



## **Core Syllabus de l'Institut des Actuaires**

**Adopté le 09/01/2020 par la Commission Scientifique**

Mise à jour de la précédente version validée par la Commission Scientifique le 21/3/2013 avec sa présentation du 21/3/ 2017

## INTRODUCTION

Le Core Syllabus de l'Institut des actuaires, adopté par la Commission Scientifique le xxx, définit le minimum de compétences que doit maîtriser un candidat pour être admis comme actuaire qualifié, membre de l'Institut des actuaires. Ce Core Syllabus respecte les prescriptions de l'Association Actuarielle Internationale ainsi que de l'Association Actuarielle Européenne en la matière en vigueur à la date d'adoption.

Le candidat est tout d'abord généralement admis comme actuaire associé. Il doit à ce niveau maîtriser les compétences définies aux chapitres 1 à 9 (sujets techniques), et 10 à 12 (sujets de professionnalisation) avec des pré-requis en mathématiques notamment définis au chapitre 14. Ces compétences sont notamment enseignées dans les filières de formation reconnues par l'Institut des actuaires, sous le contrôle de la Commission Scientifique, et appliquées dans une thèse professionnelle soutenue devant un jury mixte composé de membres de la filière de formation et de membres du Jury de l'Institut des actuaires.

Pour pouvoir être reconnu comme actuaire qualifié par la Commission de Qualification, le candidat doit de plus maîtriser les compétences définies au chapitre 13 (approfondissement technique et pratique 2) et présenter un dossier de qualification examiné par la Commission de Qualification.

## SUJETS THEORIQUES

**Préambule** : les sujets abordés dans cette première partie du Core Syllabus constituent le socle des connaissances théoriques nécessaires à la mise en œuvre des pratiques de l'activité actuarielle. La constitution des différents blocs répond à un souci de lisibilité à travers des regroupements thématiques. On insistera sur les nombreuses interactions entre ces différents sujets. Les différents thèmes abordés ne doivent pas être considérés comme indépendants ni traités comme tels. Une séparation des Sujets Techniques et des Sujets d'Application a été volontairement faite ici pour une meilleure lisibilité du Core Syllabus, mais il est important de souligner que l'actuaire étant un praticien, ils sont intrinsèquement liés, et les sujets techniques présentés ci-après se doivent d'être appliqués et illustrés d'exemples actuariels judicieusement choisis.

## **1. PROBABILITES – STATISTIQUE**

**But :** *acquérir les fondements théoriques des principaux outils de probabilités et statistiques contemporains, en vue de fournir à l'actuaire la capacité de modéliser et analyser les risques, et d'adapter sa pratique aux évolutions scientifiques.*

### **1.1. THEORIE DES PROBABILITES ET VARIABLES ALEATOIRES**

- a. Dénombrement
- b. Espace de probabilité, variables et vecteurs aléatoires, indépendance de variables aléatoires, formules de Bayes
- c. Notions d'espérance, variance, quantiles
- d. Lois de probabilités (discrètes et continues) usuelles
- e. Fonction de répartition, densité, fonction caractéristique, fonction génératrice des moments
- f. Espérance conditionnelle et lois conditionnelles
- g. Convergence, loi des grands nombres, théorème central limite, théorème de Fisher-Tippett Gnedenko
- h. Théorème de Radon-Nikodym et changement de probabilité

### **1.2. STATISTIQUE INFERENTIELLE**

- a. Notion de modèle statistique (paramétrique, non paramétrique, semi-paramétrique)
- b. Estimation : estimateurs bayésiens, minimax
- c. Estimation par la méthode des moments et maximum de vraisemblance, information de Fisher et notion d'efficacité asymptotique
- d. Intervalles de confiance
- e. Statistique des valeurs extrêmes
- f. Notions de sélection de modèles : critères d'information, critères d'Akaike, apprentissage...
- g. Notion de taux de risque instantané, taux de risque cumulé
- h. Risques compétitifs, risques proportionnels
- i. Lois usuelles en analyse des durées de vie
- j. Diagrammes de Lexis
- k. Phénomènes de censure et troncature, estimateur de Kaplan-Meier, estimateur de Nelson-Aalen

### **1.3. TESTS STATISTIQUES**

- a. Formulation hypothèse nulle / hypothèse alternative
- b. Notion de puissance et de niveau, de p-value
- c. Tests paramétriques
- d. Tests d'adéquation non paramétriques
- e. Tests de comparaison
- f. Mise en pratique sur données d'assurance et finance

### **1.4. REGRESSION**

- a. Multicolinéarité et choix des variables
- b. Modèles linéaires généralisés

## **1.5. STATISTIQUE BAYESIENNE ET THEORIE DE LA CREDIBILITE**

- a. Principes de la statistique bayésienne (distribution a priori, distribution a posteriori, estimateur bayésien)
- b. Crédibilité bayésienne

