

Le taux d'actualisation public

Théorie de base, insuffisances empiriques, retour aux applications

François Geerolf

OFCE

2026-10-07

Section 1

Introduction

La question

Le taux d'actualisation public en vigueur en France (comité d'experts présidé par Roger Guesnerie, avis du 24 juin 2021) :

$$\rho = 1,2\% + \beta \times 2\%$$

- 1,2 % : taux sans risque r_f ,
- 2 % : prime de risque macroéconomique φ ,
- β : sensibilité des bénéfices du projet à l'activité économique.

La forme $\rho = r_f + \beta \cdot \varphi$ date des rapports Gollier (2011) et Quinet (2013), qui retenait 2,5 % + $\beta \times 2$ %. L'avis de 2021 abaisse le taux sans risque et garde la prime.

En pratique, la plupart des évaluateurs, faute de savoir estimer le bêta, retiennent 3,2 % pour tous les projets (Gollier, 2024).

Cette formule vient de la théorie financière : taux d'intérêt, impatience, CAPM, CCAPM.

Que vaut cette théorie, et que peut-on en garder pour décider ?

Pourquoi cela compte

Valeur aujourd'hui de 1 € de bénéfice reçu dans T années :

Taux	Cas	$T = 30$ ans	$T = 50$ ans
1,2 %	sans risque, $\beta = 0$	0,70 €	0,55 €
3,2 %	$\beta = 1$	0,39 €	0,21 €
4,6 %	$\beta = 1,7$ (voyageurs LGV)	0,26 €	0,11 €

- À 50 ans, le choix du bêta fait varier la valeur d'un même bénéfice de 1 à 5.
- Le bêta décide donc souvent du signe de la VAN.
- Et retenir 3,2 % pour un projet sans risque, comme on le fait en pratique, divise la valeur de ses bénéfices à 50 ans par 2,6.

- ① La théorie de base est cohérente et élégante.
- ② Elle est rejetée par les données, presque partout où on la teste.
- ③ L'argument « c'est une théorie normative » ne la sauve pas : prise au sérieux, elle donne une prime de risque **négligeable**.
- ④ Elle n'est pas appliquée : faute de bêtas, on retient 3,2 % partout. Il en reste une majoration uniforme de 2 points.
- ⑤ Les paramètres (γ, φ, β) sont des **conventions**. Autant le dire.
- ⑥ Le risque des projets est réel, mais sa place est **dans les flux** plus que dans le taux.

Plan

- ① Soixante ans de taux d'actualisation en France
- ② La théorie de base : Fisher, Ramsey, CAPM, CCAPM
- ③ Les insuffisances empiriques
- ④ Ce qui reste pour le planificateur
- ⑤ Retour aux applications

