

BULLETIN N° 158
ACADÉMIE EUROPÉENNE
INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES



Séance du mardi 11 octobre 2011:

Accueil de Laurent CALVET , Pr de Finance à HEC
et Nizar TOUZI , Pr de Mathématiques financières à l'Ecole Polytechnique
(UMR CNRS7641)

Préparation de la session « Economie et Finances » du Colloque
« Théories et Modèles en Sciences Sociales »

Prochaine séance : mardi 8 novembre 2011:

Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS (Métro MAUBERT-MUTUALITE)
ASSEMBLEE GENERALE AEIS
Proposition d'un nouveau groupe de travail par nos Collègues Alain CARDON,
Pierre MARCHAIS et Michel GONDRAN

ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES

FONDATION DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME

PRESIDENT : Pr Victor MASTRANGELO
PRESIDENT Sortant: Michel GONDRAN
SECRETAIRE GENERAL : Irène HERPE-LITWIN
TRESORIER GENERAL : Bruno BLONDEL
MEMBRES DU CA Patrice CROSSA-RAYNAUD, Claude ELBAZ

PRESIDENT FONDATEUR : Dr. Lucien LEVY (†)
PRESIDENT D'HONNEUR : Gilbert BELAUBRE
SECRETAIRE GENERAL D'HONNEUR : Pr. P. LIACOPOULOS (†)

CONSEILLERS SCIENTIFIQUES :
SCIENCES DE LA MATIERE : Pr. Gilles COHEN-TANNOUDJI
SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES : Pr François BEGON

SECTION DE NICE :
PRESIDENT : Doyen René DARS

SECTION DE NANCY :
PRESIDENT : Pr Pierre NABET

Octobre 2011

N°158

TABLE DES MATIERES

- P. 03 Rappel Cotisation Paris 2010-2011
- P. 04 Proposition nouveau projet de travail pour l'année 2011-2012
- P. 05 Compte-rendu de la séance du mardi 11 octobre 2011
- P. 08 Présentation des derniers travaux de la section de Nancy
- P. 09 Annonce du prochain Colloque de l'AEIS
- P. 11 Documents

Prochaine séance : mardi 8 novembre 2011:

Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS (Métro MAUBERT-MUTUALITE)

ASSEMBLEE GENERALE AEIS

**Proposition d'un nouveau groupe de travail par nos Collègues Alain CARDON,
Pierre MARCHAIS et Michel GONDRAN**

RAPPEL COTISATION PARIS 2010-2011

Chers Collègues parisiens,

Vous faites partie des membres de la section Parisienne de l'AEIS qui ont omis, très vraisemblablement par pure inadvertance, de s'acquitter de leur cotisation de 60€ pour l'année 2010-2011. Le Bureau de l'AEIS et moi-même vous serions reconnaissants de régulariser votre situation en adressant un chèque de **60€** à notre Collègue Trésorier :

Bruno BLONDEL
14 rue Henry Dunant
94130 Nogent s/Marne

Je vous rappelle que la régularisation de votre cotisation est nécessaire pour pouvoir participer au vote lors de notre prochaine Assemblée générale .

Irène HERPE-LITWIN
Secrétaire générale AEIS

Proposition d'un nouveau groupe de travail

Par nos Collègues Alain CARDON, Pierre MARCHAIS et Michel GONDRAN

Prenant la suite des travaux de nos collègues Alain Cardon et Pierre Marchais sur la conscience et les pathologies psychiques, nous proposons la création d'un groupement de travail de l'AEIS sur le thème :

« Modéliser l'angoisse selon le vécu »

L'objectif correspond à un travail de modélisation constructible d'un système psychique en approchant un de ses aspects significatifs. Les résultats seront publiés et diffusés.

On prévoit une réunion à Paris de 2 à 3 h par mois pour travailler ensemble, ainsi qu'une présentation régulière aux séances de l'AEIS.

Personnes pressenties : Alain Cardon (AEIS), Jean-Paul Baquiast (Automates Intelligents), François Dubois (Cnam/Afscet), Jean-Pierre François (Paris6/AEIS), Michel Gondran (AEIS), Pierre Marchais (AEIS), Olivier Maurice (Afscet).

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES
SCIENCES**

Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

**Séance du
Mardi 11 octobre 2011**

Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS
Accueil de Laurent CALVET , Pr de Finance à HEC
et Nizar TOUZI , Pr de Mathématiques financières à l'Ecole Polytechnique
(UMR CNRS7641)
Préparation de la session « Economie et Finances » du Colloque
« Théories et Modèles en Sciences Sociales »

La séance est ouverte à 18 h. 00 sous la Présidence de Victor MASTRANGELO et en la présence de nos collègues Gilbert BELAUBRE, Michel BERREBY,, Françoise DUTHEIL, Claude ELBAZ ,Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Gérard LEVY, Pierre MARCHAIS,.

Etaient excusés François BEGON, Bruno BLONDEL, Alain CARDON, Gilles COHEN-TANNOUDJI , Marie-Louise LABAT, Emmanuel NUNEZ, Michel SCHOLL, Pierre PESQUIES.

Le premier point appelle la conférence du Pr Nizar TOUZI.

Le Pr Nizar TOUZI, est titulaire depuis 1999 d'une Habilitation à diriger les Recherches en Mathématiques appliquées obtenue à l'Université Paris Dauphine avec comme membres du jury membres du jury : Henri Berestycki, Ivar Ekeland, Nicole ElKaroui, Damien Lambertson, Pierre-Louis Lions, Steven Shreve. Titulaire d'une Thèse d'état de la même Université depuis janvier 1994, il a également une formation post doctorale acquise à l'Université de Chicago.

Avant d'obtenir son poste de Professeur de Mathématiques financières à l'Ecole Polytechnique en septembre 2006 il a occupé les principales fonctions suivantes :

Septembre 01–06: Professeur de Mathématiques Appliquées au CREST-ENSAE, détaché de l'Université Paris I, Co-Directeur du Laboratoire de Finance et Assurance. Année 05-06, temps partiel. Chercheur associé au CEREMADE, UMR CNRS 7534 (Centre de Recherche en Mathématiques de la Décision), Université Paris Dauphine.

Septembre 1999 – août 2001: Professeur de Mathématiques Appliquées, Université Paris I Panthéon-Sorbonne.

Avril - juin 2010: *The University of Toronto Dean's Distinguished Chair*, Fields Institute.

Mai - juin 2004 : Professeur invité, University of British Columbia, Vancouver.

Février - juin 2000: Professeur invité, Princeton University.

Organisateur de nombreux colloques , il est également l'auteur de très nombreuses publications et de deux livres dédiés aux *problèmes stochastiques de la finance* :

[L2] *Stochastic Control Problems, Viscosity Solutions and Application to Finance*, Scuola Normale Superiore, Pisa.

[L1] *Stochastic Control, Stochastic Target, and Backward Stochastic Differential Equations*, Fields Institute Monographs, American Mathematical Society, à paraître .

Nizar TOUZI nous propose ensuite une présentation de la problématique suivante :

Modélisation mathématique et finance

Il nous définit les différentes possibilités de contrat entre acheteur et vendeur , notamment la notion de contrat à terme et son utilité et la qualité des produits dérivés qui en découlent. Il décrit les différents produits financiers qui découlent des options sur les taux d'intérêts fixes ou non , l'incidence sur les mises en place de crédits et la naissance des marchés de taux d'intérêt . Il aborde également le retentissement de l'accélération spectaculaire des procédures par l'e-business. Sont également apparus de nouveaux produits pour couvrir des risques dépendant de la trajectoire des prix, les risques naturels. La couverture des risques de ces produits de plus en plus complexes est problématique.

Il nous décrit ensuite les modèles mathématiques auxquels on peut recourir , tout en soulignant le fait qu'aucun n'est adéquat. Il donne en exemple un modèle classique qui est celui de Black-Scholes. Il analyse également les nouveaux problèmes mathématiques occasionnés par la finance en concluant que presque tout reste à faire dans ce domaine. Pour plus de détails nous invitons à lire le tableau de ses présentations en page 12 des documents.

Après cette première introduction aux problèmes de modélisation mathématique de la finance, la parole est donnée au Pr Laurent CALVET.

Le Pr Laurent E. CALVET est Professeur de Finance à HEC Paris . Il est également chercheur membre du National Bureau of Economic Research (USA). Il est diplômé de l'Ecole Polytechnique et ingénieur en chef du corps des Ponts et Chaussées. Il titulaire d'un PhD en économie de l'Université de Yale. Avant de rejoindre HEC, il a occupé les fonctions de Professeur associé à John LOEB de l'Université de Harvard (1998-2004) ainsi que le poste de Professeur titulaire de la Chaire de Finance à l'Imperial College » de Londres (2007-2008). En 2006 il a reçu la médaille du « meilleur chercheur dans le domaine de la Finance » décernée par le journal Le Monde et l'Institut de Finance Europlace. Ses recherches sur l'évaluation des actifs, la finance des ménages et la modélisation de la volatilité ont été publiées dans les revus majeures de l'économie et de la finance.

Laurent Calvet a été un pionnier avec Adlai FISHER dans la modélisation de la volatilité financière par la méthode du Markov-Switching Multifractal (MSM) qui est de plus en plus utilisée par les praticiens de la finance pour anticiper la volatilité , calculer les risques sur certaines valeurs, et les prix dérivés. Cette approche est résumée dans leur ouvrage récent(2008) intitulé « Multifractal Volatility : Theory, Forecasting and Pricing», Academic Press. (Volatilité multifractale : théorie, Anticipation et Evaluation) dont il nous donne une présentation que vous pouvez trouver en page 18.

Les deux présentations entraînent de nombreuses questions en relation notamment avec la crise économique qui secoue le monde occidental. Aurait-on pu notamment en utilisant une modélisation

multifractale mieux anticiper la crise ? Les banques étaient-elles en mesure d'utiliser ces outils de modélisation très sophistiquée reposant sur une statistique non gaussienne ?

Après cette riche discussion , la séance prend fin.

Bien amicalement à vous,

Irène HERPE-LITWIN

Présentation des Travaux de la Section de Nancy

Titres des principaux travaux :

- Séance du 21 avril 2011, "Nouveaux traceurs radioactifs en médecine nucléaire " par l'académicien Alain BERTRAND.
- Séance du 16 juin 2011, "Transaction sociale, confrontation, consensus " par l'académicien Gérard VAUTRIN.
- Séance du 20 octobre 2011, "Une activité de -voyance- au VIe siècle après J.C. en Egypte " par l'académicien Francis JANOT.

Les comptes-rendus des séances du 16 juin 2011 et du 20 octobre 2011 sont accessibles dans les documents en pages 30 et 33 . Sur demande il pourra vous être envoyé le film video concernant « les Nouveaux traceurs radioactifs en médecine nucléaire (sous Nero) ».

Annonces



Site AEIS : <http://www.science-inter.com>



L'Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences (AEIS), en partenariat avec l'Université Paris-Diderot, organise le congrès :

"Théories et Modèles en Sciences Sociales"

Les 28 et 29 novembre 2011, Amphi Buffon, Université Paris Diderot (métro BNF)

Les théories et modèles en sciences sociales sont-ils de nature différente de ceux des sciences dites dures ? Comment l'humain y intervient-il ? A quel niveau modéliser ? Comment se fait l'émergence entre ces différents niveaux ?

Quel est l'apport du postulat de l'individualisme méthodologique ? Quels sont les autres postulats possibles ? Quels sont les nouveaux modèles mathématiques et statistiques ?

Comment la simulation informatique permet-elle d'expérimenter et de valider ? Quel est le rôle, en particulier, de la simulation multi-agents ?

L'objet de ce colloque est de proposer des éléments de réponse à ces questions.