## **1.6. PROCESSUS STOCHASTIQUES ET SERIES TEMPORELLES**

- a. Martingales (temps d'arrêt, théorème d'arrêt de Doob, convergence des martingales, variation quadra-tique)
- b. Mouvement Brownien
- c. Intégrale stochastique
- d. Calcul d'Itô
- e. Equations différentielles stochastique
- f. Théorème de Girsanov
- g. Processus poissonniens et files d'attente
- h. Séries temporelles
  - Modélisation, estimation, prédiction
  - Notions de stationnarité, dépendance stochastique
  - Outils : densité spectrale, autocorrélation, autocorrélation partielle, algorithmes d'estimation et de prédiction
- i. Etude de modèles classiques (moyennes mobiles, processus autorégressifs, ARMA, (S)ARIMA, et les mo-dèles conditionnellement hétéroscédastiques de type GARCH, modèles à correction d'erreur, cointé-gration, filtrage...)
- j. Méthodes usuelles d'estimation de ces méthodes : moindres carrés généralisés, maximum de vraisem-blance, méthode des moments...
- k. Méthodes non linéaires

## **1.7. SIMULATION**

- a. 1) Générateurs aléatoires uniformes
- b. Simulation de lois de probabilités
- c. Approche bayésienne (algorithme de Metropolis)
- d. Calcul d'espérance et convergence
- e. Simulation de variables aléatoires et de processus (discrétisation d'Euler, de Milshtein, pont Brownien...)
- f. Réduction de variance (variables antithétiques, variables de contrôle, échantillonnage préférentiel...)
- g. Accélération de la convergence (quasi-Monte Carlo, discrédance faible, inégalité de Koksma-Lawka)

## **2. ECONOMIE**

**But :** *donner à l'actuaire une vision précise des enjeux, outils et techniques économiques ainsi que de leur impact sur l'activité d'assurance.*

### **2.1. MACROECONOMIE**

- a. Economie monétaire
- b. Etude économique des actifs financiers et du système financier en général
- c. Notion d'équilibre général économique
- d. Etude des phénomènes économiques à grande échelle
- e. Variables et indicateurs économiques (PIB, niveau de prix, taux de croissance économique, taux de chômage...)

### **2.2. MICROECONOMIE**

- a. Théorie du consommateur
  - Analyse des préférences
  - Utilité marginale
  - Convexité des préférences
  - Maximisation d'utilité et fonctions de demande mashallienne
  - Minimisation de la dépense et fonctions de demande hicksienne
  - Variation compensatrice et variation équivalente du revenu
- b. Comportement du producteur en situation de concurrence parfaite
- c. Répartition optimale des ressources
- d. Théorie de l'équilibre en concurrence parfaite
- e. Théorèmes fondamentaux de l'Economie du Bien-Être
- f. Théorie du monopole
- g. Théorie de la décision en environnement incertain

### **2.3. MODELES STOCHASTIQUES POUR LA FINANCE**

- a. Outils de processus stochastiques pour la finance (cf 1.6)
- b. Théorie du pricing – modèles d'évaluations d'options (Arbitrage, Black-Scholes,...)
- c. Modèles de taux d'intérêt
- d. Générateurs de scénario économiques

### **2.4. ECONOMIE DU RISQUE**

- a. Risque et décision
- b. Théorie de l'utilité espérée : modèle, qualités et limites.
- c. Perception du risque, aversion absolue, relative et partielle au risque
- d. Indices d'aversion au risque
- e. Prudence, tempérance
- f. Risques multiples et vulnérabilité au risque
- g. Asymétrie d'information, sélection adverse, hasard moral
- h. Mesures de risque
- i. Applications diverses : épargne, allocation optimale des ressources, choix de portefeuille
- j. Prévention/assurance : réduction de risque
- k. Généralisation du modèle de la théorie de l'utilité espérée : modèle de l'utilité espérée contingente et multivariée, théorie duale de Yaari, modèles non linéaires en probabilités
- l. Ambiguity aversion, prospect theory, loss aversion
- m. Applications : épargne et pessimisme, assurance et risques non pécuniaires...

### **3. COMPTABILITE, FISCALITE**

**But :** *fournir à l'actuaire la maîtrise des normes et techniques comptables, et des spécificités liées à l'inversion du cycle de production dans le cadre des entreprises d'assurance.*

#### **3.1. REPORTING FINANCIER ET TAXATION**

##### **A. Comptabilité générale**

- a. Comptabilité analytique (analyse, valorisation et interprétation des éléments constitutifs du résultat d'un exercice afin de permettre l'exploitation)
- b. Construction de comptes annuels
- c. Analyse financière
- d. Comptes consolidés/combinés
- e. Comptabilité des entreprises d'assurance
- f. Information financière / normes IFRS
- g. Reporting comptable et financier

##### **B. Analyses fiscales**

- a. Principes de la fiscalité
- b. Fiscalité des sociétés
- c. Fiscalité des individus
- d. Normes fiscales
- e. Impact de la fiscalité sur les produits de finance et d'assurance

