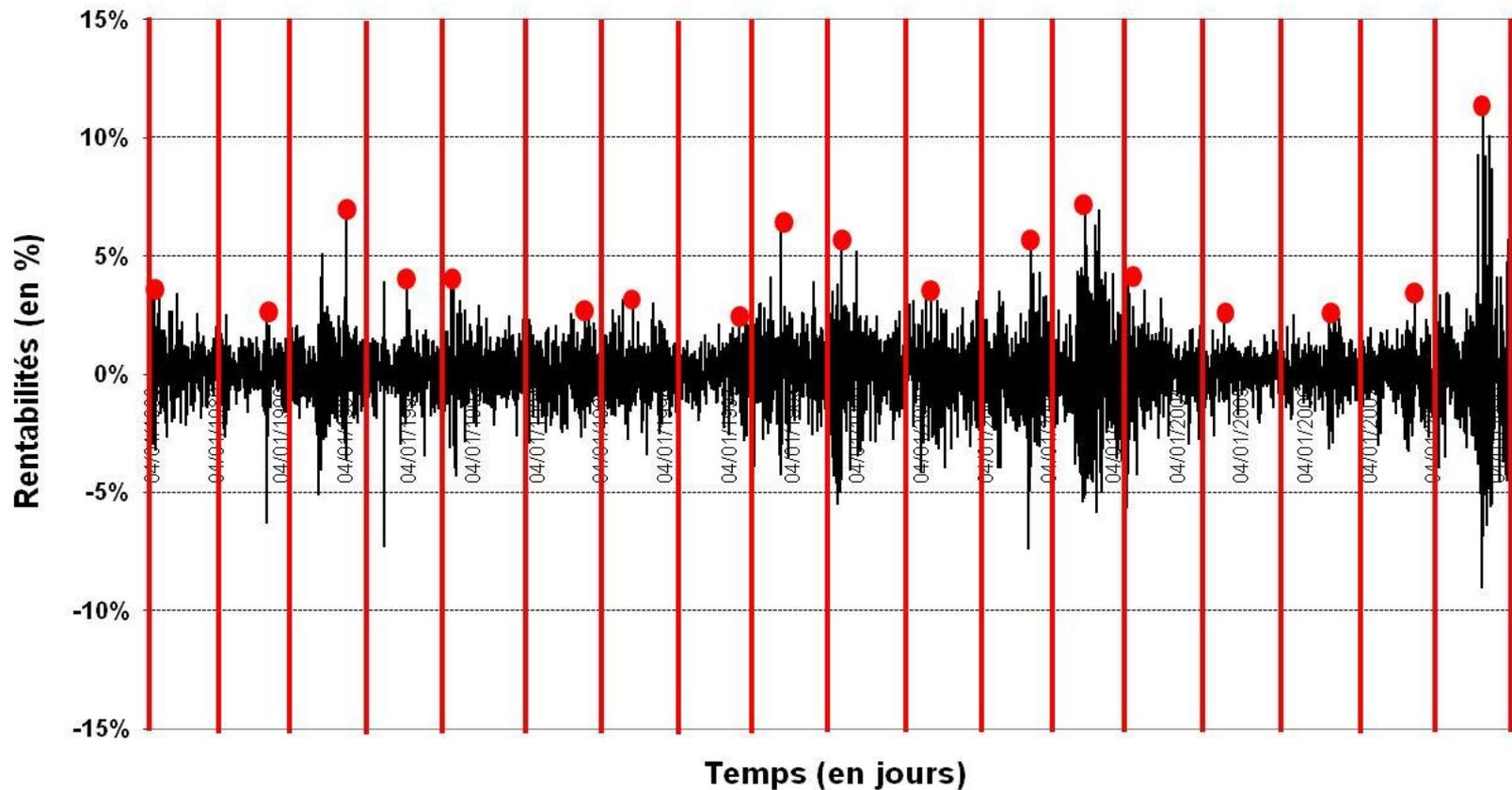
Exemple : rentabilités extrêmes de l'indice CAC 40 (1)

Rentabilités extrêmes (négatives) de l'indice CAC 40



Exemple : rentabilités extrêmes de l'indice CAC 40 (2)

Rentabilités extrêmes (positives) de l'indice CAC 40



Théorie des valeurs extrêmes (1)