Frais de participation :

- Une **participation de 20 euros** par personne est demandée (*Gratuité pour les étudiants et pour les personnes travaillant à l'Université Paris Diderot*)
- chèques à l'ordre de AEIS à envoyer par la poste à : **AEIS c/o Irène HERPE-LITWIN 39 rue Michel Ange 75016 PARIS**

Inscriptions (*dans la limite des places disponibles*) : Il convient de s'inscrire dès maintenant en renvoyant cette annonce, (*après avoir rempli les cases du bulletin d'inscription ci-dessous*):

- ou par courriel à herpei@noos.fr
- ou par la poste à : **AEIS c/o Irène HERPE-LITWIN 39 rue Michel Ange 75016 PARIS**

Bulletin d'inscription à remplir Congrès Théories et Modèles en Sciences sociales 28-29 novembre 2011

NOM		Prénom	
Adresse		CP Ville	
Téléphone		Courriel	
Institution		Fonction	

A réception de votre bulletin d'inscription vous recevrez en retour en pièce jointe le programme détaillé ainsi que les plans d'accès à l'amphi BUFFON de l'Université Diderot Paris VII. Vous pourrez également consulter ces éléments sur le site de l'AEIS : <http://www.science-inter.com>

APERÇU DU PROGRAMME**1^{ère} SESSION Lundi 28 novembre matin :
ECONOMIE ET FINANCES**

Intervenants	Titre intervention	Profil/ Domaine
Nizar TOUZI	Contrôle optimal stochastique en finances	Pr Ecole Polytechnique / Mathématiques appliquées
Frédéric ABERGEL	Modélisations en économie	Pr École Centrale Paris/ Finance quantitative
Laurent CALVET	Multifractales en finances	Pr HEC, Ecole Polytechnique/ Finance
Roger GUESNERIE	De l'économie à l'environnement	Pr Collège de France/Théorie économique et organisation sociale

**2^{ème} SESSION Lundi 28 novembre après-midi :
EVOLUTION ET ENVIRONNEMENT SPATIAL DES SOCIETES HUMAINES**

Intervenants	Titre intervention	Profil/Domaine
Valentine ROUX	Modélisation des constructions scientifiques pour un meilleur cumul des connaissances : le projet ARKEOTEK	DR CNRS (ARKEOTEK) Paris X/Archéologie
Daniel COURGEAU	Modélisation en Démographie des migrations	DR INED/Démographie
Denise PUMAIN	Modélisation en géographie humaine	Pr Paris I Panthéon Sorbonne /Géographie humaine
Jean-Marie HOMBERT	Modèle d'évolution historique et de différenciation géographique des langues	DR CNRS /Evolution géographique et historique des langues

**3^{ème} SESSION Mardi 29 novembre matin :
COMPORTEMENTS SOCIAUX**

Intervenants	Titre intervention	Profil/domaine
Jean-Louis DENEUBOURG	Modélisations des systèmes de sociétés animales	Pr Université Libre de Bruxelles /Ethologie animale
Nathalie BULLE	Modèle d'évolution des politiques de démocratisation de l'école .	DR CNRS GEMASS /Sociologie éducation méthodes maths appliquées
Gianluca MANZO	Division du travail domestique et comparaisons interpersonnelles : un modèle formel à base d'agents empiriquement calibrés	CR CNRS GEMASS /Analyse sociologique
Pierre DEMEULENAERE	Explication et raisonnement déductif en sciences sociales	Pr Sociologie U Paris Sorbonne /Sociologie, épistémologie

**4^{ème} SESSION Mardi 29 novembre après-midi :
EPISTEMOLOGIE, AXIOMES ET MODELES,CONCLUSION**

Intervenants	Titre intervention	Profil/domaine
Franck VARENNE	Théories, postulats, modèles et simulations : un essai de mise en perspective	MC Univ Rouen / Philosophie du langage
Jean-Pierre DESCLES	Mathématiques et sciences sociales- Problèmes et interactions	PR Paris Sorbonne/Logique , Informatique et Linguistique
Robert FRANCK	Méthodologie générale-Induction et axiomatisation	Pr émérite Université Catholique de Louvain /Epistémologie
Gilles COHEN-TANNOUJJI	Conclusion générale	Directeur de recherche au CEA /Physique Théorique/épistémologie
Raymond BOUDON	Conclusion générale : Les sciences de la nature vues par les sciences sociales	Pr émérite Sorbonne ParisIV/Epistémologie des Sciences sociales

Documents

p. 12 Conférence du Pr Nizar TOUZI :Modélisation mathématique et Finance

p. 18 Conférence du Pr Laurent CALVET : Risque extrême et régularité fractale en finance

p. 30 AEIS Nancy : Conférence du Pr Gérard VAUTRIN « La Transaction sociale :confrontation et consensus ? »

p. 33 AEIS Nancy : Une activité de « voyance » au VIe siècle après J.-C. en Égypte par Francis JANOT

MODELISATION MATHEMATIQUE ET FINANCE

Nizar TOUZI
Pr Ecole Polytechnique

I) INTRODUCTION

Qu'est-ce qu'un produit dérivé ?

Définition : Contrat entre acheteur et vendeur définissant une structure de paiements contingents aux états de la nature

Les plus classiques (Vanille)

- Contrats à terme : promesse de vente à un prix K fixé aujourd'hui, la transaction ayant lieu à l'échéance T .

Structure de paiements :

Aujourd'hui : 0; A l'échéance : $S_T - K$

- Option d'achat (European call) : donne à l'acheteur le droit (sans obligation) d'acheter un actif risqué à une date d'échéance T à un prix d'exercice K fixé aujourd'hui.

Structure de paiements :

Aujourd'hui : p ; A l'échéance : $(S_T - K)^+$

A quoi ça sert ?

- Contrats à terme ont apparu très tôt dans les marchés agricoles
- Provisionnement d'Air France en Kérosène
 - par des contrats à terme
 - par des options d'achat
- Options de change pour un exportateur

Intérêt : Transfert des risques vers les institutions financières afin de mieux se concentrer sur l'activité spécifique de l'entreprise Mais est-ce que les institutions financières sont capables de porter ces risques?

Dérivés de taux – utilité sociale et économique

- Swap de taux d'intérêt :
 - Echange d'un taux variable contre un taux fixe
 - Indispensable pour mettre en place des crédits...
- Cap / Floors
 - Succession d'options d'achat / de vente sur le taux d'intérêt
 - Permet de se garantir un taux de placement / d'emprunt pour des flux futurs

Internationalisation, dérégulation

- Libéralisation des marchés des changes et des taux d'intérêt
- Internationalisation des opérations financières
- NASDAQ : premier marché électronique d'instruments financiers 1973 (Reuters, puis Internet)
- En France, MATIF créé en 1986, MONEP créé en 1987
- Depuis quelques années, participation du petit épargnant (e-business)...

Vitesse guidée par des technologies de pointe

Nouveau phénomène du [High Frequency Trading](#) :

- près de 60 % des transactions aux US, 30–35 % en Europe
- dopé par les avancées technologiques des outils de communication, les progrès incessants en terme de vitesse de calcul
- Même la longueur du câble reliant au marché compte, alors les opérateurs louent des emplacements proches (colocataires)
- Multiplication des plateformes de négociation soutenue par l'ouverture à la concurrence par les pouvoirs publics

AMF a observé sur le marché parisien : “600 messages en 1 seconde, dont 190 émis par un seul acteur du marché ; le temps minimum entre deux message d'un même membre est de 7 microsecondes, la plus courte durée de vie d'un ordre est de 25 microsecondes”

Produits exotiques et structuration

Des contrats spécifiques sont proposés pour couvrir des risques spécifiques, les paiements sont très divers :

- dépendant de la trajectoire des prix (exemple des options asiatiques dans les marchés d'énergie, ou options barrière)
 - dépendant de plusieurs sous-jacents (basket options)
 - laissant au détenteur le choix de la date d'exercice (options américaines)
- Les produits structurés sont conçus en accord avec le client pour subvenir à un certain besoin spécifique
 - L'imagination des marchés est sans limite...

Risques climatiques, naturels et environnementaux

- Catastrophe bonds
- Marché des quotas d'émissions EU ETS
- Dérivés de longévité

Couverture des risques et innovation financière

Comment font les institutions financières pour porter ces risques ?

- Couverture à partir de produits élémentaires (Vanilles). Ceci est possible si des marchés liquides existent pour ces produits élémentaires...
- Décomposition des risques, impliquant l'apparition de produits dérivés apparemment déconnectés de la réalité économique (exemple des options sur variance)
- Certaines institutions à la pointe de l'industrie des produits dérivés arrivent à identifier des produits dérivés correspondant à une demande du marché et profitent de l'avantage technologique (supposé acquis) consistant en leur capacité d'évaluation et la couverture de ce produit

II) MODELE MATHEMATIQUE DE BASE

Principe de non arbitrage

Il s'agit de l'**unique loi fondamentale** en mathématiques financières :

Principe de domination Deux portefeuilles de rendements aléatoires à la même date d'échéance ordonnés, $A(\omega) \geq B(\omega)$ pour (presque) tout ω , ont des prix vérifiant $a \geq b$

$X_T(\omega)$: valeur à une date T d'une stratégie de portefeuille de coût initial nul

Principe de non arbitrage Si $X_T \geq 0$ pour (presque tout) ω , alors $X_T = 0$

Deuxième Principe Fondamental Tous les modèles sont faux !

Le rôle de la modélisation mathématique est

- d'isoler certains phénomènes pour mieux apprécier leurs effets
- proposer des modèles approchés avec, autant que possible, un contrôle de l'erreur
- Le choix du modèle approché est automatiquement adapté à sa finalité
- Bien comprendre la réalité du marché afin d'adapter la modélisation à la réalité (débat traditionnel opposant l'estimation statistique à la calibration)

Modèle de Black-Scholes

Marché financier réduit à

- 1 actif sans risque, taux d'intérêt constant r
- 1 actif risqué régi par $dS_t = S_t (bdt + \sigma dW_t)$

Sous l'hypothèse de non arbitrage, le prix de marché à la date 0 d'une option d'achat européenne de prix d'exercice K et de maturité T est :

$$C(0, S_0) = S_0 N(d_+) - Ke^{-rT} N(d_-), \quad d_{\pm} := \frac{\ln(S_t / Ke^{-rT})}{\sigma \sqrt{T}} \pm \frac{\sigma \sqrt{T}}{2}$$

$$\partial_t C + rS \partial_s C + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \partial_{ss} C - rC = 0, \quad C(T, s) = (s - K)^+$$

La fonction $C(t, s)$ est l'unique solution de l'EDP de la chaleur :

Utilisation du modèle de Black-Scholes

- **Couverture** : Dans le modèle de BS, l'option d'achat Européenne est parfaitement duplicable en constituant un portefeuille autofinancé contenant la quantité

$$\Delta t = \delta s C(t; S_t) \text{ à toute date } t$$

- **Volatilité implicite** : le modèle de BS est bien sûr très faux

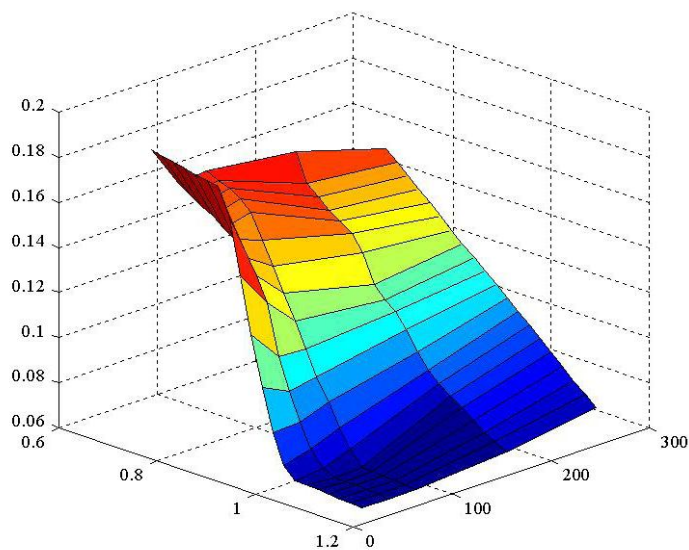


Figure: Le smile : surface de volatilité implicite

Autour du smile

- **La calibration** aux prix des options Vanille garantit l'absence d'arbitrage statique, et est prioritaire sur l'estimation statistique
 - Toute surface de volatilité induit un unique modèle de prix régi par une EDS markovienne (**B. Dupire**)
 - En vocabulaire de la théorie des processus : pour toute famille de lois $(\mu_t)_{t \geq 0}$, il existe un unique processus stochastique régi par une EDS markovienne $(S_t)_{t \geq 0}$ tel que $S_t \sim \mu_t$ pour tout $t \geq 0$.
 - Des résultats théoriques expliquent les asymptotiques du smile à la monnaie (autour de $S_0 = Ke^{-rT}$) ainsi qu'aux extrémités
 - Modèle de diffusion du smile : problème difficile et essentiellement encore ouvert
-

Introduction des frictions de marché

- Des modèles plus réalistes prennent en compte les sauts, les frais de transaction, l'illiquidité, les taux d'intérêt stochastique, le risque de faillite etc... Dans un cadre Markovien, on est amené à des [Equations intégrro-différentielles non linéaires paraboliques](#)
- L'intérêt pour des produits dérivés dépendant du chemin a motivé le développement des [Equations différentielles stochastiques rétrogrades](#)

$$dY_t = f_t(\omega, Y_t, Z_t)dt + Z_t dW_t, \quad Y_T = \xi(\omega)$$

Qui peuvent être vues comme l'analogue d'EDP ([semilinéaires](#)) dépendant du chemin...

III) Nouveaux problèmes mathématiques motivés par la finance

Méthodes numériques probabilistes en grande dimension

- Simulation d'événements rares
- Equations différentielles stochastiques rétrogrades du second ordre afin d'établir un lien avec les EDP complètement non linéaires
- Méthodes numériques probabilistes pour les EDP non linéaires
- EDP non linéaires dépendant du chemin...