#### **3.2. INSTRUMENTS FINANCIERS (SECURITIES)**

- a. Nature et variété des instruments financiers
- b. Intérêts (porteur/émetteur)
- c. Utilisation

#### **3.3. MATHEMATIQUES FINANCIERES**

- a. Analyse mathématique des échéanciers de flux
- b. Valeur actuelle, taux de rentabilité interne
- c. Calcul d'intérêts (intérêt simple, intérêts composés, suite d'annuités, rentes)
- d. Amortissement de crédits, emprunts indivis
- e. Calcul obligataire
- f. Duration et immunisation passive
- g. Futures, forwards, swaps
- h. Actifs hybrides

#### **3.4. FINANCE D'ENTREPRISE**

- a. Analyse et gestion financière de l'entreprise
  - Analyse du risque (risque d'exploitation, risque financier, risque de faillite)
  - Analyse de rentabilité (économique, financière, des investissements)
- b. Normes de solvabilité, Solvabilité 2
- c. Aspects réglementaires

## **4. MARCHES FINANCIERS**

**But :** *offrir à l'actuaire une connaissance approfondie du fonctionnement des marchés, de la gestion et de la valorisation des principaux instruments et produits financiers, et des problématiques modernes liées à l'activité actuarielle.*

### **4.1. ROLES ET STRUCTURES DES SYSTEMES FINANCIERS**

- a. Fonctionnement et rôle des marchés financiers
- b. Lien entre finance et ressources réelles

### **4.2. PARTICIPANTS AUX SYSTEMES FINANCIERS**

- a. Introduction aux différents acteurs du marché de la banque et de la finance et à leur fonctionnement (back/middle/front-office,...)
- b. Fonctionnement et rôle des marchés financiers
- c. Marché interbancaire et taux IBOR

### **4.3. PRODUITS FINANCIERS ET « BENEFITS »**

- a. Actifs zéro-coupons et introduction au marché obligataire
- b. Introduction aux produits financiers de base et aux produits dérivés
- c. Mode de détention des actifs (direct, OPCVM, Fonds,...)
- d. Méthodes de contrôle de performances

### **4.4. RISQUES ECONOMIQUES, DEMOGRAPHIQUES/LONGEVITE ET CLIMATIQUES**

- a. Facteurs majeurs affectant la stabilité des systèmes financiers
- b. Rôle de la réglementation prudentielle
- c. Autres risques majeurs (cyber,...)



## **5. GESTION D'ACTIFS**

**But :** *acquisition des compétences opérationnelles et approfondissement des principes et méthodologies acquises dans les sujets techniques pour la gestion de portefeuilles financiers.*

### **5.1. INVESTISSEMENTS ET MARCHES**

- a. Marché interbancaire et taux IBOR
- b. Actifs zéro-coupons et introduction au marché obligataire
- c. Introduction aux produits financiers de base et aux produits dérivés
- d. Mode de détention des actifs (direct, OPCVM, Fonds,...)

### **5.2. ÉVALUATION D'ACTIFS**

- a. Introduction à la notion d'arbitrage, relations d'arbitrage
- b. Formalisation des marchés financiers (complétude, réplication, probabilité risque neutre)
- c. Modèles d'évaluation par arbres (modèle binomial multi-périodique, univers risque neutre, arbre trinomial et autres extensions ...)
- d. Modèles d'évaluation continus
- e. Modèle de Black et Scholes (évaluation par EDP, formule fermée)
- f. Approches martingales et changement de numéraire
- g. Extensions (par ex. modèle avec dividende discret ou continu, modèle de Merton, modèle de Garman et Kohlagen, modèle de Black, modèle à volatilité variable/locale, modèles à volatilité stochastique, modèles à sauts...)
- h. Calibration de modèle, smile/skew de volatilité, surface de volatilité implicite
- i. Les Grecques et leur utilisation
- j. Options américaines, options exotiques et options sur autres marchés (enveloppe de Snell, excursions...)

### **5.3. MANAGEMENT DE PORTEFEUILLE**

- a. Choix de portefeuille – cas mono-périodique
- b. Allocation d'actifs par approche de Markovitz
- c. Allocation d'actifs par approche de l'utilité espérée
- d. Allocation d'actifs par la méthode de la VaR
- e. Modèle de Black-Littermann
- f. MEDAF
- g. Choix de portefeuille en temps continu et MEDAF intertemporel

### **5.4. STRATEGIE D'INVESTISSEMENT ET MESURE DE PERFORMANCE**

- a. Méthodes de contrôle de performances
- b. Mise en place de couvertures financières

## **6. DONNEES ET INFORMATIQUE**

**But :** *être capable de maîtriser la gestion des données et la construction de modèles adaptés à la spécificité des risques rencontrés, à travers leurs phases de développement, documentation, contrôle et pilotage.*

### **6.1. LES DONNEES COMME AIDE A LA DECISION**

- a. Importance des données pour la prise de décision basée sur une démarche scientifique
- b. Source de données et leurs caractéristiques
- c. Évaluer la qualité des données
- d. Stockage des données
- e. Audit et préparation des données

### **6.2. ANALYSE DE DONNEES**

- a. Caractéristiques de dispersion d'un échantillon
- b. Statistique exploratoire
- c. Analyse en composantes principales
- d. Analyse des correspondances multiples
- e. QQ-plot.
- f. Démarche économétrique
- g. Analyse de données (analyse en composantes principales, analyse des correspondances multiples, techniques de classification...)