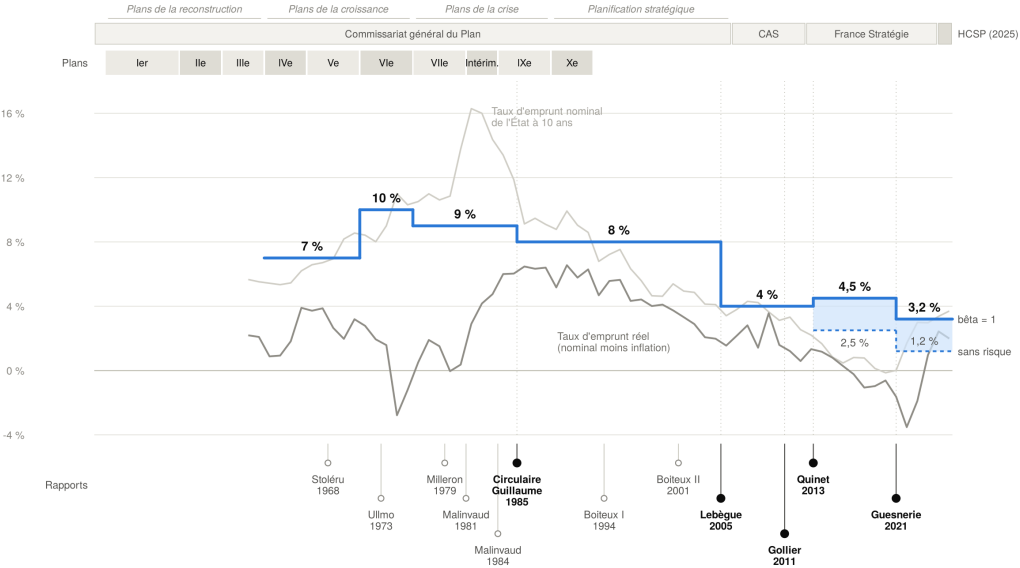
Section 2

Soixante ans de taux d'actualisation en France

Du Plan au Haut-commissariat

Le taux d'actualisation public en France, du Plan au Haut-commissariat

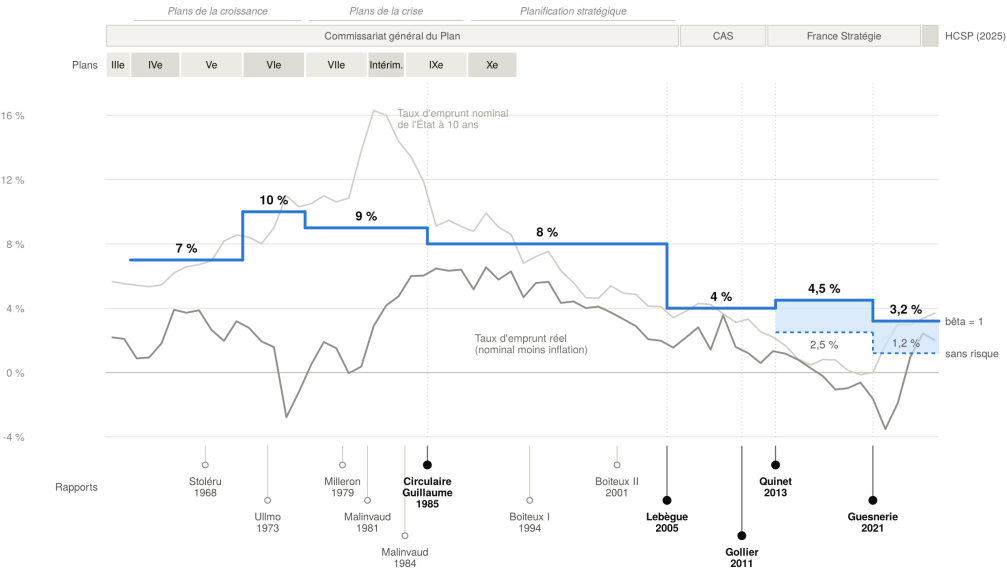
Taux réel préconisé pour l'évaluation des investissements publics. Depuis 2013, il dépend du bêta du projet : la zone bleue va du taux sans risque au taux pour un bêta de 1. En gris, le taux d'emprunt de l'État à 10 ans : nominal (gris clair) et réel, c'est-à-dire moins l'inflation de l'année (gris soutenu).



Du Plan au Haut-commissariat : depuis 1960

Le taux d'actualisation public en France, du Plan au Haut-commissariat

Taux réel préconisé pour l'évaluation des investissements publics. Depuis 2013, il dépend du bêta du projet : la zone bleue va du taux sans risque au taux pour un bêta de 1. En gris, le taux d'emprunt de l'État à 10 ans : nominal (gris clair) et réel, c'est-à-dire moins l'inflation de l'année (gris soutenu).



Quelques jalons

- IV^e et V^e Plans : 7 %, fondé sur le coût des capitaux, puis sur la croissance (Malinvaud : 5 % + 2 %).
- VI^e Plan : 10 %, pour rationner des capitaux jugés rares.
- VII^e Plan : 9 %, et introduction du coût d'opportunité des fonds publics.
- 1985 : 8 %.
- 2005, rapport Lebègue : 4 %, décroissant vers 2 % au-delà de 30 ans.
- 2011, rapport Gollier ; 2013, rapport Quinet : $2,5 \% + \beta \times 2 \%$.
- 2021, comité d'experts présidé par Roger Guesnerie : $1,2 \% + \beta \times 2 \%$.

Le taux a toujours été une réponse à un contexte (rareté des capitaux, déséquilibres, long terme), pas la mesure d'une constante.

Plans (1962 - 1975)

1962	IVe Plan	Les Plans de la croissance	7%		Le taux d'actualisation est essentiellement fondé sur le coût des capitaux. Il doit refléter l'équilibre entre la capacité d'épargne et investissement.
1963					
1964					
1965					
1966	Ve Plan		7%		Travaux d'Edmond Malinvaud : Le taux doit être nécessairement sur le long terme supérieur au taux de croissance – d'où le chiffre de 7% (5% + 2%).
1967					
1968				Rapport CGP, <i>taux d'actualisation et rationalité économique, (Stoléru)</i> ²	
1969					
1970					
1971	VIe Plan		10%		Compte tenu de la rareté des capitaux, il est difficile de financer tous les projets. Le taux est relevé pour limiter le nombre de projets et faire en sorte que la demande de capitaux n'excède pas les ressources d'épargne. Le taux s'éloigne de la référence des taux d'intérêt. Il est fixé sur la base d'une analyse de la productivité marginale du capital nette. Le Plan préconise d'effectuer des variantes avec un taux à 8% et à 12%.
1972					
1973				Rapport CGP, <i>Calcul économique et planification, (Ullmo, rap. Bernard, Guesnerie)</i>	
1974					
1975					

Plans (1976 - 1985)