Dans un marché financier sans arbitrage à taux d'intérêt nul, le prix d'un produit dérivé dépendant du chemin est :

$$E^{\mathbb{P}}[\xi(S.)] \text{ où } \mathbb{P} \in \mathcal{M}(S); \text{ i.e. } S \text{ est une martingale sous } \mathbb{P}$$

La surface de volatilité implicite détermine les distributions marginales

$$S_{T_i} \sim \mu_i ; i = 1, \dots, n$$

Il est alors naturel de s'intéresser aux bornes

$$L(\xi, \mu) := \inf \left\{ \mathbb{E}^{\mathbb{P}}[\xi(S.)] : \mathbb{P} \in \mathcal{M}(S) \text{ et } S_{T_i} \sim_{\mathbb{P}} \mu_i \right\}$$

$$U(\xi, \mu) := \sup \left\{ \mathbb{E}^{\mathbb{P}}[\xi(S.)] : \mathbb{P} \in \mathcal{M}(S) \text{ et } S_{T_i} \sim_{\mathbb{P}} \mu_i \right\}$$

Effets des interactions entre investisseurs

- On note X_T^i le fruit d'une stratégie d'investissement de l'agent i sur le marché, $i = 1, \dots, n$
- Chaque agent résout le problème :

$$\sup_{X^i \in \mathcal{A}^i} \mathbb{E} \left[U^i(\lambda_i X_T^i + (1 - \lambda_i) X_T^{(-i)}) \right] \text{ où } X_T^{(-i)} := \frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i} X_T^j$$

Question : Existence et unicité d'un équilibre de Nash

Modélisation des marchés des émissions de carbone

L_t , $L_0 = 0$ et $L_T \leq 1$: proportion de la production d'électricité éolienne. Si la proportion de production éolienne est \nearrow :

- $P_t(\nearrow)$ \searrow prix au KWH de l'électricité .
 - $s(\nearrow)$ \searrow subvention de l'état pour un KWH de production éolienne.
 - $K(\nearrow)$ \searrow coût fixe d'investissement en production éolienne.
- L'entreprise de production d'électricité maximise $E[U(Y_T)]$ avec :

$$Y_T = X_T + \int_0^T \left(P_t(L_t)q_t - c((1 - L_t)q_t) - \varepsilon(1 - L_t)q_t S_t \right) dt - \int_0^T K(L_t)dL_t + \int_0^T s(L_t)L_t q_t dt$$

Y : prix du contrat d'émission de carbone défini par

$$Y_T = \lambda \mathbb{I}_{\left\{ \int_0^T \varepsilon q_t (1 - L_t) dt \geq \Lambda \right\}}$$

Analyse de modèles d'interaction

Tout reste à faire !

RISQUE EXTREME ET REGULARITE FRACTALE EN FINANCE

Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences

Séance du 11 Octobre 2011

Laurent Emmanuel Calvet

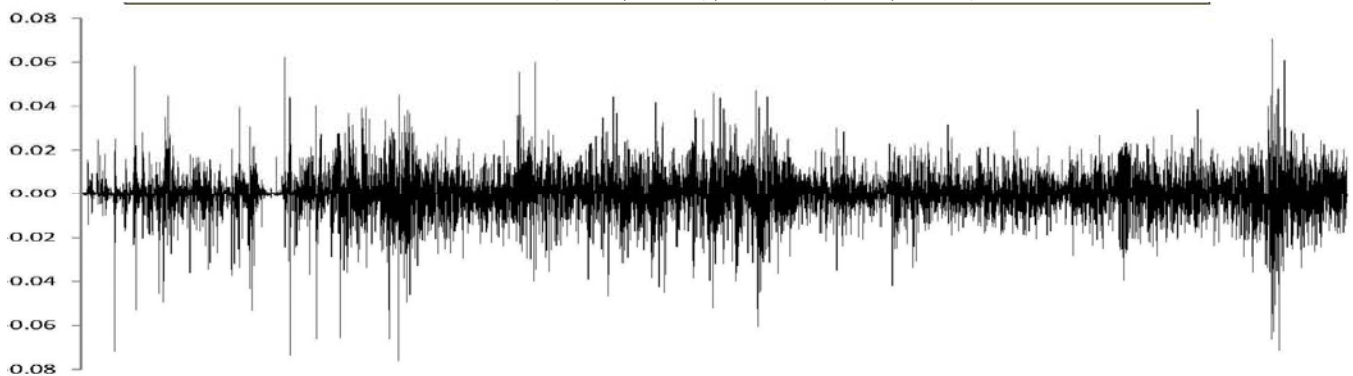
Pr HEC Paris

PLAN

1. Régularité fractale en finance
2. Markov-Switching multifractal (MSM)
3. Pricing du risque multifractal

1 – REGULARITE FRACTALE

Rendements des actifs: distributions non Gaussiennes, queues de distributions épaisses -
Mandelbrot (1963, 1967), Fama (1963, 1965)



Variation journalière du cours British pound/U.S. dollar
3 Juin 1973 – 3 Mars 2011

INVARIANCE

Rendement sur un intervalle de temps de longueur Δt

$$R_t(\Delta t) = \ln P(t+\Delta t) - \ln P(t)$$

Auto-similarité

$$r_t(\Delta t)^d = (\Delta t)^H r_t(1)$$

- Mouvement Brownien : $H = 1/2$
- Processus stable de Lévy (Mandelbrot 1963)
- Mouvement Brownien fractionnaire

Invariance Multifractale $E[|r_t(\Delta t)^q|] = c_q(\Delta t)^{\tau(q)+1}$

- Processus auto-similaire $\tau(q) = Hq - 1$.
- $\tau(q)$ strictement concave dans les données financières.
(Ghashgaie et al. 1996; Calvet Fisher et Mandelbrot 1997; Calvet et Fisher 2002).

MULTIFRACTAL MODEL OF ASSET RETURNS

Calvet, Fisher et Mandelbrot (1997)

$$\ln P(t) = \ln P(0) + B[\theta(t)]$$

où: B est un mouvement Brownien,

$\theta(t) = \mu[0,t]$ est la fonction de répartition (c.d.f.) d'une mesure multifractale.

- Basé sur une déformation du temps.
- Cohérent avec les propriétés d'échelle des moments.
- Incréments non-corrélés (pas d'arbitrage).
- Volatilité à mémoire longue ("effet Joseph").

2- MARKOV-SWITCHING MULTIFRACTAL

Calvet and Fisher ("CF")

Forecasting Multifractal Volatility, *J. Econometrics* (2001)

INTUITION

How to Forecast Long-Run Volatility, *J. Fin. Econometrics* (2004)

Chocs économiques ont des durées très hétérogènes.

Liquidité, cycle macroéconomique, technologie, démographie.

MARKOV-SWITCHING MULTIFRACTAL (MSM)

Composantes de volatilité de durées hétérogènes.

CHAINE DE MARKOV

Vecteur d'état

$$M_t = (M_{1,t}; M_{2,t}; \dots; M_{k,t}) \in \mathbb{R}_+^k$$

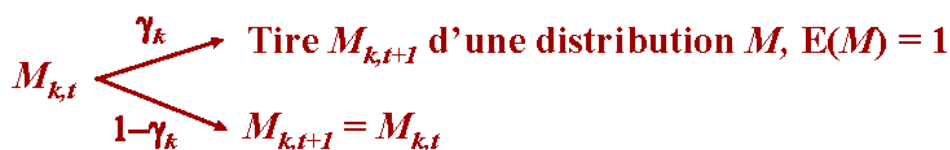
Composantes de durées hétérogènes

$$\sigma_t^2 = \sigma^2 \times M_{1,t} \times M_{2,t} \times \dots \times M_{k,t}$$

Rendement $r_t = \sigma_t \epsilon_t$

$\{\sigma_i\}$ = variables indépendantes $\mathcal{N}(0,1)$

DYNAMIQUE DE LA VOLATILITE COMPOSANTES



Distribution: $M \geq 0$, $\square M = 1$

Binomiale: $M = m0$ or $2-m0$ avec même probabilité.

FREQUENCES

Quatre paramètres

$(m_0, \sigma, \gamma_{\bar{k}}, b)$

$$\gamma_k = 1 - (1 - \gamma_{\bar{k}})^{b^{k-\bar{k}}} \approx \gamma_{\bar{k}} b^{k-\bar{k}}$$

PROPRIETES DE MSM

Facile à utiliser quand M est une variable discrète:

- La distribution des états Π_t conditionnellement aux rendements (r_1, \dots, r_t) est donnée par la loi de Bayes.
- Prévisions calculées en multipliant Π_t par des puissances de la matrice de transition.
- Fonction de vraisemblance connue analytiquement, ce qui permet l'estimation aisée et efficiente de MSM.

ESTIMATION PAR MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE

Binomial MSM, rendements journaliers (1 Juin 1973 – 31 Décembre 2002)

	$k = 1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>British Pound / US Dollar</i>									
\hat{m}_0	1.716 (0.012)	1.671 (0.011)	1.648 (0.011)	1.609 (0.011)	1.579 (0.011)	1.534 (0.012)	1.503 (0.012)	1.461 (0.011)	1.428 (0.011)	1.403 (0.009)
$\hat{\sigma}$	0.609 (0.009)	0.590 (0.011)	0.513 (0.016)	0.467 (0.016)	0.421 (0.017)	0.468 (0.019)	0.389 (0.014)	0.384 (0.015)	0.374 (0.022)	0.370 (0.022)
$\hat{\gamma}_{\bar{k}}$	0.110 (0.017)	0.222 (0.034)	0.278 (0.052)	0.645 (0.080)	0.637 (0.075)	0.784 (0.078)	0.811 (0.083)	0.958 (0.052)	0.964 (0.043)	0.982 (0.031)
\hat{b}	-	19.90 (5.19)	14.29 (2.58)	12.51 (2.00)	11.02 (1.74)	8.32 (1.15)	6.72 (0.91)	5.23 (0.69)	4.08 (0.41)	3.45 (0.32)
$\ln L$	-5960.18	-5724.37	-5622.73	-5570.02	-5537.80	-5523.64	-5516.89	-5515.37	-5515.28	-5514.94

Source: Calvet and Fisher (2004), How to Forecast Long Run Volatility, *Journal of Financial Econometrics*.

Les spécifications avec 7 à 10 fréquences dominant.

PREVISIONS

- Estimons MSM(10) sur la première partie de l'échantillon.
- Analysons la précision des prévisions produites par chaque modèle sur les 12 dernières années de l'échantillon.

- Volatilité réalisée

$$RV_{t,n} = \sum_{i=0}^{n-1} r_{t-i}^2$$

- Out-of-sample

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_t (RV_{t,n} - E_{t-n}(RV_{t,n}))^2}{\sum_t (RV_{t,n} - \overline{RV})^2}$$

PREVISIONS DE VOLATILITE

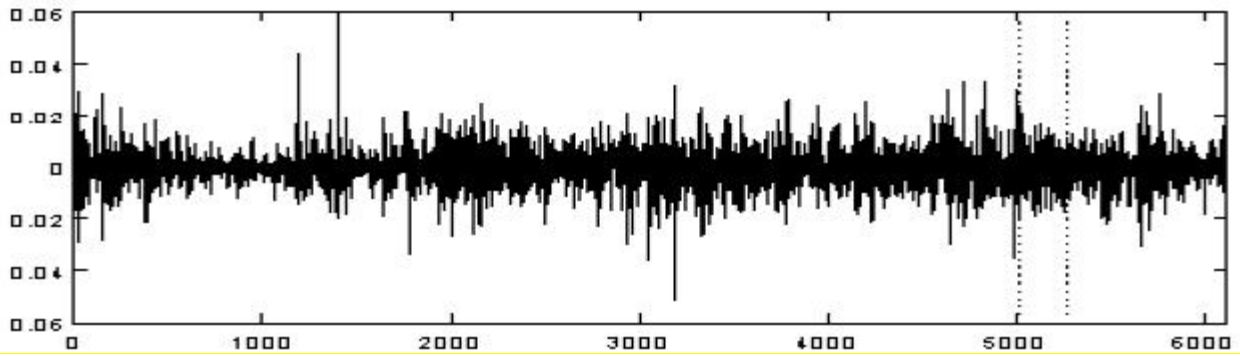
	Horizon (Days)				
	1	5	10	20	50
A. Restricted R^2					
<i>Deutsche Mark / US Dollar</i>					
Binomial Multifractal	0.041	0.124	0.160	0.135	0.038
GARCH	0.035	0.069	0.033	-0.147	-0.761
MS-GARCH	0.039	0.072	0.030	-0.180	-1.137
<i>Japanese Yen / US Dollar</i>					
Binomial Multifractal	0.053	0.113	0.142	0.205	0.213
GARCH	0.048	0.054	0.011	-0.024	-0.358
MS-GARCH	0.048	0.044	-0.009	-0.067	-0.569
<i>British Pound / US Dollar</i>					
Binomial Multifractal	0.057	0.165	0.235	0.250	0.273
GARCH	0.076	0.191	0.244	0.188	-0.026
MS-GARCH	0.072	0.165	0.238	0.203	0.038

Source: Calvet and Fisher (2004), How to Forecast Long Run Volatility, *Journal of Financial Econometrics*.

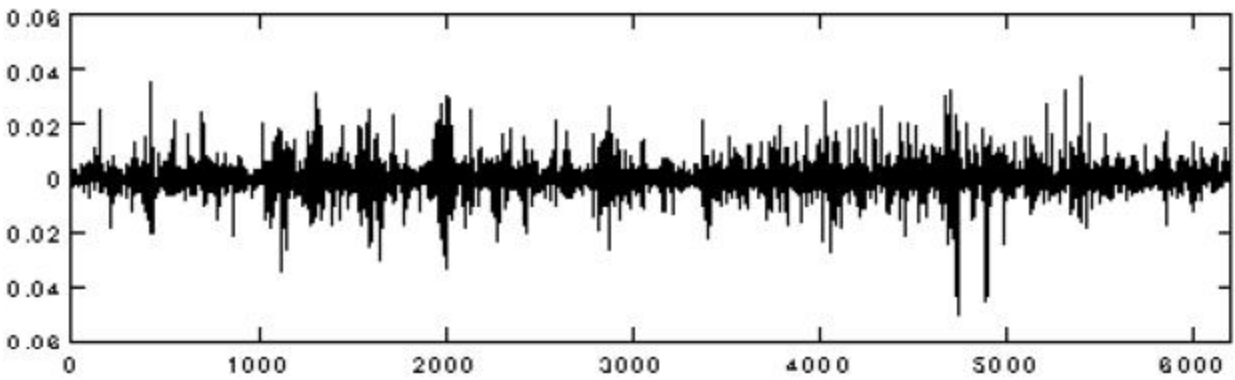
Résultats confirmés par Calvet, Fisher, et Thompson (2006), Lux (2008), et Bacry, Kozhemyak, et Muzy (2008).