- Théorie statistique (1920-1940) qui étudie la distribution limite (quand le nombre d'observations tend vers l'infini)
- Résultat de la théorie :
 - Existence d'une loi asymptotique
 - Loi à trois paramètres :
 - Moyenne μ
 - Ecart-type σ
 - Indice de queue τ

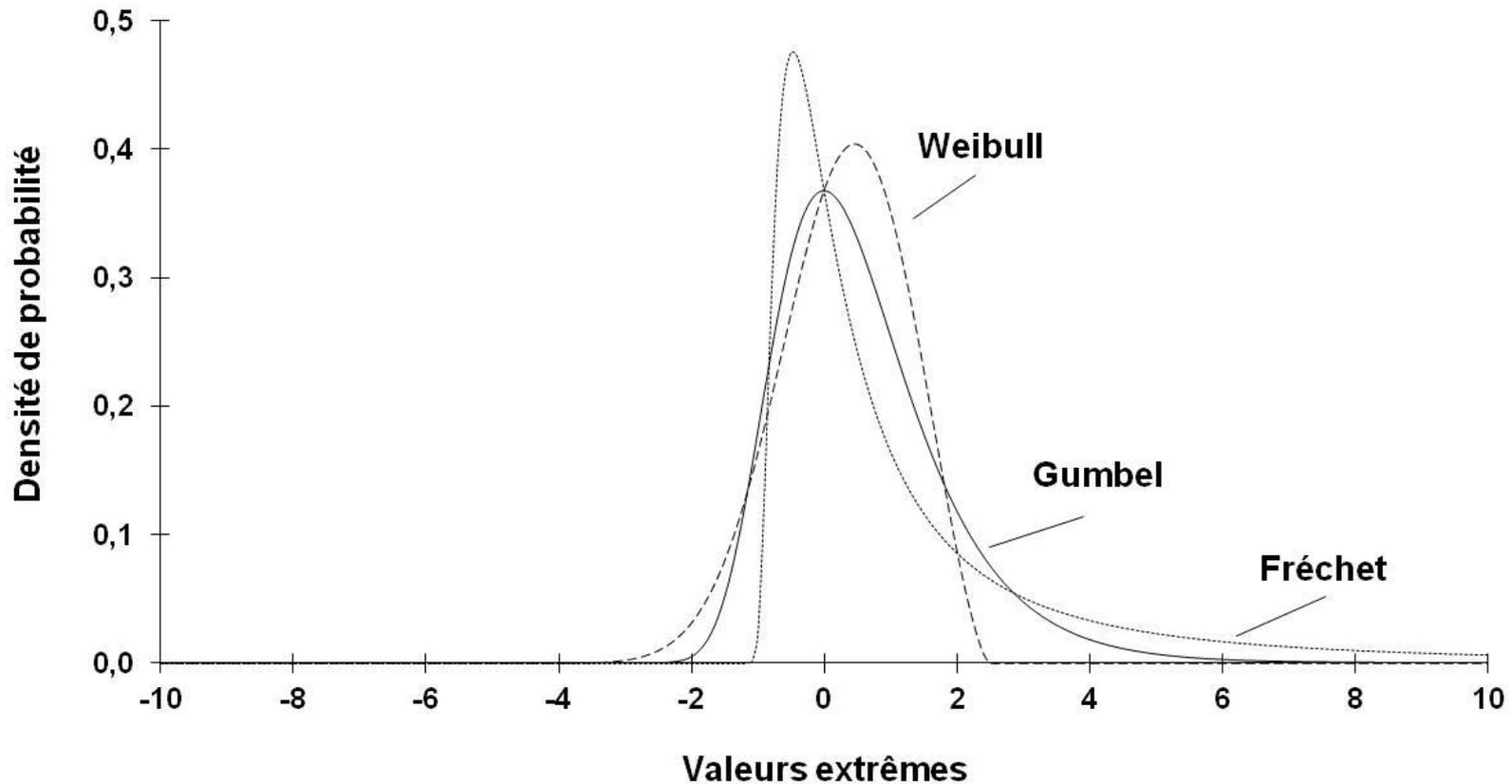
$$G_Y(y) = \exp\left(-\left(1 - \tau \cdot \frac{y - \mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\tau}}\right)$$

Théorie des valeurs extrêmes (2)