### **6.3. APPRENTISSAGE STATISTIQUE**

- a. Apprentissage supervisé et non supervisé.
- b. Agrégation
- c. Réduction de dimension (régression LASSO, régression RIDGE)
- d. Algorithmes de classification
- e. Méthodes avancées de machine learning et de statistiques en grande dimension (par exemple Support Vector Machines, Arbres de décision et forêts aléatoires, Bagging et boosting, Réseaux de neurones, Descente de gradient stochastique...)
- f. Deep learning

### **6.4. PROBLEMATIQUES PROFESSIONNELLES ET DE RISK MANAGEMENT**

- a. Éthique des données personnelles et réglementation
- b. Gouvernance des données
  - Risques associés aux données
  - Analyse critique (méthodes, résultats, données, conséquences...)

### **6.5. VISUALISATION DE DONNEES ET REPORTING**

- a. Data visualisation et data storytelling
- b. Reproductibilité des méthodes

### **6.6. METHODES DE SIMULATION ET METHODES NUMERIQUES**

## **6.7. OUTILS INFORMATIQUES GENERALISTES**

- a. Utilisation d'un tableur (par ex. Excel, VBA)
- b. Programmation orientée objet (par ex. C++, Java, Python)
- c. Introduction aux bases de données (par ex. Access)
- d. Introduction aux bases de données en grande dimension
- e. Liens et interactions entre logiciels, interfaces utilisateurs (parsing de fichiers construction de DLL,...)

## **6.8. LOGICIELS ACTUARIAT/STATISTIQUES**

- a. Logiciel standard d'actuariat et statistique : manipulation, langage, macro-langage (par exemple SAS)
- b. Manipulation, programmation avec des logiciels de data science (par exemple R, Python)

## 7. ASSURANCE

**But :** *permettre à l'actuaire de maîtriser les connaissances techniques et pratiques lui permettant d'acquérir l'expertise nécessaire dans l'ensemble des problématiques liées aux risques assurantiels.*

### 7.1. MARCHE DE L'ASSURANCE : FONCTIONNEMENT ET PRINCIPAUX PRODUITS.

- a. Présentation et problématiques des différents marchés : contrats collectifs, retraite, IARD, incapacité/invalidité, assurance santé, réassurance, prévoyance, dépendance...
- b. Forme juridique des entreprises d'assurance
- c. Cycle de l'assurance (contrôle, distributeurs, utilisateurs)
- d. Introduction aux différents acteurs du marché de l'assurance, et aux opérations d'assurance
- e. Assurance concurrentielle/non concurrentielle

### 7.2. PRINCIPES DE LA MODELISATION DES RISQUES

- a. Modules de risques (risque opérationnel...)
- b. Documentation de modèles
- c. Calibrage
- d. Construction de lois d'expérience

### 7.3. ASSURANCE VIE

- a. Notations actuarielles internationales
- b. Méthodes d'estimation de probabilités viagères
- c. Méthodes de tarification
- d. Méthodes de provisionnement
- e. Tables réglementaires
- f. Contrats collectifs (nature des engagements de prestations, analyses de risques de volatilité et de dérives (taux d'actualisation, dérives démographiques...), système de protection sociale, équilibre de ces produits et gestion actif-passif)
- g. Système de retraite (fonctionnement, régimes de retraites obligatoires, suppléments, en répartition, en capitalisation, aspects techniques et environnement réglementaire)
- h. Prévoyance collective

### 7.4. ASSURANCE NON-VIE

- a. Modélisation de la charge sinistre (modèle individuel, modèle collectif, approximations, fonctions génératrices, algorithme de Panjer...)
- b. Tarification a priori : méthodes de classification, mise en œuvre de GLM
- c. Tarification a posteriori : crédibilité (primes de Bayes, de Bühlmann) et systèmes bonus-malus
- d. Provisionnement
  - Méthodes déterministes (Chain Ladder, London Chain,...)
  - Méthodes stochastiques (Modèle de Mack, Modèle Poissonnien, GLM, Bootstrap...)

### **7.5. THEORIE DU RISQUE**

- a. Formules fermées et asymptotiques
- b. Ruine en temps continu, à l'inventaire, économique ou réglementaire
- c. Instant et sévérité de la ruine
- d. Problèmes de réassurance et d'investissements optimaux

### **7.6. MODELES DE SURVIE**

- a. Chaînes de Markov, modèles multi-états
- b. Estimation d'un taux de mortalité : modèles paramétriques, non paramétriques
- c. Régularisation de lois brutes : lissages et ajustements
- d. Modèles prospectifs de mortalité

### **7.7. DEPENDANCE ENTRE LES RISQUES**

- a. Matrices de covariance
- b. Copules
- c. Estimation de copules
- d. Dépendance stochastique (modèles à chocs communs, à environnement markovien, à facteurs...)