MSM fournit également des estimations précises de la "value at risk" (VaR).

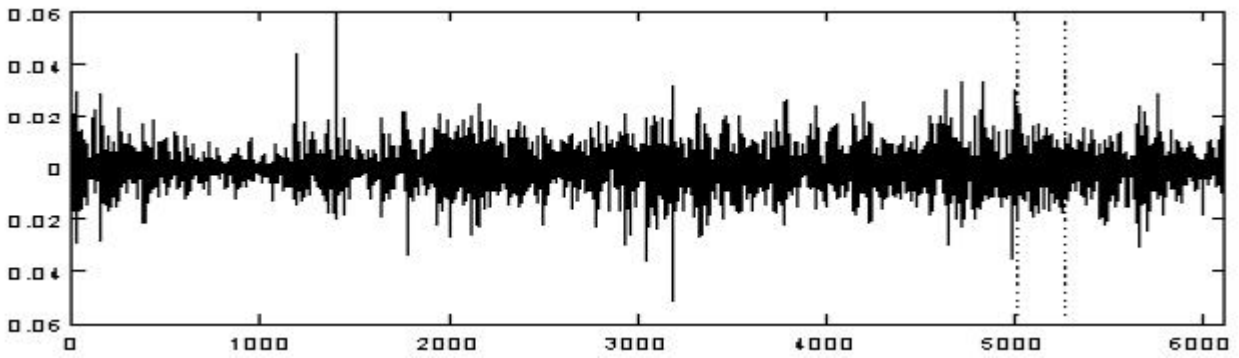
SIMULATION
Dollar-Mark (1973-1996)



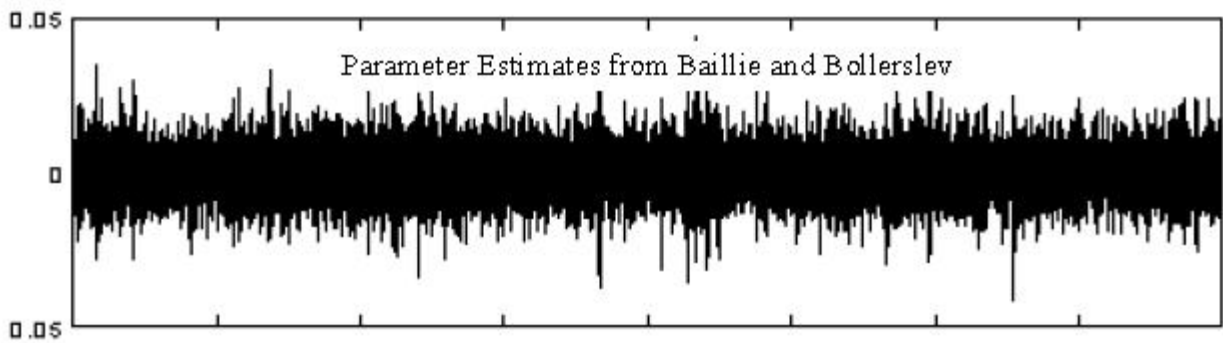
Modèle Multifractal



SIMULATION
Dollar-Mark (1973-1996)



GARCH



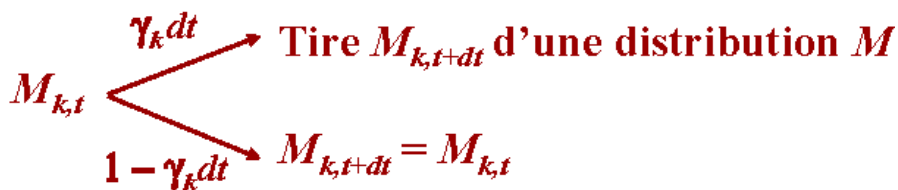
AUTRES RESULTATS

- MSM est cohérent avec la régularité multifractale des moments des rendements, et réplique la mémoire longue de la volatilité sur une grande gamme d'intervalles de temps.
- Une autre approche: Multifractal Random Walk Bacry Delour et Muzy (2001)
- MSM peut être facilement étendu à plusieurs actifs.

CF Thompson (2006).

MSM EN TEMPS CONTINU

COMPOSANTES



Distribution: $M \geq 0$, $EM = 1$

INTENSITES

$$\gamma_k = \gamma_1 b^{k-1}$$

Quatre paramètres

$$(m_0, \sigma, \gamma_k^-, b)$$

EVENEMENTS RARES

➤ L'approche traditionnelle

- Les évènements rares ne proviennent pas de la même distribution que les évènements ordinaires.
- L'inférence est basée sur un échantillon très petit ou vide (!) ("peso problem").

➤ Fractales/multifractales

- Tous les évènements, qu'ils soient rares ou fréquents, sont générés par le même processus.
- Les données hautes fréquences contiennent de l'information sur les évènements rares ou basses fréquences.

➤ Évènements plus extrêmes que ceux observés historiquement

- Considérons $\gamma_0 = \gamma_1/b$. Voir CF (2008).

3 – PRICING DU RISQUE MULTIFRACTAL

Informations nouvelles dans les marchés actions:

- **Hautes fréquences**

Annonces macroéconomiques (Andersen *et al.* 2004)

Changement de volatilité des dividendes (Campbell et Hentschel 1992)

- **Business cycle**

Variables agrégées prédisent rendements agrégés à horizon de 1-5 ans.
(Fama et French 1989; Lettau et Ludvigson 2001)

- **Basses fréquences**

Technologie (Pastor et Veronesi 2005)

Taux de croissance dividendes/consommation (Bansal et Yaron 2004;
Lettau, Ludvigson et Wachter 2005)

EVALUER DES ACTIFS SOUMIS AU RISQUE MULTIFRACTAL

CF (2007), Multifrequency News and Stock Returns, *J. of Financial Economics*.

- MSM peut être facilement intégré dans des modèles d'asset pricing traditionnels.
- Par exemple, nous pouvons supposer que la volatilité des dividendes est multifractale.
- Nous calculons ensuite les rendements d'équilibre.
- Nous estimons le modèle par maximum de vraisemblance.

ML ESTIMATION

CRSP U.S. Value-Weighted Index (1952-2003)

\bar{k}	Estimated Parameters				Return Moments					
	m_0 (d)	$\gamma_{\bar{k}}$ (d)	b (d)	$\ln L$ (d)	mean (%/d)	s.d. (%/d)	skew (d)	kurt (d)	LFY (a)	FB (%)
1	1.645	0.038	-	45028.6	0.019	0.702	-0.025	4.2	0.1	0.6
2	1.599	0.036	3.91	45730.4	0.019	0.710	-0.046	5.5	0.4	2.7
3	1.527	0.051	5.31	45990.9	0.019	0.731	-0.049	10.4	2.2	9.0
4	1.479	0.037	3.06	46116.0	0.019	0.741	-0.054	13.7	3.2	12.0
5	1.444	0.042	2.45	46183.3	0.019	0.743	-0.058	14.0	3.6	12.8
6	1.390	0.037	2.00	46206.4	0.019	0.739	-0.054	11.2	3.6	11.5
7	1.371	0.053	2.28	46227.0	0.019	0.770	-0.048	43.2	10.9	21.0
8	1.369	0.047	2.15	46241.6	0.019	0.796	-0.049	84.8	18.2	29.4



$$\text{Feedback} = \frac{\text{Var}(r_t)}{\text{Var}(\Delta d_t)} - 1$$

Prime de risque = 4.2% par an

FEEDBACK DE VOLATILITE

➤ Amplification

Une branche de la littérature étudie comment le marché amplifie la volatilité des fondamentaux.

Multifractal : 30% 40%

➤ Modèles d'équilibre

Feedback

- B é f é

Campbell et Hentschel (1992) : 1% - 2%

Basé sur un processus monofréquence (QGARCH).

APPRENDRE LA VOLATILITE EST UN PROCESSUS ASYMMETRIQUE

Apprentissage

Les investisseurs apprennent

- de façon abrupte que la volatilité a augmenté,
- de façon graduelle que la volatilité a baissé.

Equilibre

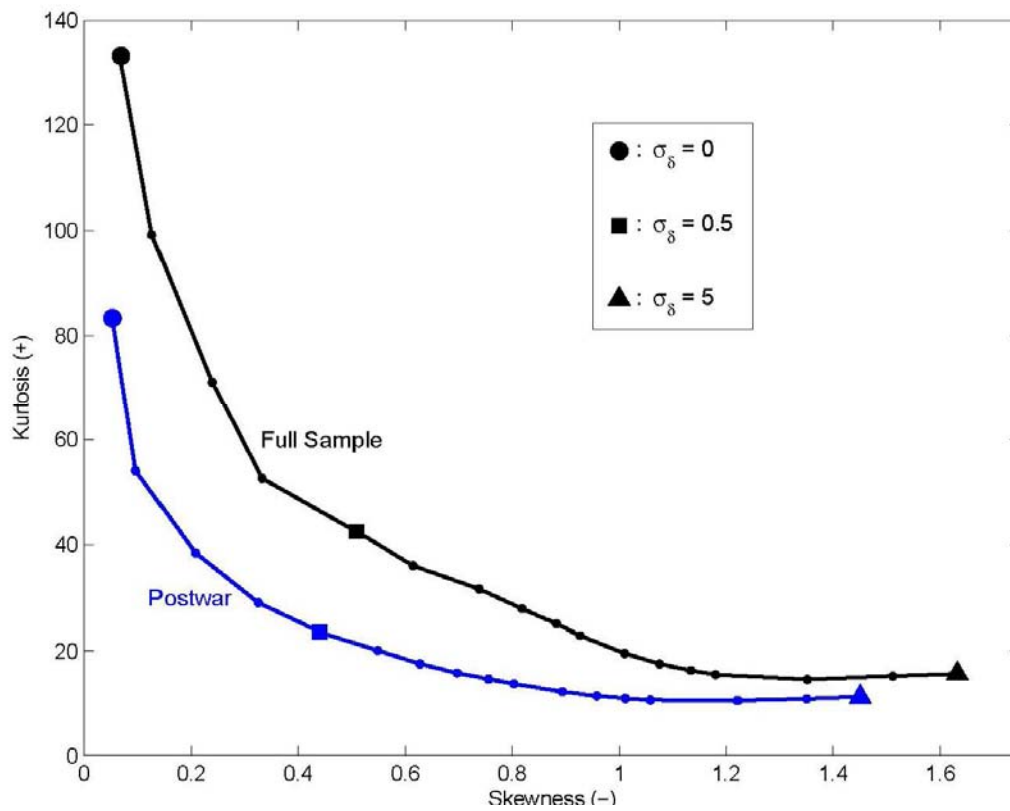
Moins de grands rendements positifs à l'équilibre que lorsque les investisseurs sont parfaitement informés.

Asymétrie endogène des rendements.

Kurtose réduite.

Mécanisme distinct de l' "uncertainty channel" (e.g. Veronesi, 1999)