- Selon la valeur de l'indice de queue :
 - $\tau < 0$
 - Loi de Weibull
 - Pas de queue
 - $\tau = 0$
 - Loi de Gumbel
 - Queue fine
 - $\tau > 0$
 - Loi de Fréchet
 - Queue épaisse

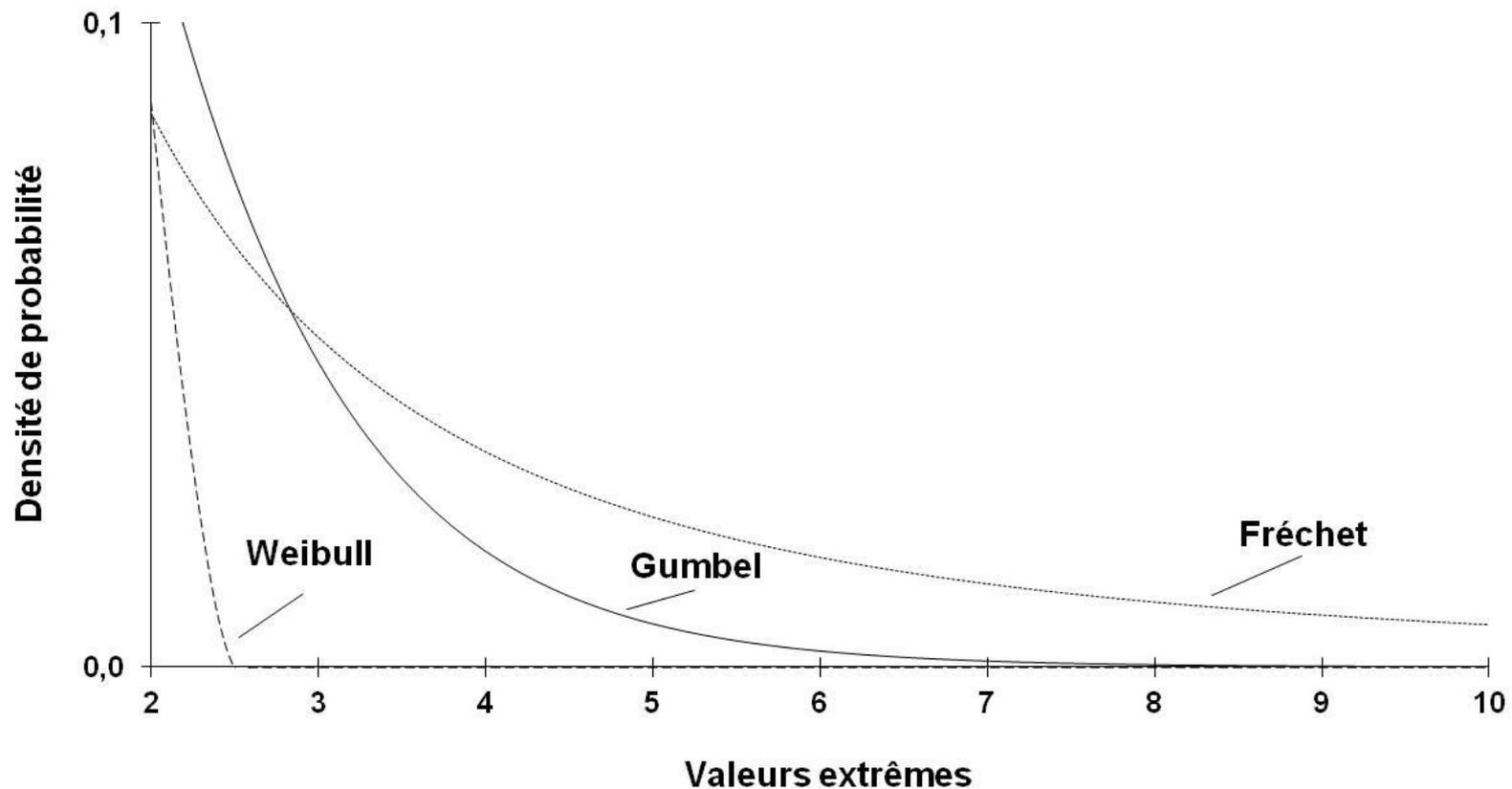
Loi d'extrêmes

Lois d'extrêmes : Weibull, Gumbel et Fréchet



Loi d'extrêmes : zoom sur les queues

Lois d'extrêmes : Weibull, Gumbel et Fréchet



Extrêmes en finance (1)

- Résultats empiriques : application de la théorie des valeurs extrêmes



Référence : Longin F. (1996) The asymptotic distribution of extreme stock market returns *Journal of Business*, N°63, pp 383-408.