## **8. MANAGEMENT DU RISQUE**

**But :** *acquisition des compétences opérationnelles et approfondissement des principes et méthodologies acquises dans les sujets techniques pour l'identification, la quantification et le management des risques.*

### **8.1. ENVIRONNEMENT DU RISQUE**

- a. ERM (Enterprise Risk Management)
- b. ORSA (Own Risk Solvency Assessment)
- c. capital économique et allocation de capital

### **8.2. IDENTIFICATION DES RISQUES**

- a. Analyse financière
- b. Fusions, acquisitions, alliances
- c. Indicateurs de performances
- d. Contrôle et suivi des entités
- e. Valeurs en risque et mesures des risques financiers
- f. Calibrage et backtesting
- g. Dépendance, distributions jointes non gaussiennes
- h. Modèles de risque de crédit
  - Risque de défaut : instruments de couverture et évaluation
  - Instruments de transfert du risque de crédit (dérivés de crédit, CDS, CDO)
  - Modèles structurels
  - Modèles à intensité
- i. Risques extrêmes
- j. Risques de modèle

### **8.3. MESURE DE RISQUE ET MODELISATION**

- a. Mesures de risque (VaR, TailVaR, Wang Transform et autres mesures de risques), propriétés (mesures cohérentes, ...)
- b. Garanties plancher des contrats en unité de compte
- c. Méthodes déterministes
- d. Comptes prévisionnels, embedded value, profit testing
- e. Analyse de solvabilité d'un portefeuille de rentes viagères
- f. Méthodes de simulation pour les modélisations stochastiques
- g. Modèles stochastiques de la finance, contrats UC
- h. Modélisation DFA
- i. Modèles stochastiques d'évaluation des risques

#### **8.4. GESTION ET TRANSFERT DE RISQUE**

- a. Gestion actif-passif
- b. Allocation stratégique d'actifs
- c. Réassurance : techniques de réassurance (proportionnelle, non proportionnelle), modèles et pratique.
- d. Titrisation : Principaux montages de titrisation en assurance, Aspects de risques de modèles

#### **8.5. SUIVI DU RISQUE ET COMMUNICATION**

- a. Communication financière (embedded value, solvabilité II, IFRS)
- b. Gestion des indicateurs de risque

## **9. DROIT**

**But:** *acquérir la connaissance du contexte juridique (national, européen et international) et de son impact sur l'activité des entreprises et des individus, en insistant sur les spécificités liées aux structures de banque et d'assurance ; permettre à l'actuaire de se mettre continûment à jour concernant l'évolution des réglementations.*

### **9.1. NOTIONS GENERALES DE DROIT – LEGISLATION EUROPEENNE**

- a. Droit civil
  - Droit objectif (règle de droit, développement du droit, organisation de la justice, sources du droit objectif)
  - Droit subjectif (classification des droits subjectifs, sources des droits subjectifs, titulaires des droits subjectifs, preuve des droits subjectifs)
  - Les obligations (notions et classification)
- b. Droit des Affaires
  - Fonctionnement, mécanismes, principes
  - Droit des sociétés (constitution d'une société, contrat de société, fonctionnement d'une société, étude de la SARL, SAS...)
  - Droit des Assurances : professionnels, consommateurs d'assurance, types d'assurance
- c. Sources de droit communautaire

### **9.2. DROIT DES ENTREPRISES – DROIT DU TRAVAIL**

- a. Introduction au droit du travail
- b. Droit des entreprises
- c. Engagements sociaux des entreprises

### **9.3. DROIT DES ENTREPRISES D'ASSURANCES ET REGLEMENTATION**

- a. Formes juridiques
- b. Gouvernance
- c. Contrôle interne
- d. Contrôle externe



#### **9.4. DROIT DU CONTRAT D'ASSURANCE**

- a. Généralités sur l'assurance
  - Sources du droit des assurances
  - Spécificités de l'opération d'assurance
- b. Le contrat d'assurance
  - Les partenaires, le caractère du contrat, la vie du contrat
  - Les éléments du contrat d'assurance : risque, prime, sinistre
  - Le contentieux du contrat
- c. Les règles propres aux différentes catégories d'assurance
  - Le cas de l'assurance dommage : détermination de la garantie, bénéficiaires, recours de l'assureur et des tiers-payants contre le tiers responsable du sinistre
  - Le cas de l'assurance-vie : présentation des assurances sur la vie, la conclusion du contrat, le déroulement et le dénouement.

#### **9.5. CONFORMITE**

- a. Protection des intérêts du client
- b. Sécurité financière (connaissance des clients, distributeurs et gel des avoirs...)