QUALITE DE L'INFORMATION



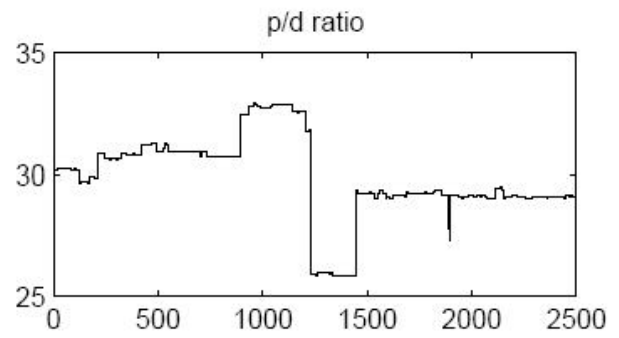
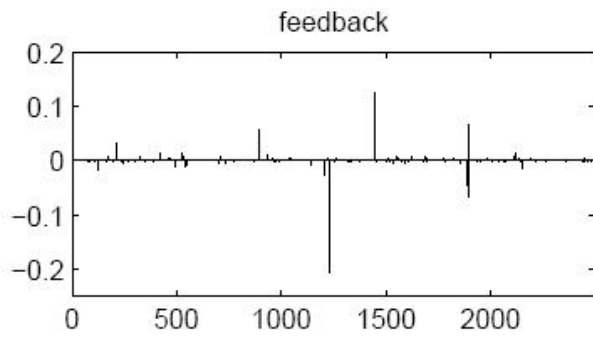
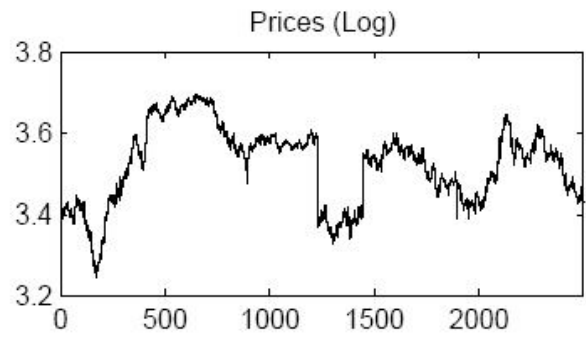
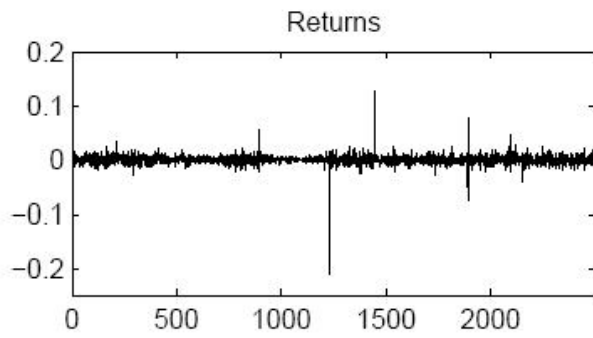
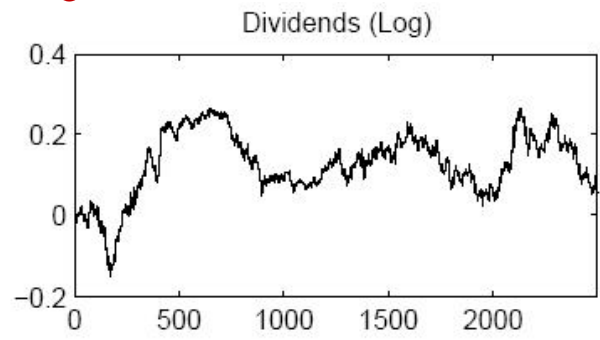
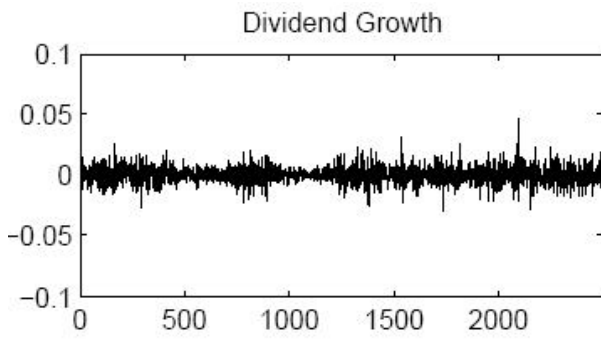
TEMPS CONTINU

Dividendes

$$\frac{dD_t}{D_t} = g_D(M_t)dt + \sigma_D(M_t)dZ_D(t)$$

Le prix d'équilibre est une diffusion avec sauts quand l'état M_t est observé par les investisseurs.

DYNAMIQUE D'EQUILIBRE



Beaucoup de petits sauts, quelques sauts modérés, peu de grands sauts

INFINITE DE FREQUENCES

Paramètres fixes $(m_0, \bar{\sigma}_D, \gamma_1, b)$

Quand $\bar{k} \rightarrow \infty$, des composantes de fréquences croissantes
sont incluses dans les fondamentaux.

Volatilité $\sigma_{D, \bar{k}}(M_t) \equiv \bar{\sigma}_D(M_{1,t} \dots M_{\bar{k},t})^{1/2}$ dégénérée quand $\bar{k} \rightarrow \infty$

Déformation du temps $\theta_{\bar{k}}(t) = \int_0^t \sigma_{D, \bar{k}}^2(M_s) ds$

$(\theta_{\bar{k}}(t))_{\bar{k}}$ est une martingale positive d'espérance bornée.

↓

$(\theta_{\bar{k}}(t))_{\bar{k}}$ converge vers une variable aléatoire.

DEFORMATION DU TEMPS

Si $E(M^2) < b$, la suite des déformations temporelles converge vers une limite θ_∞ ,
dont les trajectoires sont continues.

Local Hölder exponent: $|X(t + \Delta t) - X(t)| \sim C_t (\Delta t)^{\beta(t)}$

	$\beta(t)$
Processus d'Itô continu	$1/2$
Diffusion à sauts traditionnelle	0 or $1/2$
Multifractal θ_∞	Continuum

PRIX DE L'ACTION

Le logarithme du prix converge faiblement vers

$$B[\theta_{\infty}(t)] + q_{\infty}(t),$$

Où

$$q_{\infty}(t) = \ln E \left\{ \int_0^{+\infty} e^{-\rho s - \beta[\theta_{\infty}(t+s) - \theta_{\infty}(t)]} ds \middle| M_t \right\}$$

est un pur processus avec sauts.

Une diffusion multifractale à sauts avec un nombre dénombrable de fréquences / une activité infinie.

CONCLUSION

➤ Régularité fractale des marchés financiers

- Queues de distribution plus épaisses que la loi normale (“effet Noé”)
- Volatilité à mémoire longue (“effet Joseph”)

➤ Markov-- “Scaling” multifractal des moments

switching multifractal (MSM)

- Capture la persistance et la grande variabilité de la volatilité financière.
- Domine empiriquement les meilleurs modèles traditionnels.

➤ Implications pour l'évaluation des actifs

- Le risque multifractal est aisément incorporé.
- Le prix est une diffusion multifractale à sauts.
- Les fractales peuvent nous aider à penser de façon structurée au risque extrême et aux événements rares.

AEIS Nancy, 16 juin 2011- Conférence de Gérard VAUTRIN – Résumé

« La Transaction sociale : confrontation et consensus ? »

Après quelques préalables concernant la recherche-action et la posture du sociologue en situation d'analyse des « reliances sociales », la question se pose de trouver la bonne modélisation pour expliquer « comment s'enclenche une transaction sociale ».

Cette approche assez neuve en sociologie a naturellement ses limites par rapport aux grandes théories macrosociologiques (cf. Parsons, Marx, ...) puisqu'elle vise à expliquer les systèmes organisationnels intermédiaires et plus particulièrement ceux qui sont en cours de transformation. Elle se situe dans la mouvance des théories du changement social en explorant les dynamiques collectives instaurées par des acteurs locaux du changement dans des situations ouvertes dans lesquelles il faut à la fois coopérer et prendre en compte les conflits.

Cette notion de « coopération conflictuelle » (Maurice Blanc) implique que certaines situations nécessitent de vivre ensemble sur la base d'un « consensus supposé » (cf. Liliane Voyé) ou d'un pseudo-consensus (Jean Rémy) pour éviter l'imposition qui s'établit nécessairement dans le cadre d'un rapport de force où certains acteurs dominent les autres.

Cette situation particulière intéresse le sociologue pour comprendre les « mécanismes » qui favorise la création d'un nouveau consensus élaboré conjointement par les partenaires d'un projet sociétal.

En dépassant la théorie des jeux ou l'analyse du système d'action concret conçu par Crozier tout en prenant en compte la dimension culturelle déjà intégrée dans les théories de Renaud Sainsaulieu ou Jean-Daniel Reynaud, la théorie de la Transaction sociale étudie les conditions de la négociation (au sens où Giddens la concevait) en décelant les « idéologies sous-jacentes et les valeurs autour desquelles on se rassemble, plus précisément « ce autour de quoi on fait cohésion » et qui engage in fine les partenaires dans leur projet de vie.

La question du lien social est ainsi réinterrogée par l'analyse de la multiplicité des points de vue qui donne du sens à l'acte, dit ou non dit –tacite-, dans la prise en compte des valeurs morales sous-jacentes au consensus qui s'établit et dans l'effet de contamination qui en résulte.

De nombreux exemples illustrent cette approche en sociologie de la famille ou du couple, dans la mise en œuvre du développement territorial ou d'une coopération transfrontalière, en sociologie urbaine ou interculturelle... (cf. **bibliographie**).

Le débat a porté en sociologie de la TS sur l'intérêt épistémologique de cette notion. (*Note 1*) Cette position épistémologique implique en effet une coupure radicale entre les sociologies savante et « indigènes » (ou les savoirs scientifiques et populaire). Les acteurs impliqués dans des dynamiques sociales sont capables d'une action réflexive et d'un savoir sociologique fort élaboré. Il n'y a pas de coupure nette et franche entre ce qui relève de la science et ce qui relève de la pratique. Un concept, s'il a d'abord des valeurs heuristiques (outils de connaissance), peut être également pragmatique et orienter l'action (réflexivité).

La transaction ainsi conçue renvoie à la fois à l'échange marchand, à la négociation et à l'imposition d'une solution si le conflit ne peut se régler. Parce qu'elle concerne un point particulier, elle est un compromis pratique, mais elle n'empêche pas le désaccord sur les autres points de vue et/ou les valeurs. (Cf. **Jean Rémy Note 2**) C'est dans ce sens qu'elle permet une coopération conflictuelle (cf. exemple de l'intercommunalité) et qu'elle indique aussi à l'observateur sur quel type de consensus s'établit la cohésion acceptable pour que des acteurs continuent à être auteurs de leur vie commune. Aussi lorsqu'il faudra concilier des valeurs non négociables et opposées en cherchant un compromis, sur quel élément va-t-on mettre l'accent ? Sur quoi va reposer la contractualisation qui s'établit dans ce métissage des cultures ?

Qu'est qui sera dit et non dit ? Quel sera le degré de transparence ou d'opacité ? Les conditions d'acceptation et de reconnaissance ? Celles du moment de la rupture ? C'est tout l'enjeu d'une approche sociologique par la transaction sociale.

Note 1 : quelques citations ou points à méditer sur la TS

Bernard Fuselier. La TS est un paradigme pour imaginer la vie sociale et sa structuration.

Jean Rémy La TS est essentiellement une intervention cadrée. (ex la scène classe)

Le contexte pèse mais ne détermine pas.

Conception ou paradigme ?

Démêler la complexité sociale sans trop la réduire. : le paradigme de la TS est un outil conceptuel qui aide à démêler la complexité sociale sans trop la réduire.(J Rémy).

La TS permet d'analyser comment, sans le dire ouvertement, on négocie sur « ce qui n'est pas négociable » : l'existence de dieu, le pouvoir de ceux, religieux ou non, qui s'opposent, chacun se prétendant son seul porte-parole légitime, etc. La TS permet de sortir de la logique binaire et manichéenne ; elle rend attentif aux accords implicites et tacites et « aux compromis pratiques » fragiles et provisoires (R.Ledrut 1976), appelés aujourd'hui au Québec des accommodements raisonnables » (Bouchard/Taylor, 2008).

Exemple du transfrontière : Coopération –rapports de force – projet commun- fond de confiance – intérêts – valeurs – interculturel et cultures de part et d'autre de la frontière – ce qui est négociable, possible, évolutif, ...on travaille sur les évolutions stratégiques possibles. Etablir des règles nouvelles. Quels peuvent être les petits pas à faire vers les autres...ne pas laisser quelqu'un s'isoler...etc...Tout cela participe à l'analyse d'une situation de transaction sociale.

La Transaction sociale est-elle un nouveau courant en sociologie?

L'Association internationale des sociologues de langue française (AISLF) l'a intégré dans ses travaux.

A souligner qu'il y a plusieurs ruisseaux :

Sociologie de la justification (Boltanski, Thévenot)

Sociologie de la traduction (Latour, Callon)

Sociologie de la modernité et du risque (Giddens, Beck)

Sociologie de la reliance : Bolle de Bal (Bruxelles)

Sociologie des valeurs : Olgierd Kutny (Liège)

Un point commun serait une approche sociologique de la reconnaissance (stratégie..).

Note 2.

Pour comprendre le concept de Transaction Sociale, Jean Rémy montre que :

– la négociation est une complexification de l'interaction (analogie du jeu de cartes)

TS : la vie sociale comme confrontation d'une pluralité d'acteurs en relation partiellement conflictuelle et en négociation pour déterminer des zones d'accord en fonction de leur capacité de pression respective.

– l'analogie au marché : importance du concept d'interdépendance et des jeux d'ajustement qui s'opèrent indépendamment de la qualité des intervenants : univers de logiques objectives, celles qui produisent des effets indépendamment des intentions des acteurs.

Accent sur articulation diffuse et continue entre l'interdépendance objective des acteurs et leur entrée dans une interaction faiblement cadrée.

- la référence au don (Marcel Mauss) réciprocité différée d'où risque assumé par la confiance et l'obligation morale.

Différence entre activité qui imprime une dynamique objective à la vie sociale et l'action qui suppose un sujet concret qui a un pouvoir d'initiative. Porteur d'une intention, d'intérêts et de principes de sens, il entre dans un jeu d'interventions au sein d'un champ d'activités.

Calcul d'intérêt et affirmation de sens sont deux pôles de l'agir social qui restent en tension dialectique. On ne peut rejeter totalement l'un et prendre totalement l'autre (Rémy 1996).

Deux plans dans l'analyse : l'avant plan du déroulement de la TS, ou la situation, et l'arrière-plan, soit le contexte de sa structuration partielle du fait de « propriétés structurelles », qui interviennent sur la manière dont elle s'organise et se déroule.

L'arrière-plan et l'avant-plan sont néanmoins dans un rapport d'inter structuration ; l'arrière-plan étant lui-même un construit qui doit être rapporté aux TS antérieures et qui se transforment en fonction des résultats intentionnels ou objectifs (systématiques) de l'action en cours sur l'avant-plan des différents niveaux de l'agir social.

A l'analyse verticale de la TS (situation, cadre, contexte) se double une analyse de son horizontalité, c.à.d. de l'enchaînement des séquences transactionnelles, où le produit d'une séquence devient le point de départ de la séquence suivante, et ipso facto du travail d'appropriation et de production qui en découlera.