Extrêmes en finance (2)

- Résultats empiriques : une loi de Fréchet avec un indice de queue (*tail index*) compris entre 0.1 et 0.4.
 - Résultats comparables pour les actions individuelles, les indices d'actions, les taux d'intérêt, les taux de change, les matières premières, etc.
 - Résultats stables au cours du temps
 - Résultats stables selon la fréquence utilisée (journalière, hebdomadaire, mensuelle)

Extrêmes en finance (3)

- La loi de Fréchet : fait stylisé des prix des actifs financiers
- Rappel des autres faits stylisés :
 - Courbe en cloche de la distribution
 - Faible auto-corrélation des rentabilités
 - Forte auto-corrélation du carré des rentabilités (persistance de la volatilité)
 - Queue épaisse des distributions (*fat-tailed*)

Retour sur Knight : un paradoxe (1)

- D'une part :
 - Les événements extrêmes en finance (booms et krachs) sont associés avec des périodes d'innovation.
 - Innovations techniques pendant la bulle internet
 - Innovations financières pendant la bulle des subprime
 - Les événements extrêmes sont associés avec des périodes de grande incertitude.
 - Les événements extrêmes ne sont pas bien compris (« outliers »).

Retour sur Knight : un paradoxe (2)

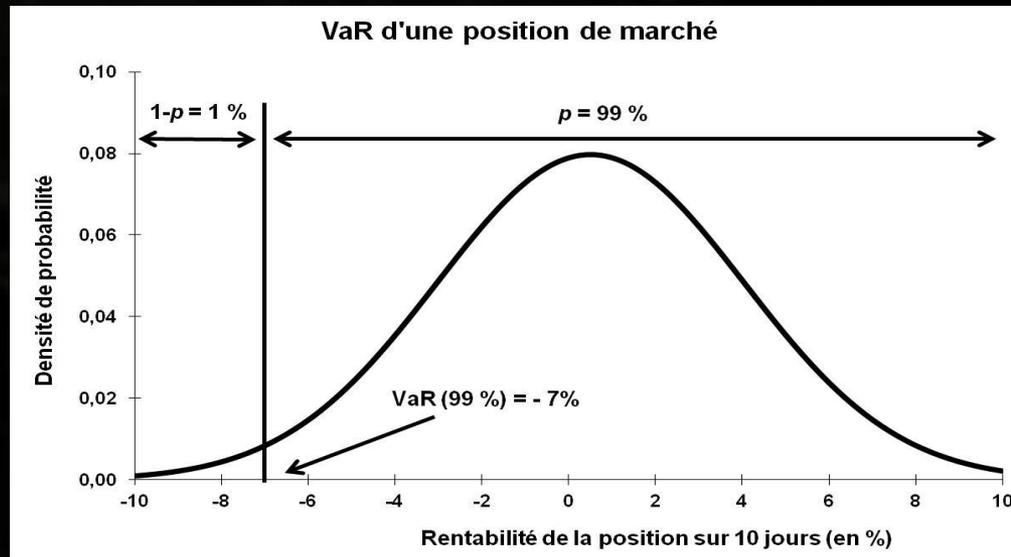
- D'autre part :
 - Par application de la théorie des valeurs extrêmes, nous connaissons bien la distribution statistique des rentabilités extrêmes même si nous ne connaissons pas précisément distribution statistique des rentabilités.
- Retour sur la distinction entre risque et incertitude de Knight
 - Paradoxe

Applications de la TVE en finance

- Gestion des risques
 - VaR et stress testing d'une position de marché
 - Fixation du dépôt de garantie sur les marchés dérivés
- Gestion de portefeuille
 - Calibration des méthodes de gestion des produits à capital garanti (méthode du coussin)
- Modélisation financière
 - Choix du processus pour les rentabilités

Value at risk et stress testing (1)

- Value at risk (VaR) :
 - Montant de la perte d'une position sur une période donnée pour une probabilité p donnée
 - Exemple : VaR à 99 % sur 10 jours



Value at risk et stress testing (2)