1976	Ville Plan	Les Plans de la crise	9 % et COFP [1.2-1,3]		Dans le secteur routier, l'augmentation du taux décidé au Plan précédent n'a pas permis d'ajuster le nombre de projets à l'enveloppe budgétaire disponible. On introduit la notion de coût d'opportunité des fonds publics (COFP) pour traduire la désutilité de l'impôt. La baisse du taux est justifiée par la crise de l'énergie, la nécessité d'un renouvellement accru des équipements productifs.
1977					
1978					
1979				Rapport CGP, <i>Calcul économique et décisions publiques</i> , (Milleron, Guesnerie, Cremieux)	
1980					
1981	Plan Intérimaire			Rapport CGP, <i>Les choix d'investissements publics décentralisés en période de croissance ralentie</i> , (Malinvaud)	Le Plan souhaite organiser une stratégie de croissance destinée à obtenir une amélioration durable de l'emploi, un retour progressif à l'équilibre extérieur et une réduction du déficit public. Réflexion pour mettre en perspective les diverses propositions faites en matière de calcul économique (généralisation des prix fictifs, salaire fictif et taux de change fictif). Le groupe propose de ramener le taux à 7 %.
1982					
1983					
1984			Rapport CGP, <i>Calcul économique et résorption des déséquilibres</i> , (Malinvaud)		
1985			Circulaire du Commissaire au Plan H. Guillaume, 25 Octobre 1985, et recommandations sur les règles de calcul économique pour le IX Plan (8%)		

Plans (1986 - 1992)

1986	IXe Plan		8% et COFP [1.5]		La réflexion sur l'actualisation intègre des considérations relatives aux déséquilibres macro-économiques conduisant à découpler le taux d'actualisation du taux de rendement net du capital ; ce qui conduit à baisser le taux. Le coût d'opportunité des fonds publics est par ailleurs augmenté. Le groupe reprend en le réduisant le différentiel proposé au Plan précédent (il tient compte des incertitudes sur la croissance et des perspectives d'accélération de l'investissement privé).
1987					
1988					
1989	Xe Plan				
1990					
1991					
1992					

1985 : éviter l'éviction de l'investissement privé

En 1985², le taux d'actualisation avait été initialement estimé à 6 %³, en raison du ralentissement de la croissance et de la baisse anticipée des taux de profit, puis relevé à 8 % pour tenir compte, d'une part, du risque collectif provenant de la forte incertitude sur la croissance (impact de l'ouverture de l'économie française) et pour éviter, d'autre part, que les investissements publics n'évincent les investissements industriels dans le secteur privé.

Ce que l'histoire enseigne déjà

- Trois logiques se sont succédé :
 - ▶ le **coût d'opportunité** du capital (rendement du privé, éviction),
 - ▶ la **préférence sociale** pour le présent (Ramsey),
 - ▶ le **prix du risque** (CCAPM), depuis 2011-2013.
- Les rapports Malinvaud (1981, 1984) traitaient le déséquilibre macroéconomique par des **prix fictifs** (salaire, change) dans les flux, et non par le taux.
- La troisième logique est la plus récente, et celle dont les fondements empiriques sont les plus fragiles.

Section 3

La théorie de base

Étape 1 : le taux d'intérêt (Fisher, 1930)

Le taux d'intérêt est le prix du temps. Il égalise deux choses :

- l'**impatience** : ce que les ménages exigent pour reporter leur consommation,
- les **opportunités** : ce que rapporte une unité de capital en plus.

Deux façons de fixer un taux public en découlent :

- par le rendement du capital privé (ne pas évincer des projets plus rentables),
- par les préférences (ce que la collectivité est prête à sacrifier aujourd'hui).

Dans un monde sans frictions, les deux coïncident. En pratique, non : d'où les débats.

Étape 2 : la règle de Ramsey (1928)

Avec une utilité $u(C) = \frac{C^{1-\gamma}}{1-\gamma}$ et une croissance certaine g :

$$r = \delta + \gamma g$$

- δ : préférence pure pour le présent (impatience),
- γg : effet richesse. Si nos descendants sont plus riches, un euro leur est moins utile.

Rapport Lebègue (2005) : $\delta = 1\%$, $\gamma = 2$, $g = 1,5\%$, donc $r = 4\%$.

Le même γ joue trois rôles

Dans cette formule, γ est à la fois :

- l'aversion au **risque**,
- l'aversion aux **inégalités** entre générations,
- l'inverse de l'élasticité de **substitution** dans le temps.

Rien n'oblige ces trois grandeurs à être égales. C'est une commodité de la fonction d'utilité.

Étape 3 : croissance incertaine, effet de précaution

Si la croissance est aléatoire, d'écart-type σ :

$$r_f = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}\gamma^2\sigma^2$$

- L'incertitude pousse à épargner davantage, donc baisse le taux.
- Ordre de grandeur avec $\gamma = 2$ et $\sigma = 2\%$: $-0,08$ point.
- L'effet est minuscule avec des paramètres raisonnables. Ce sera le fil rouge.

Étape 4 : le CAPM (Sharpe, 1964 ; Lintner, 1965)

Seul le risque non diversifiable est rémunéré :

$$E(R_i) - R_f = \beta_i \cdot (E(R_m) - R_f), \quad \beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\text{var}(R_m)}$$

- Ce n'est pas la volatilité d'un actif qui compte, mais sa covariance avec le marché.
- Un actif qui paie quand tout va mal est une assurance : on accepte un rendement plus faible.
- Prédiction testable : les rendements moyens croissent linéairement avec le bêta.