Bibliographie :

Vautrin, G. (1992). Développement local et transaction sociale. In M. Blanc (Ed.), *Pour une sociologie de la transaction sociale* (pp.260-271). Paris : L'Harmattan.

Site internet AISLF : <http://w3.aislf.univ-tlse2.fr/crgt/activites5.php>

Site présentant une bibliographie exhaustive :

fapsesrvnt2.unige.ch/Fapse/acra.nsf/.../Base_de_données_2011.pdf

Ouvrir le lien hypertexte suivant :

Base de données Transaction Sociale

fapsesrvnt2.unige.ch/.../b9cc875bb1734fb4c125784e0058... - [En cache](#)

Base de données *Transaction Sociale* (2011). Base de données *Transaction Sociale*. 2011.
Base_de_données_2011.pdf · Icône Rattachement de fichier ...

Une activité de « voyance » au VI^e siècle après J.-C. en Égypte

Francis JANOT

À la mémoire de Michel PEZIN

Résumé : Depuis le début du XX^e siècle, la momie naturelle d'une femme, provenant de la nécropole au nord d'Antinoé en Moyenne Égypte, est conservée dans les réserves du musée des Beaux-Arts de Grenoble. En 2008, l'étude macroscopique et radiologique de sa sphère oro-faciale permet la découverte d'indices anatomiques et odontologiques qui, une fois analysés, peuvent être mis en relation entre eux. Ils autorisent maintenant la reconstitution d'un geste jamais décrit dans l'Égypte ancienne. Répété des milliers de fois, il apparaît révélateur d'une activité professionnelle de « voyance ».

Mots-clés : Égypte, voyance, momie de Grenoble, marque odonto-légale.

An activity of « clairvoyance » in the sixth century AD in Egypt

Abstract: Since the early twentieth century natural mummy of a woman, from the necropolis north of Antinoe in Middle Egypt, is retained in the reserves of the Museum of Fine-Arts of Grenoble. In 2008, the macroscopic and radiological study of the oro-facial allows the discovery of anatomical and dental evidence, which, once analyzed, can be linked together. They now allow the reconstitution of an act never described in ancient Egypt. Repeated thousands of times, it is indicative of an occupation of "clairvoyance".

Keywords: Egypt, clairvoyance, mummy of Grenoble, forensic odontology.

Francis JANOT

Tout au long des deux très instructives journées de ce colloque pluridisciplinaire, les coupables soumis aux différentes ordales, qui s'appliquent selon l'aire géographique et la civilisation, subissent tous des traumatismes dans leur chair qui peuvent varier d'une simple entaille de la peau, à de sévères brûlures de la main, à l'ingestion de poisons, à la mutilation d'une main ou à l'amputation d'un pied pour se terminer par la mort. Finalement, c'est un ensemble de sanctions qui laissent des traces susceptibles d'être identifiées par les archéologues.

Mais quand est-il du devin, du sorcier, du « méchant », du druide, du chaman, de « celui qui est clairvoyant »? En effet, ce(tte) professionnel(le), qui est en étroite relation avec les puissances de la nature, se sert d'instruments qu'il manipule quotidiennement dans l'exercice de son métier.

Les gestes professionnels qui en découlent, répétés des milliers de fois au cours d'une vie, n'ont-ils pas laissé eux aussi des indices, des marques révélatrices sur leurs vestiges dentaires et osseux qui augurent l'hypothèse de leur profession ?

C'est ce que j'aimerais maintenant vous démontrer avec le corps d'une femme daté de quelques 1400 ans, provenant de la nécropole au nord d'Antinoé, conservé dans les salles égyptiennes du musée des Beaux-Arts de Grenoble.

Ramené en France par l'archéologue Albert Gayet au début du XX^e siècle, ce corps n'est pas une momie égyptienne comme nous l'entendons classiquement. En effet, il n'est pas entouré de bandelettes de lin, mais vêtu d'une tunique en lin.

Dans la tombe, une hygrométrie nulle associée à une température supérieure à 35° sont les conditions optimales qui ont réalisé la saponification des graisses du corps et permis ainsi une momification naturelle.

En mars 2008, l'étude pluridisciplinaire du corps de cette femme a été réalisée. Après un examen macroscopique, il a subi une étude tomodensitométrique dans la Clinique universitaire de radiologie et d'imagerie médicale de l'Hôpital A. Michallon (fig. 1).

¹ J'exprime toute ma reconnaissance à Armand Fayard, directeur du muséum d'histoire naturelle, Guy Tosatto, directeur du musée de Grenoble, Hélène Vincent, conservateur en chef au musée de Grenoble et Fabienne Cottin, assistante de conservation au musée de Grenoble, pour la confiance qu'elles ont témoignée en autorisant le déplacement et l'étude de la défunte au C.H.U. de Grenoble. Je remercie également chaleureusement l'équipe technique et de restauration du musée de Grenoble. Mes plus vifs remerciements vont au Professeur Gilbert Ferretti et à son équipe pour leur précieuse et indispensable collaboration à cette première étude pluridisciplinaire.

Une seule acquisition volumétrique du corps entier a été nécessaire grâce à une unité de travail Siemens sensation 16. Puis l'analyse des balayages axiaux a été réalisée en utilisant le logiciel de visualisation et de traitement d'images OsiriX 3.3.2. Enfin, les reconstructions multiplanaires et tridimensionnelles ont été calculées en tenant compte des besoins spécifiques de l'étude archéologique au Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications (LORIA, D. Méry, D. Fass/Equipe MOSEL, Université de Lorraine).

L'examen scanner permet de visualiser directement les connexions anatomiques, l'état sanitaire et les fractures de transport du corps. Le scout-view du corps entier, image acquise préalablement à l'acquisition des coupes, autorise la vision directe et immédiate des connexions anatomiques cachées par la robe². Il montre que la momie n'a pas reçu les différentes opérations d'embaumement pratiquées à l'époque pharaonique. Manifestement, à l'époque de sa mort, la momification n'était plus la condition indispensable pour accéder à l'immortalité³.

Le squelette examiné est celui d'une femme d'aspect gracile, âgée de 35-40 ans au moment du décès⁴. Étendue en décubitus dorsal, les bras allongés le long du corps, ses deux mains étaient originellement réunies au niveau du pubis. Malheureusement, les vestiges osseux ne portent aucune trace pathologique qui permettent de poser un diagnostic quant à la cause de sa mort. Sa stature est estimée à 1,54 m.

Encore présents, les trois ongles des mains, finement coupés avec un bord soigné, signent une hygiène corporelle attentive. L'analyse maxillo-faciale des reconstructions 3D de l'extrémité céphalique permet de décrire les connexions anatomiques. Les condyles mandibulaires sont bien en place dans les cavités glénoïdes de l'os temporal.

À la fonte des muscles masticateurs, aucun linge n'a été interposé sous la mandibule pour empêcher son mouvement naturel de bascule vers le bas. De même, l'intérieur de la cavité buccale n'est pas obstruée par des linges, comme cela se pratique au moment de sa purification. Alors que le côté gauche de la branche montante de la mandibule apparaît normal, la face externe du côté droit est profondément modelée par les trois faisceaux musculaires du masséter⁵.

De plus, il existe une exostose latérale droite au niveau de l'insertion gogniaque du muscle masséter (fig. 2). Cette excroissance n'est pas due à un traumatisme violent, mais à une multitude de micro-traumatismes réalisés tout au long d'une sollicitation particulière, répétitive, du muscle masséter droit. Il s'agit bien d'un indice anatomique odonto-légal, véritable trace qui caractérise une activité particulière.

La momie est retrouvée la bouche largement ouverte. Il a fallu seulement découper un petit fragment de lin qui empêchait la vision directe des dents antérieures (fig. 3).

La marque révélatrice portée par l'organe dentaire

Soumis aux altérations pathologiques d'origines diverses, les vestiges osseux et dentaires peuvent être également porteurs, dans leur intimité, de marques révélatrices occasionnées par l'exercice d'une profession⁶. Il en est bien ainsi pour cette femme qui présente une anomalie d'abrasion des bords libres du groupe incisif supérieur (11, 12, 21, 22), indépendante de toute mastication (fig. 4). En revanche, cette abrasion supplémentaire ne se retrouve pas sur le bord libre des incisives inférieures.

Les surfaces coronaires portent une rainure, de direction mésio-distale, comme perte de substance. Sans aucun retentissement pathologique, il existe deux schémas d'insertion avec une continuité de cette usure qui débute à partir de l'incisive latérale supérieure gauche (22) pour se terminer au point de contact distal de l'incisive latérale supérieure droite (12).

² L'examen complet des connexions anatomiques est décrit dans Fr. JANOT, D. FASS, « Le corps d'une prophétesse ? », *Studien zur Musikarchäologie*, Berlin, (sous presse).

³ Fr. JANOT, *Momies. Rites d'immortalité dans l'Égypte ancienne*, Paris, 2008 SCHWIDETZKY, M. STLOUKAL, « Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette », *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris* 6/13, Paris, 1979, p. 7-45 ; D.H. UBELAKER, *Human Skeletal Remains. Excavations, Analysis, Interpretation*, Chicago, 1978 ; G. OLIVIER, *Pratique anthropologique*, Paris, 1960.

⁴ J.-P. BEAUTHIER, *Traité de médecine légale*, Bruxelles, 2008, p. 438-477 ; D. FEREMBACH, I.

⁵ Ce muscle, qui s'étend en haut sur l'arcade zygomatique, se termine au niveau de l'angle goniale par des lames tendineuses insérées sur les crêtes rugueuses qui, pour notre momie, apparaissent très fortement marquées, H. ROUVIERE, *Anatomie humaine, tome 1 Tête et cou*, Paris, 1974, p. 98-99, fig. 81 et p. 145-148.

⁶ A. NICEFORO, *La police et l'enquête judiciaire scientifique*, Paris, 1907, p. 249 ; je remercie vivement les docteurs Christophe Amory, Gilles Bourret, Jean-François Thiébaud et Hervé Vitte de l'UFR d'Odontologie de Nancy 1, pour leurs suggestions et conseils si avisés. *Une activité de « voyance » au VI^e siècle après J.-C. en Égypte*

En vue palatine, l'usure des surfaces de contact, d'aspect polymorphe, est très marquée selon la dent. La dentine mise largement à nu dessine alors un schéma de mastication consécutif à des frottements répétitifs sur une substance dure introduite transversalement dans la bouche.

De fait, la couronne de l'incisive supérieure gauche (22) est la plus usée. Littéralement creusée par l'objet inséré, celui-ci n'épargne qu'un modeste pan d'émail vestibulaire et palatin.

Il est également possible de décrire une zone de stries parallèles, de direction horizontale, les unes au dessus des autres. Elles sont la conséquence directe des frottements sur la face vestibulaire de la canine gauche (23).

L'ensemble des observations restitue un mouvement d'interposition d'un objet entre les dents qui débute du côté gauche de la denture (à partir de la 22). La face vestibulaire de la canine (23) fait alors fonction de guide. Ainsi, il est possible d'affirmer que cette femme était à prédominance gauchère.

Effectué des milliers de fois, le mouvement fonctionnel est donc sans aucun doute en relation directe avec la profession exercée par la défunte.

De plus, l'examen en vue latérale des structures 3D, à l'aide de filtres spécifiques appliqués lors du traitement des images, montre une absence de réaction pathologique de type inflammatoire au niveau des apex de ce groupe incisif supérieur.

De même, il existe une prognathie de ce groupe dentaire qui se traduit par une avancée des incisives qui est plus importante à droite. Celle-ci est sous l'influence directe des forces masticatoires engagées lors du mouvement travaillant lorsque l'objet est engagé entre les dents.

Identification de l'objet inséré

Tous ces indices découverts proviennent d'une gestuelle spécifique, manifestation d'ordre professionnel. Mais, est-il possible d'identifier avec précision l'objet introduit transversalement dans la bouche de la défunte et de reconstituer alors le geste accompli qui a laissé une telle « empreinte » odontolégale. Pour cela, nous devons la comparer avec d'autres marques décrites lors d'activités professionnelles connues et parfaitement individualisées.

Une activité musicale ?

On sait que la défunte est accompagnée d'un luth dans sa tombe. Musicienne, elle aurait sans doute pu utiliser également un instrument à vent de l'Antiquité tardive du type aulos muni d'une anche simple ou double.

L'abrasion caractéristique, qui donne une facette d'usure orientée en arrière et en bas, n'aurait touché que les deux incisives centrales maxillaires comme cela se diagnostique de nos jours chez les clarinettes et les saxophonistes⁷ La marque n'a donc rien à voir avec une quelconque activité de musicienne.

Un travail de vannerie et de cordes ?

Les fouilles archéologiques mettent au jour des vestiges dentaires qui livrent des détails précis sur la vie quotidienne. Sur le site d'Abu Hureyra (au nord de la Syrie actuelle), de profondes rainures ont été décrites sur les faces occlusales de dents antérieures de l'époque néolithique. Elles seraient dues aux marques laissées par les cannes utilisées dans la fabrication des paniers. Ainsi, les dents dirigent les cannes de travail qui sont introduites et tenues en bouche transversalement pendant que les mains maintiennent les premières tiges du panier.

Un autre groupe de mâchoires est décrit comme porteur d'une usure inégale. Usées jusqu'à la racine, les facettes d'abrasion sont externes pour les dents antérieures inférieures et internes pour les dents antérieures supérieures. Ce type de marques révèle une activité de fabrication de cordes à partir de tiges de plantes⁸.