- Calcul de VaR en pratique
 - Choix d'une méthode : variance-covariance (loi normale), historique, Monte Carlo
- La VaR correspond à des conditions ordinaires de marché
 - Temps de retour de la VaR 99% 10 jours : 4 ans
- Nécessité de compléter la VaR par du stress testing (gestion interne / demande réglementaire pour valider les modèles internes)

Value at risk et stress testing (3)

- Le stress testing correspond à des conditions extraordinaires de marché
 - Temps de retour de la stress value : 20 ans, 50 ans ou plus
- Les modèles utilisés pour la VaR (la loi normale) ne peuvent pas être utilisés pour le stress testing.
- Utilité de la théorie des valeurs extrêmes qui permet de modéliser les queues de distribution

Fixation du dépôt de garantie sur les marchés dérivés (1)

- Gestion du risque de défaut sur les contrats à terme
 - Dépôt de garantie
 - Appels de marge journaliers (ou intra-journaliers)
 - Chambre de compensation
- Plus le dépôt de garantie est élevé, plus le risque de défaut est faible mais moins le contrat est attractif pour les participants.
 - Compromis à trouver entre rentabilité et risque du produit pour la Bourse.

Fixation du dépôt de garantie sur les marchés dérivés (2)

- Le défaut peut apparaître en cas de mouvement extrême de marché (supérieur au dépôt de garantie).
- La théorie des valeurs extrêmes permet de fixer le niveau du dépôt de garantie de façon optimale (pour un seuil de probabilité de défaut donné).

Gestion de portefeuille : produit à capital garanti (1)

- Méthodes de gestion des produits à capital garanti : OBPI ou CPPI (assurance de portefeuille)
- Méthode du coussin (CPPI)
 - Investissement en actif sans risque (pour tenir la garantie) et en actif risqué (pour la rentabilité)
 - A tout moment, on doit pouvoir passer en actif sans risque pour tenir la garantie.
 - Risque de cette méthode : krach boursier

Gestion de portefeuille : produit à capital garanti (2)

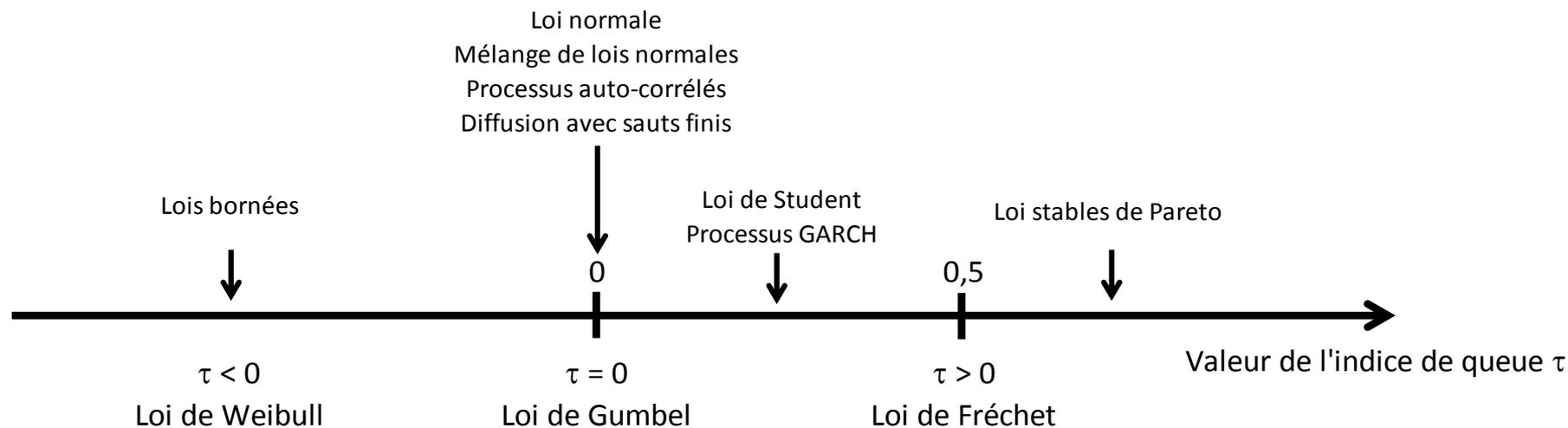
- La théorie des valeurs extrêmes permet de calibrer les paramètres de la méthode (multiplicateur) en fonction du risque souhaité.
- La théorie des valeurs extrêmes permet aussi d'estimer le montant de capital ou de provisions pour le risque de marché pris par l'émetteur.