Étape 5 : le CCAPM (Lucas, 1978 ; Breeden, 1979)

Le « marché » est remplacé par ce qui compte vraiment, la consommation :

$$E(R_i) - R_f \approx \gamma \cdot \text{cov}(R_i, \Delta c)$$

- Un actif est risqué s'il rapporte peu quand la consommation chute.
- Le prix du risque est γ , la quantité de risque est la covariance.
- C'est la version « structurelle » : elle relie les prix d'actifs aux préférences.

Étape 6 : du CCAPM au taux public

Projet dont les bénéfices évoluent comme $B_t \propto C_t^\beta$:

$$\rho = r_f + \beta \cdot \underbrace{\gamma \sigma^2}_{\varphi}$$

- β : élasticité des bénéfices à la consommation (ou au PIB) par tête,
- $\varphi = \gamma \sigma^2$: prime de risque macroéconomique.

C'est exactement la formule Quinet, reprise en 2021. Tout le reste de la présentation porte sur la valeur de φ et de β .

RECOMMANDATION N° 2

Utiliser dans les calculs des démarches probabilistes et raisonner sur l'espérance des gains et des coûts engendrés par le projet.

RECOMMANDATION N° 3

Introduire une prime de risque dans les calculs lorsque les fondamentaux du projet sont fortement corrélés à l'activité économique.

RECOMMANDATION N° 4

Lancer une révision du taux d'actualisation sans risque destinée à le rendre compatible avec la valeur de la prime de risque utilisée dans le calcul.

**Le Président,
Roger Guesnerie**

Paris, le 1^{er} juillet 2021

La révision du taux d'actualisation

Avis et recommandations du Comité d'experts sur le calcul socioéconomique des investissements publics

À partir de la demande formulée par la lettre de mission adressée par le Commissaire de France Stratégie et le Secrétaire général pour l'investissement en date du 21 février 2019, le Comité a mené une réflexion pour actualiser les préconisations du rapport Quinet sur le risque et les taux d'actualisation.

Le rapport d'Émile Quinet (septembre 2013) préconisait pour le taux d'actualisation des investissements publics les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} \rho &= 2,5 \% + \beta. 2 \% \text{ jusqu'en 2070} \\ \text{et } \rho &= 1,5 \% + \beta. 3 \% \text{ au-delà} \end{aligned}$$

où β est l'élasticité des avantages annuels du projet par rapport au PIB par tête.

Réaffirmé récemment

La question a donné lieu à de nombreux travaux et débats et se traduit par un avis délibéré le 24 juin 2021, dans lequel le comité formule les recommandations suivantes :

- **Retenir un taux d'actualisation égal à $p = 1,2 \% + \beta \cdot 2 \%$**
- Pour calculer l'espérance mathématique du bénéfice d'un projet, le coefficient à appliquer est $v = \beta \cdot 1,15 \% + \frac{\beta^2}{2} \cdot 0,9 \%$.
- **Si β est inconnu**, il est proposé de procéder comme si β était égal à 1, le taux p à utiliser est alors de 3,2 %, le taux v est 1,6 %. On a $p - v = 1,6 \%$.
- Des compléments restent à produire sur l'explicitation et l'utilisation des formules et la réflexion sur le taux d'actualisation après 2070 doit être poursuivie.

Le Comité suggère que ces recommandations fassent l'objet d'**instructions à destination des maîtres d'ouvrage publics**, complétant le « Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics ».



Roger GUESNERIE

L'intuition, séduisante

- Bénéfices procycliques : $\beta \geq 1$, taux plus élevé.
- Bénéfices acycliques : $\beta \approx 0$, taux sans risque.
- Bénéfices contracycliques : $\beta < 0$, taux inférieur au taux sans risque.

Le taux devient un **instrument de hiérarchisation** des projets.

Encore faut-il que la théorie qui le fonde tienne.

Section 4

Les insuffisances empiriques

Un résumé en vidéo

[1] "Video: <https://www.youtube.com/watch?v=0ugUZzULOWY>"

Ce que dit la vidéo

- Le risque est-il la volatilité ? Non : les actions volatiles rapportent moins.
- Le bêta ? Non : les actions à bêta élevé ne rapportent pas plus.
- Le risque de défaut, l'incertitude, les pays émergents, les introductions en bourse, les options ? Non plus.
- Les petites capitalisations et les valeurs décotées sont « risquées »... parce qu'elles rapportent plus.
- « Qu'est-ce que le risque, sinon ce qui est corrélé à des rendements élevés ? »
- Reste la prime des actions sur les bons du Trésor : un seul point d'appui, lui-même discuté.

Échec 1 : la prime de risque actions (Mehra, Prescott, 1985)

In postwar U.S. data, the slope of the historical mean-standard deviation frontier, or of average return-beta lines, is much higher than reasonable risk aversion and consumption volatility estimates suggest. This is the “equity premium puzzle.” Over the last 50 years in the United States, real stock returns have averaged 9% with a standard deviation of about 16%, while the real return on treasury bills has been about 1%. Thus, the historical annual market Sharpe ratio has been about 0.5. Aggregate nondurable and services consumption growth had a mean and standard deviation of about 1%. We can only reconcile these facts with (1.20) if investors have a risk-aversion coefficient of 50!