### 10. COMMUNICATION

**But :** fournir à l'actuaire la capacité de développer un discours adapté au degré d'expertise technique de ses interlocuteurs, en vue de rendre compte (de façon écrite ou orale) de son activité et des résultats de ses travaux, et de permettre une décision éclairée basée sur ses recommandations.

Les filières de formation insisteront sur l'aspect académique de la communication et devront préparer à la communication en milieu professionnel. Le premier niveau de maîtrise de la communication professionnelle sera jugé en partie lors de l'évaluation écrite et orale de la thèse professionnelle. La pleine maîtrise de ces capacités de communication professionnelle sera évaluée au niveau de la qualification. La formation de l'actuaire inclut un apprentissage des différentes techniques de communication écrite et orale. On insistera sur la nécessité de présenter de façon claire et pédagogique des résultats techniques avancés, en s'adaptant à la variété des publics rencontrés, et en respectant les normes de syntaxe et de présentation les plus efficaces.

L'enseignement de la communication sera centré notamment sur trois capacités essentielles permettant de rendre compte : documenter, synthétiser, transmettre.

L'argumentation et la transmission de l'information devront être supportées par la bonne maîtrise de logiciels de bureautique dédiés et par la bonne articulation entre rapports écrits et présentations orales.

#### 10.1. COMMUNICATION ECRITE

L'appréciation du niveau se fera à travers l'évaluation d'examens écrits, la rédaction de mémoires et de rapports. Seront jugés la bonne présentation des concepts et conclusions techniques, ainsi que la capacité à diffuser des analyses et résultats en s'adaptant au niveau de spécialisation de son public.

#### 10.2. COMMUNICATION ORALE

La bonne maîtrise de la communication orale sera notamment jugée à travers la présentation de projets, mémoires et examens oraux. On appréciera la capacité à utiliser de manière pertinente les diverses techniques oratoires et outils de présentation afin de faire passer efficacement son message.

#### 10.3. LANGUES VIVANTES

L'actuaire doit être capable de participer à des discussions professionnelles et être capable de comprendre la littérature internationale en vue de bénéficier des dernières avancées de la

science actuarielle. La bonne maîtrise du français et de l'anglais constitue un socle minimal, et on appréciera la connaissance d'une ou plusieurs langues supplémentaires.

L'actuaire doit être capable de participer à des discussions aussi bien générales que techniques. Il doit non seulement être capable de comprendre des argumentations développées en anglais, mais également doit pouvoir s'exprimer et délivrer un message professionnel dans cette langue étrangère. Il devra maîtriser les règles de communication orale et écrite en anglais, avec les mêmes exigences que celles dont il doit faire preuve en français.

## **11. STANDARDS PROFESSIONNELS**

*But : développer une connaissance de la signification, de l'importance et des règles du professionnalisme dans le métier d'actuaire. Les filières de formation initiale assureront une sensibilisation aux notions de professionnalisme, qui seront approfondies au cours de la carrière et de la vie au sein de l'Institut des Actuaires. La pleine maîtrise de ces notions sera jugée au niveau de la qualification.*

### **11.1.      ROLE DEL'ACTUAIRE**

### **11.2.      DEONTOLOGIE: INTRODUCTION AU SYSTEME PRUDENTIEL EN VIGUEUR, AINSI QU'ALA NOTION DE RESPONSABILITE PROFESSIONNELLE**

### **11.3.      ORGANISATION ET VIE DU MOUVEMENT ACTUARIEL NATIONAL ET INTERNATIONAL**

### **11.4.      CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET DE SES MARCHES (STAGES, COURS D'INTRODUCTION A L'ENTREPRISE ET AU MARCHE, ...):**

- a.    Connaissance de l'environnement de marché
- b.    Connaissance des structures des compagnies d'assurance et des banques
- c.    Analyse de l'offre, analyse des besoins
- d.    Marketing
- e.    Vie des produits

## **12. PRATIQUE DU PROFESSIONNALISME (RESOLUTIONS DE PROBLEMES ET PRISES DE DECISION)**

### **12.1. SENSIBILISATION A LA RECHERCHE ACTUARIELLE**

L'actuaire devra, au cours de sa formation, avoir été sensibilisé à la recherche en science actuarielle, afin de pouvoir bénéficier dans sa vie professionnelle des dernières avancées en matière de recherche actuarielle. Cette sensibilisation pourra être réalisée notamment à travers la participation à des congrès, conférences ou séminaires, la réalisation de projets appuyés par des articles scientifiques, voire la participation à des travaux de recherche dans un domaine lié à l'actuariat.

### **12.2. APPROFONDISSEMENT TECHNIQUE ET PRATIQUE 1 : THESE PROFESSIONNELLE**

La thèse professionnelle ou mémoire d'actuariat représente le premier degré d'approfondissement de la formation actuarielle française. Elle joue un rôle crucial dans la carrière de l'actuaire, comme première expertise professionnelle. Cette thèse est une composante de premier plan participant au dynamisme de l'Institut des actuaires, en assurant la continuité des avancées de la science actuarielle et de sa diffusion.