Choix du processus pour les rentabilités (1)

- Notion de domaine d'attraction
 - Une distribution donnée conduit à une distribution d'extrêmes donnée (soit Weibull, soit Fréchet, soit Gumbel).
 - Exemple : le domaine d'attraction de la loi normale est la loi de Gumbel.

Choix du processus pour les rentabilités (2)

- Domaines d'attraction des distributions / processus pertinents en finance



– Résultats empiriques compatibles avec la loi de Student ou les processus GARCH

Pub !



**EXTREME
EVENTS IN
FINANCE**

DECEMBER 15 - 17, 2014
ROYAUMONT ABBEY - FRANCE
CONFERENCE ORGANIZED BY


ESSEC
BUSINESS SCHOOL

 **Fondation**
pour le développement
en économie
L'avenir 2000-09

LA FRANÇAISE 
Investing together

SMA 

- Conférence
 - *Académiques et praticiens*
 - *Outils et problématiques*

Au-delà des chiffres... Un peu d'histoires

- Approche historique
 - Travail des historiens sur les crises boursières (comme Zola, Aftalion, Galbraith)
 - Formalisation par Kindleberger « *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises* »
 - Anatomie des bulles et des crises boursières

Anatomie d'une crise boursière

- Kindleberger (Minsky) distingue cinq étapes :
 - *Changement*
 - *Boom*
 - *Euphorie*
 - *Crise*
 - *Répulsion*

Anatomie d'une crise boursière

- Etape 1 : Changement / Choc / *Displacement*
 - Apparition d'un élément nouveau (innovation technologique, changement réglementaire, événement politique)
 - Crise de 2007 : volonté politique de rendre les Américains propriétaires, période de taux d'intérêt très faible, innovation financière (produits structurés de crédit)

Anatomie d'une crise boursière

- Etape 2 : Boom
 - Le phénomène est plutôt limité aux professionnels.
 - Hausse des prix
 - Importance du crédit
 - Au niveau économique
 - Au niveau financier

Anatomie d'une crise boursière

- Etape 3 : Euphorie
 - Le phénomène touche le grand public (investisseurs individuels).
 - Hausse des prix plus accentuée (exponentielle)
 - Difficulté à liquider ses positions
 - Discours positif des medias