Échec 1 : l'ordre de grandeur

Borne de Hansen-Jagannathan : $\frac{E(R^e)}{\sigma(R^e)} \leq \gamma \cdot \sigma(\Delta c)$

- Ratio de Sharpe du marché américain d'après-guerre : environ 0,5.
- Écart-type de la croissance de la consommation : environ 1 %.
- Il faut donc $\gamma \geq 50$.
- Mehra et Prescott (1985) : le modèle ne peut produire plus de 0,35 % de prime, contre 6 % observés.

Échec 2 : la corrélation

Correlation Puzzle

The bound takes the extreme possibility that consumption and stock returns are perfectly correlated. They are not, in the data. Correlations are hard to measure, since they are sensitive to data definition, timing, time-aggregation, and so forth. Still, the correlation of annual stock returns and nondurable plus services consumption growth in postwar U.S. data is no more than about 0.2. If we use this information as well—if we characterize the mean and standard deviation of all discount factors that have correlation less than 0.2 with the market return, the calculation becomes

$$\frac{\sigma(m)}{E(m)} \geq \frac{1}{|\rho_{m,R^e}|} \frac{|E(R^e)|}{\sigma(R^e)} = \frac{1}{0.2} 0.5 = 2.5$$

with $\sigma(m) \approx \gamma \sigma(\Delta c)$; we now need a risk aversion coefficient of 250!

- La corrélation entre rendements des actions et consommation est d'environ 0,2.

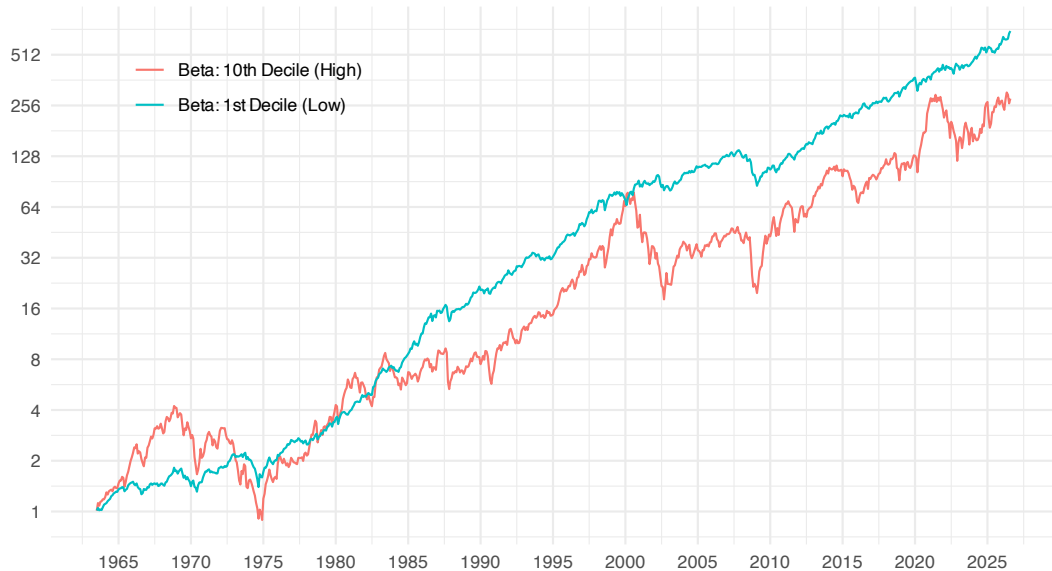
Échec 3 : le taux sans risque (Weil, 1989)

Supposons $\gamma = 50$ pour expliquer la prime. Alors, avec $\delta = 1\%$, $g = 1,5\%$, $\sigma = 2\%$:

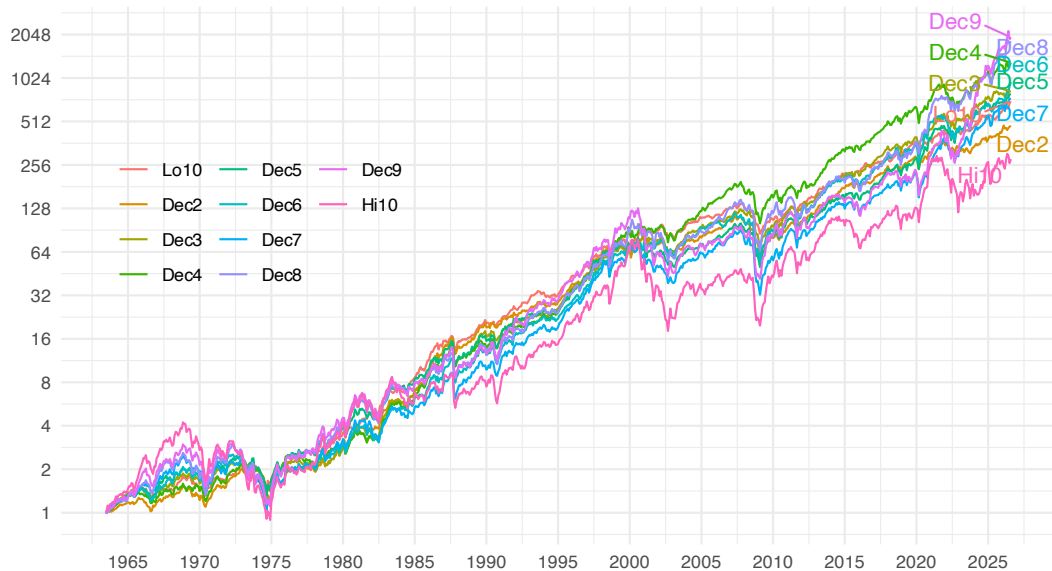
$$r_f = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}\gamma^2\sigma^2 = 1 + 75 - 50 = 26\%$$