L'objet de la thèse professionnelle est de traiter de façon approfondie une problématique liée aux risques assurantiels et financiers. Cette étude devra mettre en évidence la capacité du futur Actuaire Associé à étudier une question ou un produit financier ou d'assurance par des méthodes actuarielles, de prendre en compte l'environnement économique, réglementaire, juridique et fiscal, et d'aider à la décision par une argumentation rigoureuse.

**Thèmes :** le sujet sera traité dans l'un (ou plusieurs) des domaines suivants

- Risques financiers
- ERM
- Assurance non vie
- Actuariat international
- Santé
- Assurance vie
- Retraite, prévoyance, pensions
- Réassurance
- Risques émergents

Le jury d'évaluation de cette thèse professionnelle et de sa soutenance est composé de membres qualifiés académiques et non académiques, selon des règles définies par la Commission Scientifique de l'Institut des Actuaires. Parmi les critères évalués, l'autonomie, la force de proposition et d'innovation du candidat au titre d'Actuaire Associé seront de première importance. La capacité à communiquer et à mettre en valeur les méthodologies et les résultats seront également pris en compte.

L'Institut veille à l'ouverture vers le public de ces contributions à la science actuarielle que constituent les thèses professionnelles, à travers la mise à disposition des documents au sein de la communauté actuarielle, scientifique et professionnelle, nationale et internationale. Il est important de rappeler la responsabilité de l'auteur quant à la portée de la diffusion de ses résultats.

### **12.3.      COMPETENCES EVALUEES AU TRAVERS DE LA THESE PROFESSIONNELLE**

- a.    Maîtrise du sujet et mise en perspective
  - Documentation du sujet
  - Présentation et mise en valeur de la problématique
  - Diffusion des résultats et communication des conclusions
  - Bibliographie analytique
- b.    Application de la démarche actuarielle à la problématique choisie
  - Mise en valeur de l'apport actuariel
  - Choix des méthodes
  - Analyse critique des données
  - Analyse critique des résultats
  - Applicabilité de la méthodologie
  - Perspectives

## **13. APPROFONDISSEMENT TECHNIQUE ET PRATIQUE 2 : PROCESSUS DE QUALIFICATION**

L'Actuaire Associé, membre de l'Institut des Actuaire, est encouragé, après un minimum de 3 années d'expérience professionnelle, à se présenter à la qualification.

Le processus de qualification représente le deuxième degré d'approfondissement de la formation actuarielle française. C'est la dernière étape du processus qui permet à l'actuaire français de devenir membre qualifié de l'Institut et d'accéder ainsi au standard international de la profession. Il doit naturellement se tenir à jour des évolutions de la science actuarielle, et veiller à approfondir ses connaissances et compétences, en s'inscrivant dans le cadre du perfectionnement professionnel continu, auquel est soumis tout actuaire membre de l'Institut des Actuaire.

L'apprentissage réalisé pendant cette période professionnelle est apprécié au travers de la constitution d'un *rapport d'activité actuarielle*, présenté par l'Actuaire Associé sous le parrainage d'un référent Actuaire Qualifié de l'Institut des Actuaire.

La commission de qualification apprécie la maîtrise que le candidat a acquise de son domaine de travail, la capacité qu'il a démontrée à accomplir les missions qui lui ont été confiées, à s'organiser individuellement et collectivement, à communiquer ses résultats, et à faire preuve de déontologie et de professionnalisme lors de son parcours professionnel.

L'évaluation se fait selon des règles fixées par la commission de qualification. Elle retiendra une partie quantifiable à partir des points PPC obtenus pour des formations homologuées suivies tout au long de l'expérience professionnelle du candidat, et appréciera également l'intégralité du contenu du rapport d'activité actuarielle.

### **13.1. APPROFONDISSEMENT TECHNIQUE 2**

Une maîtrise avancée dans l'un des domaines suivants est exigée :

- Risques financiers
- ERM
- Assurance non vie
- Actuariat international
- Santé
- Assurance vie
- Retraite, prévoyance, pensions
- Réassurance
- Risques émergents

*NB : ce domaine peut être identique à celui traité par la thèse professionnelle ou un autre, selon notamment le domaine d'expertise et d'expérience professionnelle du candidat.*

### **13.2. APPROFONDISSEMENT PRATIQUE 2**

Présentation en situation de quelques cas pratiques rencontrés lors des 3 dernières années d'expérience professionnelle dans leur domaine d'expertise. Le candidat devra démontrer sa pratique actuarielle au travers de la présentation de ses missions et des méthodes d'approche et de vérification employées.