Anatomie d'une crise boursière

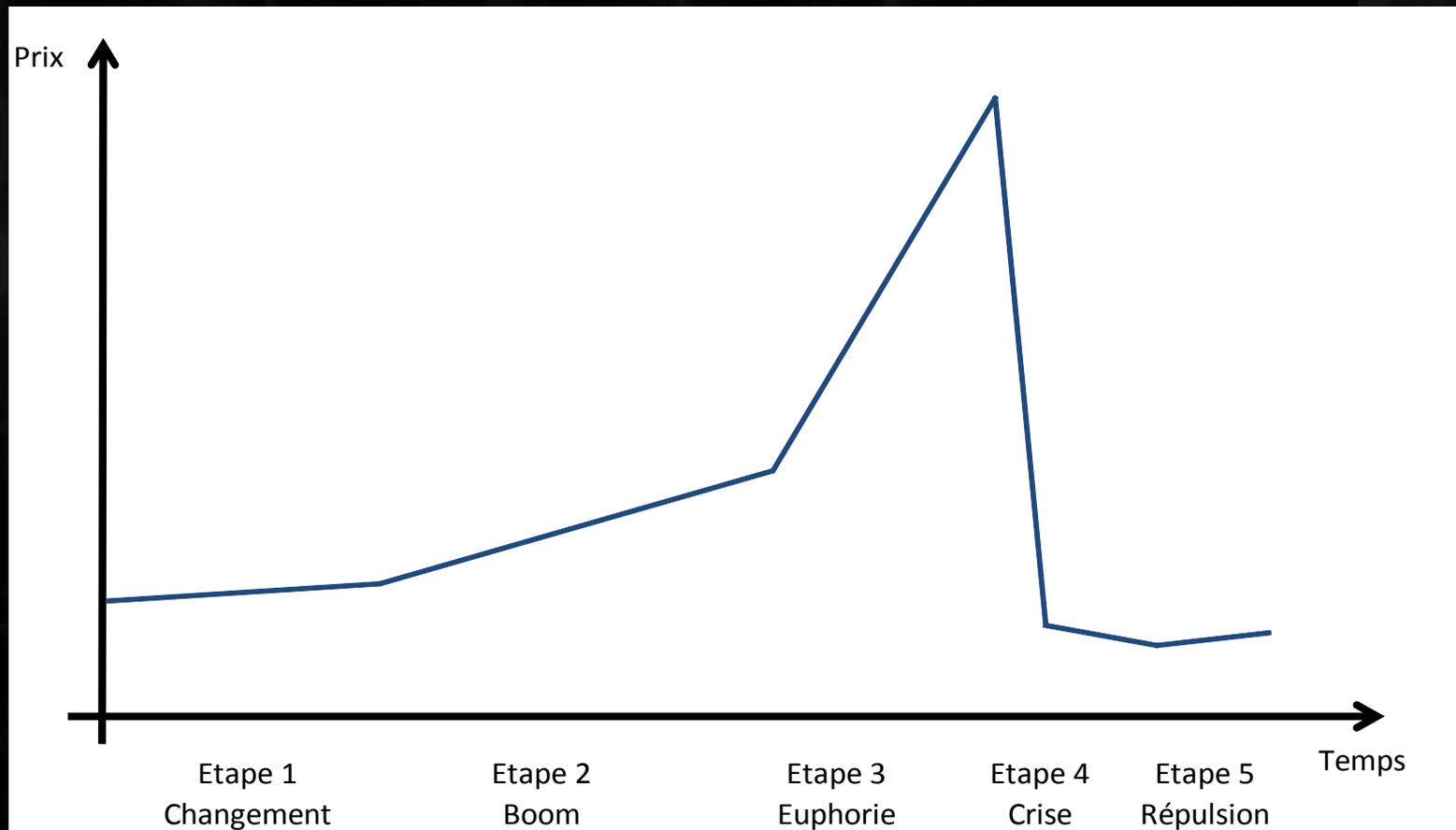
- Etape 4 : Crise
 - Vente par des professionnels et des initiés
 - Événement déclencheur
 - Vente panique par les spéculateurs et investisseurs individuels
 - Absence de liquidité

Anatomie d'une crise boursière

- Etape 5 : Répulsion / *revulsion*
 - Discours négatif des medias (histoire de fraudes)
 - Recherche de coupables
 - Prêteur en dernier ressort

Anatomie d'une crise boursière

- Processus de prix



Conclusion

- Crises : événements rares, extrêmes, extraordinaires, particuliers
- Message : **régularité du phénomène**
 - Approche des statisticiens : ces événements obéissent à une loi – la loi de Fréchet (résultat robuste)
 - Approche des historiens : ces événements se reproduisent toujours selon le même schéma (type de comportement)

Une troisième approche : simulations

- Développer une nouvelle approche à base de simulations pour une compréhension profonde des phénomènes

The logo for SimTrade, featuring a stylized orange 'S' followed by the text 'imTrade' in a dark blue, sans-serif font.

- Disponible sur www.simtrade.fr
- Concept de simulation

Quelques citations d'Edgar Morin

- « Toute connaissance (et conscience) qui ne peut concevoir l'individualité, la subjectivité, qui ne peut inclure l'observateur dans son observation, est infirme pour penser tous problèmes, surtout les problèmes éthiques. »
- « La connaissance est une navigation dans un océan d'incertitudes à travers des archipels de certitudes. »
- « Rétrospectivement, tout semble logique mais quand on le vit au fur et à mesure, tout arrive de façon imprévue. »

SimTrade

Qu'est-ce que SimTrade ?

Quels sont les objectifs de SimTrade ?

Quelle est l'originalité de SimTrade ?

SimTrade : 3 points clés

- SimTrade : outil pédagogique en finance
- Objectif de SimTrade : pédagogique
 - ▶ Comprendre les marchés financiers
 - ▶ Apprendre à intervenir sur les marchés financiers
- Originalité de SimTrade
 - ▶ Simulation complète : marchés et entreprises
 - ▶ Avantage : impact du SimTrader sur le marché

Quelle est l'ambition de SimTrade ?

- Permettre à **tous** de comprendre les mécanismes financiers
- Développer et certifier les compétences des SimTraders **à la fois** en finance de marché et en finance d'entreprise
- Mieux comprendre le comportement des individus en termes de décision financière (projets de **recherche** : finance comportementale - éducation)

A qui s'adresse SimTrade ?