- Le taux sans risque observé est proche de 1 %.
- On ne peut pas avoir à la fois la bonne prime et le bon taux sans risque.
- Or la formule en vigueur a besoin des deux.

Échec 4 : le bêta n'explique pas les rendements



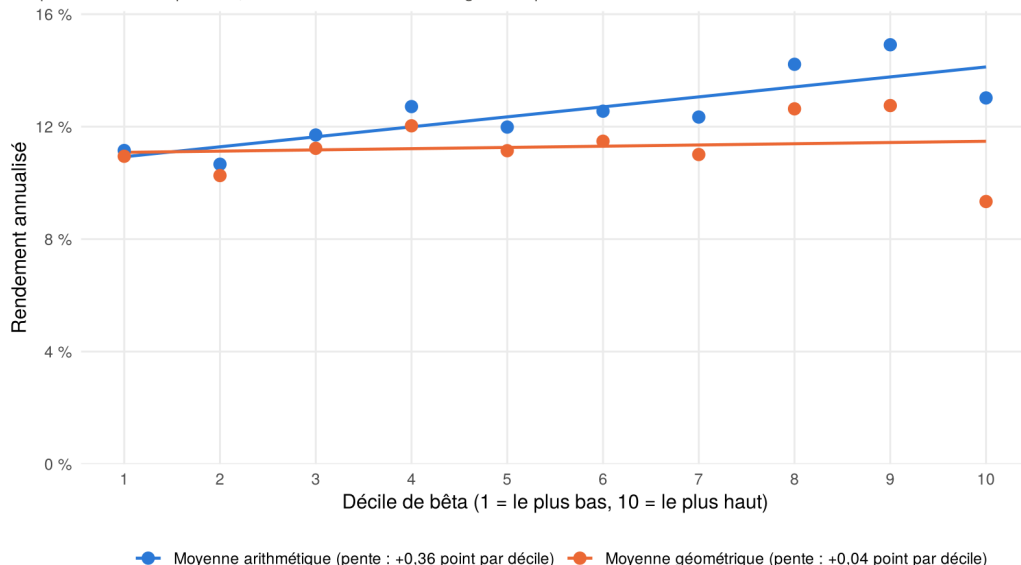
Échec 4 : sur l'ensemble des déciles



Échec 4 : rendement et décile de bêta

Rendement des actions américaines selon leur bêta

Dix portefeuilles triés par bêta, 1963-2026. Une droite de régression par mesure du rendement.



Source : Ken French Data Library. Calculs de l'auteur.

Échec 4 : une réponse qui dépend des dates

Pente du rendement moyen sur le bêta, entre les dix portefeuilles (points par an). Le CAPM prédit qu'elle égale la prime de marché.

Période	Prime de marché	Pente observée
1963-2026	7,2	3,4
1963-1968	8,2	26,0
1968-2020	6,4	−0,3
2020-2026	13,1	18,6

- Même avec 63 ans de données mensuelles sur des milliers de titres, la réponse à une question aussi simple que « le bêta est-il rémunéré ? » dépend des dates de début et de fin.
- A fortiori, un prix du risque de 2 % et des bêtas de projets à la décimale ne peuvent pas être tirés des données.

Source : Ken French Data Library, déciles triés sur le bêta, juillet 1963 - août 2026. Calculs de l'auteur.

Huh? WTH? Did you really read me right?

Yes you did. Don't use the CAPM. The evidence is against it.