De nos jours, dans le désert du Ténéré (Niger), les nervures de palmiers-doum sont utilisées pour la confection des cordes et des vanneries. Il en est de même en Haute-Égypte pour certains hommes du village de Mari Girgis qui se sont spécialisés

⁷ De plus, il aurait été possible de décrire une induration de la face interne des lèvres, mais pour cela il aurait fallu placer un miroir en bouche, ce qui n'a pu être réalisé. P. BOMBARDIER, « Les problèmes bucco-dentaires des instrumentistes à vent. Impératifs à respecter lors des traitements », *Thèse chir. dent.* Nancy, 1982, p. 61-65 ; M.M. PORTER, « Problèmes bucco-dentaires chez les joueurs d'instruments à vents », *CdF* 24, Paris, 1968, p. 29-32 ; M.M. PORTER, « Problèmes bucco-dentaires chez les joueurs d'instruments à vents », *CdF* 26, 1968, p. 39-45 ; E. BOYADJIAN, *Pratique instrumentale à vent et odontologie*, *Thèse chir. dent.* Paris, 2003, p. 94.

⁸ T. MOLLESON, « Des ossements révélateurs », *Pour la Science* 204, Paris, 1994, p. 57-60, fig. 3.

dans l'artisanat de la vannerie. L'homme place alors transversalement dans sa bouche, entre ses dents, une foliole qu'il est sur le point d'intégrer dans la tresse⁹.

Ces marques d'usage professionnel qui creusent en profondeur les faces occlusales des dents ont toutes des contours nets. Il n'existe pas de large surface d'abrasion. De direction mésio-distale, elles n'incisent, plus ou moins profondément, que deux dents contiguës, surtout les incisives latérales et les canines.

Les marques dentaires laissées par le travail de vannerie et de corde sont ainsi différentes de celles observées ici qui ne sont donc pas liées à ce type d'activités.

Une activité de travail du cuir ?

La momie, retrouvée sur la pyramide de Pépy I^{er} à Saqqara, porte une véritable marque révélatrice de sa profession laissée sur les dents antérieures maxillaires. De plus, les pertes de substance aux points de contact signent un rapport constant avec le bord incisif des incisives inférieures.

Le mouvement, qui a pu être reconstitué, est destiné à mâcher, donc à assouplir des lanières de cuir qui, à un moment précis du geste de cordonnier, sont alors introduites dans les espaces inter-dentaires du groupe incisif supérieur¹⁰.

Les usures identifiées sont bien différentes de celles relevées sur la momie de Grenoble.

Une habitude nocturne pathologique ?

Survenant au cours de la nuit, des mouvements mandibulaires inconscients : dents serrées, aussi appelés bruxomanie, entraînent un trouble occlusal important.

Selon le mouvement effectué, les abrasions aux limites nettes, de direction mésio-distale, sont plus ou moins profondes dans les cingulum incisifs supérieurs. En revanche, elles laissent toujours des facettes d'abrasion, de direction inverse, sur les incisives inférieures ce qui n'est pas le cas de la défunte¹¹.

Une abrasion pathologique ?

Chez une patiente anorexique boulimique, le phénomène érosif peut provoquer ainsi une perte des trois-quarts de la couronne des incisives supérieures. Ici, l'abrasion des autres dents supérieures est également très importante avec une surface lisse et rayée¹².

L'abrasion reconnue n'est donc pas liée à un désordre comportemental.

L'interposition d'une racine ?

En Afrique noire, les ethnies kôngo/vili et kôngo/yombé sculptent des statuettes de devins en bois. Représentés assis ou debout, ces derniers mâchent éternellement la racine d'une plante, geste caractéristique de leur activité professionnelle (fig. 5).

Tenue indifféremment, dans leur main gauche ou droite, son axe d'insertion entre les dents est celui décrit sur le groupe incisif de la défunte de Grenoble¹³.

De même, certains sceptres en ivoire possèdent à leurs extrémités la représentation d'un chef qui mâche la même racine, tenue fermement dans sa main.

⁹ N. HENEIN, *Mari Girgis, village de Haute-Égypte*, BdE 94, Le Caire, p. 42.

¹⁰ Fr. JANOT, « Une occupante inattendue de la pyramide du roi Pépy Ier », *BIFAO* 100, Le Caire, 2000, p. 347-369 ; Fr. JANOT, « Odontologie et archéologie égyptienne : une femme cordonnière retrouvée sur la pyramide du roi Pépy Ier à Saqqara », *Bull. Acad. Natle Chir. Dent.* 46, Paris, 2003, p. 35-42. *Une activité de « voyance » au VI^e siècle après J.-C. en Égypte*

¹¹ E. PIETTE, M. GOLDBERG, *La dent normale et pathologique*, Paris, 2001, p. 259.

¹² S. BENMEHDI, « Erosions dentaires : une pathologie en progression », *Clinic* 29, 2008, p. 578-580.

¹³ Le chef représenté sur la très belle pièce en ivoire des collections du Virginia Museum of Fine Arts tient fermement la racine de sa main gauche, The Adolph D. and Wilkins C. William Fund (1985.591), C. PETRIDIS, *Art et pouvoir dans la savane d'Afrique centrale*, The Cleveland Museum of Art, 2008, p. 24, fig. 11 ; R.F. THOMPSON, *La gestuelle Congo*, Catalogue de l'exposition : le geste congo, musée Dapper, Paris, 2002, p. 68-69 ; Catalogue de la vente Sotheby's, New York, 18 novembre 2000, p. 100-101 n° 154 ; Catalogue de vente Artcurial, Paris, 11 décembre 2002, p. 70 n° 124 ; Chez les vili, le chef est souvent monté sur un cheval, M.-L. FELIX, C. MEUR, N. BATATULUKISI, *Arts et Kongos I. Les peuples kongophones et leur sculpture*, Bruxelles, 1995, p. 95-96, p. 105-110 et p. 125.

Thème magique important, la racine est toujours fermement insérée entre les deux groupes dentaires antérieurs par le mouvement de pince mandibulaire.

Il semble hautement probable que nous puissions mettre en parallèle la marque révélatrice identifiée sur l'organe dentaire de la défunte du musée de Grenoble avec le mode d'insertion transversale d'une racine. De nombreux signes convergent vers cette conclusion.

D'évidence, les rainures et les usures polymorphes identifiées sur le groupe incisif supérieur sont provoquées par un mouvement fonctionnel mandibulaire d'avant en arrière qui fait pendant au mouvement manuel oscillatoire de la main gauche qui travaille également à un mouvement de tirage de dedans en dehors pour obtenir une dilacération des fibres de la racine. La face vestibulaire de la 23 fait alors office de calage, tandis que la couronne de la 22 sert de guide de positionnement.

De plus, l'usure maximale du groupe incisif droit (11,12) est consécutive à l'activité musculaire massétérine due aux multiples forces exercées lors de la dilacération des fibres.

Cette activité des faisceaux musculaires a modelé la face externe de la branche montante droite de la mandibule et entraîné une contrainte maximale sur les crêtes osseuses des insertions tendineuses du muscle masséter au niveau de son angle (fig.6). L'exostose observée en est la conséquence directe. Elle est la réponse osseuse à cette contrainte répétée tout au long de l'activité professionnelle de la défunte de Grenoble.

Naturellement, l'ensemble du mouvement réalisé induit une salivation abondante.

Une racine aux vertus de clairvoyance ?

Chez les ethnies du Congo, la racine sculptée est appelée *munkwisa*. Les africains utilisent ses propriétés hallucinogènes pour exacerber les pouvoirs de vision et de clairvoyance de leur propriétaire. Ainsi, l'initié, devenu visionnaire, est à même de communiquer avec l'esprit des ancêtres¹⁴.

De même sur les sceptres, le pouvoir politique du chef s'exerce pleinement grâce aux mouvements de dilacération des fibres de la racine. En effet, ce dernier asperge les courtisans réunis de ce jus sacré, mêlé de salive, leur assurant ainsi une aura protectrice autour d'eux¹⁵.

Cet arbuste, identifié comme *Tabernanthe iboga*, possède, dans son écorce jaunâtre, un alcaloïde : *l'ibogaïne* dont les propriétés toxicologiques sont bien connues. Ce stimulant du système nerveux central, à faible dose, peut entraîner des hallucinations, des tremblements et, à forte dose, des convulsions¹⁶.

À quelle époque ?

Jusqu'à maintenant, la datation de la momie et de sa tombe était assurée du II^e-III^e siècle après J.-C. par le matériel archéologique associé mis au jour. Pourtant, les prélèvements d'os réalisés à la clavicule et au fémur permettent, grâce à une analyse au carbone 14, de dater maintenant la défunte de Grenoble au VI^e-VII^e après J.-C.¹⁷.

Le dossier de « voyance » dans l'Égypte ancienne

D'évidence, les indices anatomiques mis en lumière invitent à entrer plus avant dans le bien maigre dossier concernant les membres du personnel religieux occupés plus spécialement aux questions oraculaires, orales et écrites, à partir du Nouvel Empire.

¹⁴ Je remercie chaleureusement l'anthropologue de terrain Alberto Salza, membre du comité scientifique del Centro Studi Africani del Piemonte (Italie), pour ces nombreuses explications.

¹⁵ R.F. THOMPSON, *ibid.*, 2002, p. 97-100 ; Fr. NEYTS, *Arts traditionnels et histoire du Zaïre*, Bruxelles, 1981, p. 90 et p. 93 fig. V.11 ; Catalogue de vente Christie's Amsterdam, 2 juillet 2002, p. 68 n° 237 ; M. LEIRIS, J. DELANGE, *Afrique noire. La création plastique*, Paris, 1967, p. 155 fig. 169 ; sur les sceptres de pouvoir, R. LEHUARD, *Art bakongo. Insignes de pouvoir, le sceptre*, Arnouville, 1998.

¹⁶ A. VIALA, A. BOTTA, *Toxicologie*, Paris, 2005, p. 833 ; les Azande du Sud-Soudan pratiquent l'oracle du poison-bengue qui est administré aux poulets, S. REBOREDA-MORILLO, « La volonté divine : Delphes et son influence sur le destin humain », dans M. FARTZOFF, E. GENY et E. SMADJA (éd.), *Signes et destins d'élection dans l'Antiquité*, Actes du Colloque international de Besançon 16-17 novembre 2000, Presse universitaire de France-Comté, 2006, p. 226.

¹⁷ Selon le rapport Lyon-4817 du Centre de datation par le radiocarbone, UMR 5138 CNRS – Université Claude Bernard Lyon 1.

En effet, les procédés de consultations oraculaires sont bien connus lors des processions de la barque d'Amon¹⁸. En outre, les questions individuelles posées au dieu sont bien attestées à Deir el-Médineh dès la XIX^e-XX^e dynastie¹⁹. Aux questions uniques des plaignants²⁰, les réponses d'Aménophis I^{er} sont soit orales, soit écrites²¹.

Quant à la technique des « billets couplés », elle est utilisée dès le début du I^{er} millénaire avant J.-C.²². Les fouilles retrouvent de nombreux papyrus, écrits en hiératique²³, en démotique, en grec et même en copte qui attestent une vogue croissante de cette pratique durant les trois premiers siècles²⁴ et une longévité jusqu'au VII^e-VIII^e siècle après J.-C.²⁵. Bien évidemment, ces techniques se sont naturellement modifiées au cours des siècles. Ainsi, au V^e siècle, la pratique consiste désormais dans le tirage au sort d'un chapitre des écritures saintes, puis dans son interprétation selon la question posée²⁶.

La nécropole au nord d'Antinoé, de laquelle a été extraite la « prophétesse »²⁷, a livré tout un ensemble de billets oraculaires rédigés en langue copte ou grecque, datés du VI^e siècle²⁸.

Ces fouilles ont également mis au jour des ex-voto qui représentent différentes parties du corps humain. Les demandes s'adressent ainsi au « Dieu de Saint Kollouthos », médecin-martyr protecteur de la ville. Elles attestent l'existence d'un lieu qui conserve son corps. Devenu dès lors centre de culte, il est pourvu d'un monastère et d'un oratoire²⁹.

Enfin, au XI^e siècle, le principe de cette double demande perdue à Constantinople, quand le Basileus Alexis I^{er} dépose sur l'autel deux versions d'un même texte pour connaître la décision de Dieu³⁰.

La fouille des temples met en évidence ce genre de pratiques. Ainsi, à la Basse Époque, une activité oraculaire semble attestée à Coptos par l'installation d'une chapelle de consultation aménagée dans l'angle du temple d'Isis et Geb³¹. Il en est de même pour la chapelle adossée des temples de Chenhour³² et de Dendour. Les fouilles archéologiques mettent au jour des « anomalies » architecturales qui sont de véritables conduits acoustiques installés à la seule fin d'énoncer la parole divine³³.

¹⁸ G. LEGRAIN, « Le logement et transport des barques sacrées et des statues des dieux dans quelques temples égyptiens », *BIFAO* 13, 1917, p. 10.