- a. Les missions
  - Nombre
  - Compréhension du sujet
  - Organisation des travaux
  - Autonomie dans la réalisation
  - Souci de rendre compte
  - Articles publiés
- b. Les méthodes d'approche et de vérification
  - Hypothèses retenues et analyse de sensibilité
  - Outils mathématiques et actuariels utilisés
  - Démarches de vérification par ses pairs
  - Formations suivies depuis l'obtention du diplôme

### **13.3. DEONTOLOGIE ET ETHIQUE PROFESSIONNELLE**

La commission appréciera spécifiquement la façon dont le candidat s'est formé aux exigences en termes de déontologie et a mis en pratique ces enseignements au cours de son expérience professionnelle. Déontologie et éthique professionnelle sont appréciées en fonction des points PPC acquis dans ce domaine, notamment au travers des formations homologuées. Le cas échéant, un soin particulier sera apporté à mettre en avant dans le rapport d'activité actuarielle les détails de la mise en pratique de ces domaines de compétences, des difficultés rencontrées au cours de son expérience professionnelle, ainsi que des solutions mises en œuvre pour les surmonter. La notion de responsabilité professionnelle est importante.

### **13.4. PROFESSIONNALISME – APPROFONDISSEMENT**

La commission appréciera spécifiquement la façon dont le candidat s'est formé aux exigences en termes de professionnalisme, et a mis en pratique cette formation au cours de son expérience professionnelle. Dans le rapport d'activité actuarielle, le candidat devra mettre en avant sa capacité d'autonomie, son pragmatisme, son écoute, et la manière dont il est perçu par ses pairs.

### **13.5. COMMUNICATION - APPROFONDISSEMENT**

La commission appréciera spécifiquement le degré de maîtrise acquis en matière de communication professionnelle. La communication écrite comme orale sont appréciées en fonction des points PPC acquis dans ce domaine, notamment au travers des formations homologuées. Le cas échéant il sera important de documenter le rapport d'activité actuarielle en mettant en avant les rapports de synthèse, les notes écrites et les présentations orales réalisées, mais également la manière dont ils ont été perçus et reçus. Seront jugées la capacité à s'adapter à l'auditoire, la qualité de la vulgarisation, ainsi que la qualité de synthèse et de restitution.



## PRE REQUIS

### 14. MATHEMATIQUES GENERALES

**But :** mathématiques nécessaires pour l'introduction des méthodes de bases en actuariat et finance.

#### 14.1. ALGEBRE GENERALE

- a. Groupes, anneaux, corps
- b. Espaces hermitiens, adjoint d'endomorphismes
- c. Espaces vectoriels normés
- d. Applications continues
- e. Topologie

#### 14.2. ALGEBRE LINEAIRE ET BILINEAIRE

- a. Espace vectoriel sur  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$
- b. Applications linéaires
- c. Matrices
- d. Algèbre des matrices carrées d'ordre  $n$ , rang
- e. Réduction, diagonalisation, trigonalisation
- f. Système d'équations linéaires, système de Cramer, pivot de GAUSS
- g. Polynômes
- h. Espace euclidien, géométrie euclidienne
- i. Diagonalisation de matrices symétriques réelles

#### 14.3. ANALYSE MATHEMATIQUE

- a. Fonctions numériques
- b. Suites et séries numériques
- c. Séries entières, séries de Fourier
- d. Applications réelles : continuité, dérivabilité, théorème de Rolle, formule de Taylor avec reste intégral, inégalité de Taylor-Lagrange, développements limités, fonctions usuelles
- e. Intégration
- f. Fonctions de plusieurs variables
- g. Calcul différentiel, dérivées partielles, équations différentielles. Recherche d'extrema

#### 14.4. ANALYSE NUMERIQUE ET OPTIMISATION

- a. Concepts de base
- b. Algorithmes de minimisation sans contrainte (gradient, gradient conjugué, algorithme de relaxation, Newton et quasi-Newton)
- c. Algorithmes de minimisation sous contrainte (gradient projeté, pénalisation, cas des contraintes d'égalité)
- d. Recherche de points selles
- e. Equations différentielles (intégration, méthode de Laplace, analyse dynamique dans le plan, portrait de phase...)

#### **14.5. ALGORITHMIQUE**

- a. Langages de programmation
- b. Introduction aux bases de l'algorithmique et à la programmation
- c. Programmation orientée objet
- d. Mise en œuvre sur un logiciel (C, C++, VBA...)

#### **14.6. INTEGRATION**

- a. Intégrale de Lebesgue
- b. Espace produits
- c. Espaces de Hilbert
- d. Espaces  $L^1$  et  $L^2$
- e. Transformée de Fourier

## TABLE DES MATIERES

Introduction .....	2
Sujets théoriques .....	3
1. Probabilités – Statistique .....	4
2. Economie.....	6
3. Comptabilité, Fiscalité.....	7
4. Marchés financiers .....	8
5. Gestion d’actifs.....	9
6. Données et informatique .....	10
7. Assurance .....	12
8. Management du risque.....	14
9. Droit.....	16
Pratique professionnelle .....	18
10. Communication .....	18
11. Standards professionnels .....	20
12. Pratique du professionnalisme (résolutions de problèmes et prises de décision).....	21
13. Approfondissement technique et pratique 2 : processus de qualification .....	23
Pré Requis.....	25
14. Mathématiques générales .....	25
Table des matières .....	27