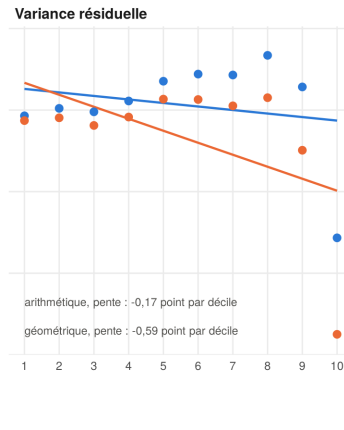
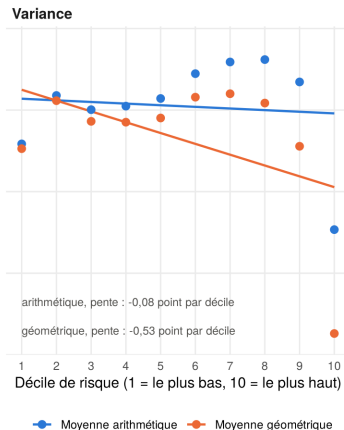
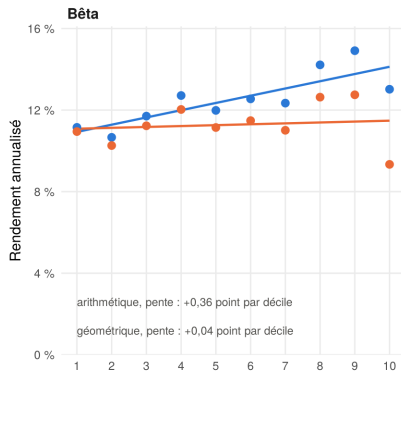
A famous finance professor, Ken French, estimates market betas for stocks each year, forms one portfolio of the quintile of stocks with the lowest betas, and another of those with the highest betas. He posts the data for everyone to see. Exhibit 10.3 plots the performance of these two portfolios. The high-beta portfolio should be toxic and thus require and deliver higher average rates of return than the low-beta portfolio. Alas, not only is the high-beta portfolio not statistically significantly superior, it isn't even superior. Low-beta stocks have outright outperformed high-beta stocks.

It does not take a PhD to see this (though it takes many to hide it). You won't find this kind of figure in other textbooks that want to obscure the truth.

Échec 4 : plus de risque, pas plus de rendement

Plus de risque, pas plus de rendement

Actions américaines, dix portefeuilles triés par niveau de risque, 1963-2026. Une droite de régression par mesure du rendement.



Source : Ken French Data Library. Calculs de l'auteur.

Échec 4 : ce que montrent les droites

- **Bêta** : la moyenne arithmétique monte de 0,36 point par décile, la moyenne géométrique de 0,04. Le rendement composé ne dépend pas du bêta.
- **Variance** : les deux pentes sont négatives. Le décile le plus volatil rapporte 1 % par an en composé, contre 10 % pour le moins volatil.
- **Variance résiduelle** : même résultat.
- L'écart entre les deux mesures grandit avec le risque : c'est le coût de la volatilité, environ la moitié de la variance.
- Pour un investisseur qui garde ses titres, c'est la moyenne géométrique qui compte.

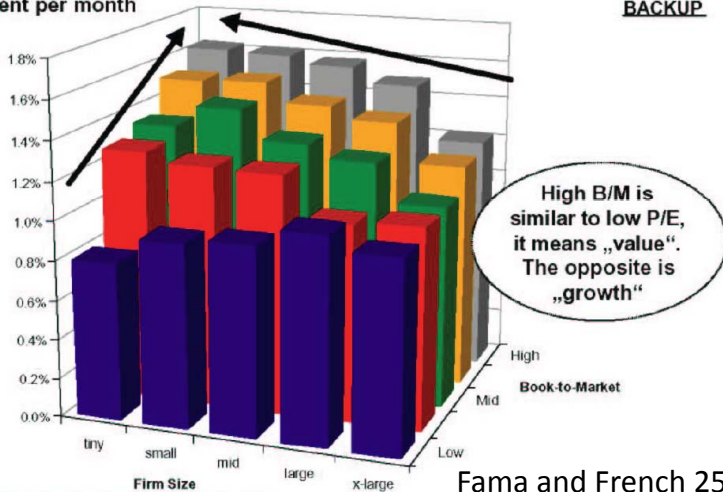
Échec 4 : une longue liste

Le plus risqué ne rapporte pas plus, et souvent moins :

- bêta (Black, Jensen, Scholes, 1972 ; Fama, French, 1992 ; Frazzini, Pedersen, 2014),
- volatilité (Ang, Hodrick, Xing, Zhang, 2006),
- risque de défaut (Campbell, Hilscher, Szilagyi, 2008),
- dispersion des prévisions d'analystes (Diether, Malloy, Scherbina, 2002),
- introductions en bourse (Ritter, 1991),
- obligations très spéculatives par rapport aux mieux notées.

Échec 5 : des « facteurs de risque » circulaires

AVERAGE RETURNS ON U.S. STOCKS DEPENDING ON SIZE AND B/M
Percent per month



Source: Mertens, Data from Fama and French (1992)

Fama and French 25

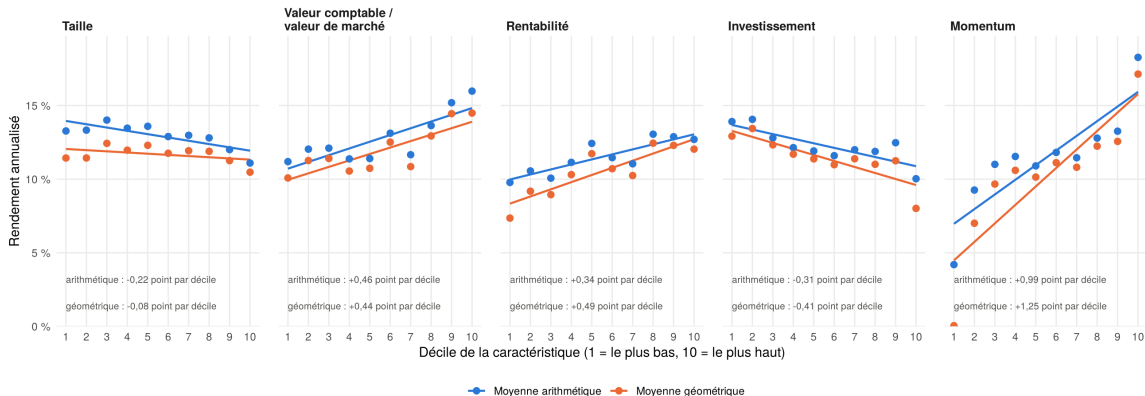
Échec 5 : des « facteurs de risque » circulaires