- Débutants : découvrir les marchés financiers
- Clients d'institutions financières : apprendre à intervenir sur les marchés financiers (découverte et maîtrise de produits)
- Etudiants et professeurs : utiliser un environnement d'apprentissage en rapport avec la réalité du monde du travail
- Professionnels : maîtriser des environnements de marchés difficiles (forte volatilité, faible liquidité, confrontation à des stratégies de trading innovantes)

SimTrade : une histoire en 3 mots

- Apprendre
 - Formations
 - Savoir
- Pratiquer
 - Simulations
 - Savoir-faire
- Participer
 - Concours
 - Faire-savoir



Démonstration de SimTrade

FORMATIONS SIMULATIONS CONCOURS CERTIFICATS **SimTrade** SE CONNECTER





Formations

Apprendre la finance de marchés et la finance d'entreprise avec les formations SimTrade.

Apprendre



Simulations

Pratiquer les marchés avec la plate-forme de simulations de trading SimTrade.

Pratiquer



Concours

Participer aux concours et duels de trading pour confronter ses stratégies boursières.

Participer



Certificats

Valider ses connaissances et compétences avec les certificats SimTrade.

Valider

Passez un ordre de Bourse et influencez le marché !

En moins de 10 minutes, suivez votre premier cours pour comprendre le fonctionnement du marché puis lancez votre première simulation SimTrade pour passer un ordre et influencer le marché.

Suivre le cours

Lancer la simulation

Blog SimTrade

- SimTrade : MOOC sur les marchés financiers
- Approche pédagogique de SimTrade (Partie 1) : la liberté d'apprendre
- Approche pédagogique de SimTrade (Partie 2) : objectifs d'apprentissage et évaluation

www.simtrade.fr

Complexité des marchés financiers (1)

- Modélisation du marché

Marché : lieu de rencontre entre acheteurs et vendeurs (traders sur les marchés financiers)

Modélisation des traders :

- Motivation / objectif : liquidité, information, etc.)
- Stratégies
- Ordres (caractéristiques)
- Plateforme de trading (infrastructure de marché)
- Transactions (prix et volume)

Complexité des marchés financiers (1)

- Outil de simulation de nombres aléatoires

Méthode de Monte Carlo

Suite de nombres U_n entre 0 et m

Premier nombre : U_1 (graine de la simulation)

Exemple : $U_1 = 10$

Génération des nombres suivants :

$$U_{n+1} = a \times U_n + b \pmod{m}$$

Exemple : $a = 23$, $b = 3$ et $m = 100$

Voir le fichier Excel

Complexité des marchés financiers (2)

- Utilisation des nombres aléatoire

Simulation du comportement des traders simulés

Actif / Inactif ?

Si Actif : Achat / Vente ? (sens de l'ordre)

Autres caractéristiques de l'ordre : type, quantité ou montant, date de validation

Complexité des marchés financiers (3)

- Aléa des simulations
 - ▶ Simulations reproductibles à l'identique : l'aléa vient du SimTrader (impact sur le marché)
 - ▶ Simulations non reproductibles à l'identique : l'aléa vient du choix de la graine
 - ▶ Simulations non reproductibles à l'identique : l'aléa vient de événements

Illustration de la complexité des marchés

Modification de la graine de la simulation

Graine = 122

Graine = 123

Graine = 124



Retour sur les travaux d'Edgar Morin

- La pensée complexe
 - « Pense-bête » : ne jamais oublier que le monde est complexe

Suite de mes travaux

- SimTrade :
 - Aspect recherche (économie expérimentale / finance comportementale) :
 - Utilisation des simulations des SimTraders
 - Comprendre le comportement des investisseurs
 - Expliquer les faits stylisés des marchés

Suite de mes travaux

- Simulation Tulipmania



Conclusion (1)

- Différentes approches
 - Modélisation mathématique
 - Méthodes statistiques pour appréhender le risque
 - Modèle de risque / Risque de modèle (incertitude)
 - Paradoxe en temps de crise
 - Histoire
 - L'histoire se répète
 - Simulation
 - Complexité et risque
 - Interactions entre les agents (rôle des anticipations)

Conclusion (2)



Citation d'Alan Greenspan (Fed)
« Si vous m'avez compris,
c'est que je me suis mal expliqué. »