¹⁹ J. CERNY, « Questions adressées aux oracles », *BIFAO* 35, Le Caire, 1935, p. 56 ; J. CERNY, « Nouvelle série de questions adressées aux oracles », *BIFAO* 41, Le Caire, 1942, p. 22 ; J. CERNY, « Troisième série de questions adressées aux oracles », *BIFAO* 72, 1972, p. 49 ; B. ANAGNOSTOU-CANAS, « 'Justice' oraculaire dans l'Égypte hellénistique et romaine », *Rev. hist. droit* 76/1, 1998, p. 2-3 ; selon les époques, il existe une multitude de dieux aux pouvoirs oraculaires, M. CHOSSON, « La consultation des oracles en Égypte du Nouvel Empire à l'époque chrétienne », *Maîtrise d'histoire*, Université de Marne la Vallée, 2003, p. 84-85 ; B. MENU, « Les ouchebtis de Neskhnos, entre droit et croyances », *ENIM* 4, 2011, p. 39-49.

²⁰ Nous exprimons toute notre gratitude à Bernadette Menu pour sa relecture précise et ses suggestions minutieuses ; selon B. Menu qui a démontré que « l'adresse à Amenhotep I^{er} était une variante de l'introduction de la plainte », le terme de « plaignant » est plus approprié que celui de « fidèle », B. MENU, *Maât. L'ordre juste du monde*, Paris, 2005, p. 101-104.

²¹ D. VALBELLE, G. HUSSON, « Les questions oraculaires d'Égypte : histoire de la recherche, nouveautés et perspectives », dans W. CLARISSE, A. SCHOORS, H. WILLEMS (eds.), *Egyptian Religion. The last Thousand Years, Studies dedicated to the Memory of Jan Quaegebeur*, OLA 85/2, Leuven, 1998, p. 1057-1061.

²² *Ibid.*, p. 1063 ; les fouilles archéologiques ont livré plusieurs paires de questions encore unies, C. GALLAZZI, « Umm el-Breigât (Tebtynis) : campagne de fouilles 1997 », *ASAE* LXXXV, 2000-2001, p. 31-44.

²³ K. RYHOLT, « A pair of Oracle Petitions addressed to Horus-of-the-Camp », *JEA* 19, 1993, p. 42-44 ; Cl. TRAUNECKER, « L'appel au divin : la crainte des dieux et les serments de temple », dans J.-G. HEINTZ (éd.), *Oracles et prophéties dans l'Antiquité*, Actes du Colloque de Strasbourg 15-17 juin 1995, Université des Sciences Humaines de Strasbourg, Paris, 1997, p. 42-44.

²⁴ N. LEWIS, *La mémoire des sables*, Paris, 1988, p. 100-101.

²⁵ D. VALBELLE, G. HUSSON, *op. cit.*, p. 1063-1065 ; B. ANAGNOSTOU-CANAS, *op. cit.*, p. 5.

²⁶ A. PAPAConstantinou, « Oracles chrétiens dans l'Égypte byzantine : le témoignage des papyrus », *ZPE* 104, 1994, p. 281.

²⁷ Lors de la douzième campagne de fouilles en 1907, F. CALAMANT, *La révélation d'Antinoé par Albert Gayet. Histoire, archéologie, muséographie*, BEC 18, Le Caire, 2005, p. 142.

²⁸ L. PAPINI, « Biglietti oracolari in copto dalla necropoli Nord di Antinoe », dans T. ORLANDI, F. WISSE (éds.), *Acts of the Second International Congress of Coptic Study*, Rome 22-26 September 1980, Rome, 1985, p. 245 ; A. PAPAConstantinou, *op. cit.*, p. 282-283.

²⁹ L. PAPINI, *op. cit.*, p. 251, 32 ; p. 252 et p. 254, 33 avec des attestations d'écrivains arabes des XI^e et XIII^e siècles.

³⁰ D. VALBELLE, G. HUSSON, *op. cit.*, p. 1070.

³¹ Cl. TRAUNECKER, *Coptos. Hommes et dieux sur le parvis de Geb*, OLA 43, Leuven, 1992, p. 379-380.

³² J. QUAEGBEUR, « L'appel au divin : le bonheur des hommes mis dans la main des dieux », dans J.-G. HEINTZ (éd.), *Oracles et prophéties dans l'Antiquité*, Actes du Colloque de Strasbourg 15-17 juin 1995, Université des Sciences Humaines de Strasbourg, Paris, 1997, p. 21-23 ; M. CHOSSON, *op. cit.*, p. 147-148.

³³ Voir le réduit communiquant avec la chapelle à Coptos, Cl. TRAUNECKER, *OLA* 43, 1992, p. 380 ; le mur est du sanctuaire Est du temple d'Isis à Philae, *ibid.*, p. 380 ; les espaces discrets dans les doubles plafonds des sanctuaires à Siwa, Cl. TRAUNECKER, 1997, p. 38 ; la canalisation en bronze reliée au socle de bronze creux destiné à supporter une statue de taureau, G. BRUNTON, « The Oracle of Kôm el-Wist », *ASAE* 47, 1947, p. 293-295.

Dans le temple de Douch, les « billets couplés » semblent déposés par un trou creusé directement dans le mur du fond du naos, espace interdit au profane. Ils y demeurent la nuit et le lendemain, la version décidée par le dieu est remise au fidèle³⁴. Le tirage au sort serait alors la technique utilisée par les membres du clergé³⁵.

Enfin, la pratique de la statue « parlante » est démontrée, au II^e-III^e siècle après J.-C., par le buste à l'effigie du dieu Rê-Harmakhis. Une cavité invisible a été pratiquée au niveau de la nuque de la statue. Ainsi, le prêtre pouvait parfaitement donner l'impression du dieu qui parle³⁶. Il est malheureusement impossible d'avoir des preuves écrites de l'existence de ces procédés d'action orale.

Manifestement, toutes les étapes des procédés oraculaires sont entièrement entre les mains des membres du clergé (prêtres ou prêtresses). En effet, seul(e) un(e) officiant(e) est habilité(e) à transmettre la question du fidèle au dieu interrogé puis à interpréter sa réponse.

Dans tous ces procédés écrits, la demande au dieu consulté doit donc être lue par un(e) « faux(sse) » prophète(sse) si l'on veut pouvoir y répondre³⁷. Outre que les questions sont rédigées de leurs mains³⁸ les prêtres s'appliquent à défaire le fil ou le sceau qui enserre le billet étroitement plié. Après y avoir inscrit la réponse, ils devaient le refermer à l'identique.

Ce sont des prêtres³⁹ qui interviennent, tel Nesmin d'Abydos qui porte le titre évocateur « d'Appelé qui écoute (cela) »⁴⁰ à la fin de l'époque pharaonique. De même à Karnak, à l'époque ramesside, il y avait un clergé d'« Amon dont l'oreille écoute »⁴¹. D'évidence, le prêtre devient la main ou la voix du dieu interrogé.

Actuellement, aucun document ne permet de savoir quelle règle théologique ou politique⁴² peut régir la décision de l'officiant au moment du choix du billet ou lors de l'énoncé de l'oracle, la voix déformée. Bien évidemment, les différentes techniques restent le secret des prêtres qui agissent dans l'ombre du naos, résolument cachés à la vue des profanes.

Certains égyptologues attribuent cependant une parfaite sincérité aux prêtres en les décrivant « comme enivrés par la présence du dieu »⁴³, « habité par le dieu », médium innocent diffusant l'oracle dans un état second, ou bien encore « un sage habité par la science divine »⁴⁴.

Dès lors, dans l'Égypte ancienne, le recours à l'oracle obéit à des croyances impalpables, qui permettent d'entrer en contact avec les forces du monde surnaturel, que notre civilisation moderne ne peut plus comprendre. C'est pourquoi seuls les enjeux de pouvoir et de cupidité, dans un oracle totalement manipulé⁴⁵, trouvent une explication plausible à nos yeux.

Pourtant, le monde africain ne semble posséder aucune explication rationnelle sur les mécanismes des oracles tout simplement parce que, pour eux, ces derniers sont « la seule voie susceptible de révéler le jeu des forces mystérieuses qui déterminent l'avenir de l'individu »⁴⁶, angoisse propre à chacun d'entre nous à toutes les époques⁴⁷.

On comprend ainsi toute la difficulté d'obtenir quelques renseignements utiles à ce dossier. D'autant que ce sont des indices médico-légaux qui invitent à attribuer au corps de la défunte de Grenoble une activité de « voyance ».

³⁴ G. BRUNTON, *op.cit.*, p. 161-162, pl. XXXVI.

³⁵ M. CHOSSON, *ibid.*, p. 157-164.

³⁶ E 66143, musée du Caire, il existe une deuxième statue dite d'Arsinoé II (Berlin Inv. 7996) qui possède une installation identique, L. KAKOSY, « Orakel », *LÄ* IV, 1982, cols. 600 n° 8.

³⁷ D. VALBELLE, G. HUSSON, *ibid.*, p. 1068.

³⁸ W. CLARYSSE, « Egyptian Scribes writing Greek », *CdE* 68, 1983, p. 186-201 ; à l'époque ramesside, la question oraculaire était écrite par le scribe du parvis, S. SAUNERON, « La justice à la porte des temples (à propos du nom égyptien des propylées) », *BIFAO* 54, 1954, p. 123.

³⁹ S.-A. NAGUIB, *Le clergé féminin d'Amon thébain*, *OLA* 38, Leuven, 1990, p. 106.

⁴⁰ H. DE MEULENAERE, « Une famille de prêtres thinites », *CdE* 29, 1994, p. 26.

⁴¹ G. WAGNER, J. QUAEGBEUR, « Une dédicace grecque au dieu égyptien Mestasytmis de la part de son synode (Fayoum-Epoque romaine) », *BIFAO* 73, 1973, p. 58 ; Sous Ptolémée VI et VIII, Horde Sébennytos est prêtre et rêveur oraculaire, B. ROCHETTE, « Traducteurs et traductions dans l'Égypte gréco-romaine », *CdE* 69, 1994, p. 313-322.

⁴² L'oracle royal divin de l'oasis de Siwa est un oracle parlant, Cl. TRAUNECKER, *ibid.*, 1992, p. 380.

⁴³ *Ibid.*, p. 383-384.

⁴⁴ Cl. TRAUNECKER, *op. cit.*, 1997, p. 39-40.

⁴⁵ S. ALLAM, « Observations sur les oracles », *Hommages à J. Leclant*, *BdE* 106/4, Le Caire, 1994, p. 3-4.

⁴⁶ S. REBORDA-MORILLO, *ibid.*, p. 225.

⁴⁷ Les films projetés par Raymond Verdier sur certaines pratiques d'ordalie sont exemplaires. La momie d'oiseau est en très mauvais état de conservation,

La présence dans la tombe d'un oiseau augural et d'une figure d'Isis- Déméter viennent conforter notre proposition⁴⁸. Enfin, les analyses toxicologiques d'une mèche de cheveux prélevés apporteront, peut-être, un nouvel indice scientifique sur la consommation ou non d'un produit « stimulant » ?

Bien évidemment, afin de confirmer cette hypothèse, il serait également intéressant d'identifier la variété de la plante à la racine incriminée en Égypte.

Toutefois compte-tenu des indices odonto-légaux, des images médicales et de l'analyse archéologique, nous pouvons inférer que la défunte de Grenoble a l'usage quotidien d'une racine aux propriétés psycho-actives propres aux activités de voyance.

Depuis le 30 avril 2010, la défunte d'Antinoé est maintenant présentée au public dans une des salles dédiées aux antiquités égyptiennes du musée des Beaux-Arts de Grenoble.

⁴⁸ G. KUENY, J. YOYOTTE, *Grenoble, musée des Beaux-Arts. Collection égyptienne, Inventaire des collections publiques françaises* 23, Paris, 1979, p. 192, n° 300 ; la figure d'Isis-Déméter n'est pas représentée dans ce catalogue, voir la monographie en cours de publication dans la collection des *Studien zur Musikarchäologie*, Deutsches Archäologisches Institut, Berlin, (sous presse). *Une activité de « voyance » au VI^e siècle après J.-C. en Égypte*



Fig. 1 La défunte en place dans le scanner © Fr. Janot.



Fig. 2 L'exostose au niveau de l'angle mandibulaire droit, reconstruction 3D © Equipe MOSEL/LORIA.



Fig. 3 La tête de la momie © Fr. Janot.



Fig. 4 La marque révélatrice portée par l'organe dentaire © musée des Beaux-Arts de Grenoble.



Fig. 5 Statuette de devin en bois de l'ethnie kôngo/yombé, hauteur 15 cm, collection particulière © Fr. Janot.

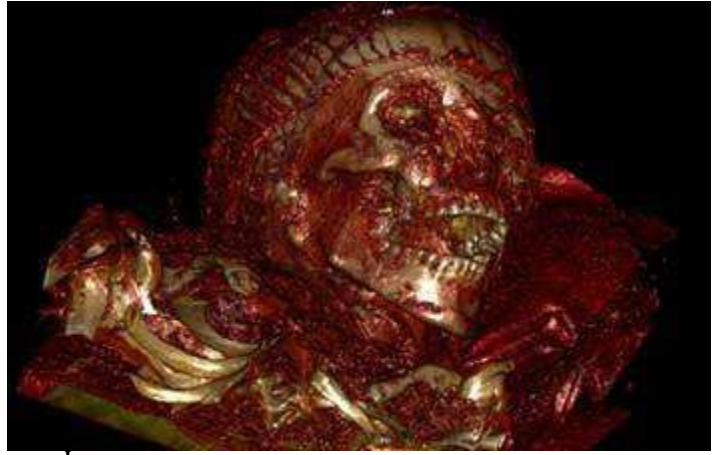


Fig. 6 LES insertions tendineuses du muscle masséter au niveau de l'angle mandibulaire © Equipe MOSEL/LORIA.