- Taille et ratio valeur comptable / valeur de marché prédisent les rendements. Le bêta, presque pas.
- Fama et French les appellent « facteurs de risque ». Mais le risque est ici défini par le rendement.
- Depuis : plusieurs centaines de facteurs publiés (Harvey, Liu, Zhu, 2016).
- On a renommé les anomalies, on ne les a pas expliquées.

Échec 5 : les facteurs qui « marchent »

Ce qui prédit les rendements n'est pas le risque

Actions américaines, dix portefeuilles triés selon cinq caractéristiques, 1963-2026. Une droite de régression par mesure du rendement.



Source : Ken French Data Library. Calculs de l'auteur. Rentabilité : rentabilité opérationnelle. Investissement : croissance de l'actif. Momentum : rendement des douze mois précédents.

Échec 5 : on les appelle « risk factors »

Rendement composé et volatilité des déciles extrêmes, 1963-2026, en % par an :

Caractéristique	Décile qui rapporte le plus	Rendement	Volatilité	Décile opposé	Rendement	Volatilité
Rentabilité	les plus rentables	12,0	15,9	les moins rentables	7,4	22,8
Investissement	celles qui investissent le moins	12,9	18,4	le plus	8,0	21,3
Momentum	les gagnantes de l'année	17,1	21,7	les perdantes	0,1	29,1
Valeur	les décotées	14,5	21,7	les chères	10,1	17,6
Taille	les petites	11,4	21,9	les grandes	10,5	14,8

Rappel : le seul risque qui devrait compter n'explique rien

Dans la théorie, la prime d'un actif est le produit de trois termes et de l'aversion au risque :

$$E(R) - R_f = \gamma \times \underbrace{\rho \times \sigma_c \times \sigma_R}_{\text{covariance avec la consommation}}$$

	Valeur
Corrélation ρ entre consommation et rendement des actions	0,2
Écart-type σ_c de la croissance de la consommation	1 %
Écart-type σ_R du rendement des actions	16 %
Covariance	0,03 %
Prime prédite avec $\gamma = 2$	0,06 %
Prime observée	8 %

- La covariance est minuscule pour deux raisons : la consommation varie peu, **et** elle est peu corrélée aux actions.
- Pour retrouver 8 %, il faut $\gamma = 250$. Même avec une corrélation parfaite, il faudrait

Échec 6 : la prime actions elle-même

Country	Historical equity premium (percent) relative to bills				Historical equity premium (percent) relative to bonds			
	Geometric mean	Arithmetic mean	Standard error	Standard deviation	Geometric mean	Arithmetic mean	Standard error	Standard deviation
Australia	7.08	8.49	1.65	17.00	6.22	7.81	1.83	18.80
Belgium	2.80	4.99	2.24	23.06	2.57	4.37	1.95	20.10
Canada	4.54	5.88	1.62	16.71	4.15	5.67	1.74	17.95
Denmark	2.87	4.51	1.93	19.85	2.07	3.27	1.57	16.18
France	6.79	9.27	2.35	24.19	3.86	6.03	2.16	22.29
Germany	3.83	9.07	3.28	33.49	5.28	8.35	2.69	27.41
Ireland	4.09	5.98	1.97	20.33	3.62	5.18	1.78	18.37
Italy	6.55	10.46	3.12	32.09	4.30	7.68	2.89	29.73
Japan	6.67	9.84	2.70	27.82	5.91	9.98	3.21	33.06
Netherlands	4.55	6.61	2.17	22.36	3.86	5.95	2.10	21.63
Norway	3.07	5.70	2.52	25.90	2.55	5.26	2.66	27.43
South Africa	6.20	8.25	2.15	22.09	5.35	7.03	1.88	19.32
Spain	3.40	5.46	2.08	21.45	2.32	4.21	1.96	20.20
Sweden	5.73	7.98	2.15	22.09	5.21	7.51	2.17	22.34
Switzerland	3.63	5.29	1.82	18.79	1.80	3.28	1.70	17.52
U.K.	4.43	6.14	1.93	19.84	4.06	5.29	1.61	16.60
U.S.	5.51	7.41	1.91	19.64	4.52	6.49	1.96	20.16
Average	4.81	7.14	2.21	22.75	3.98	6.08	2.11	21.71
World-ex U.S.	4.23	5.93	1.88	19.33	4.10	5.18	1.48	15.19
World	4.74	6.07	1.62	16.65	4.04	5.15	1.45	14.96

Échec 6 : l'histoire écrite par les vainqueurs

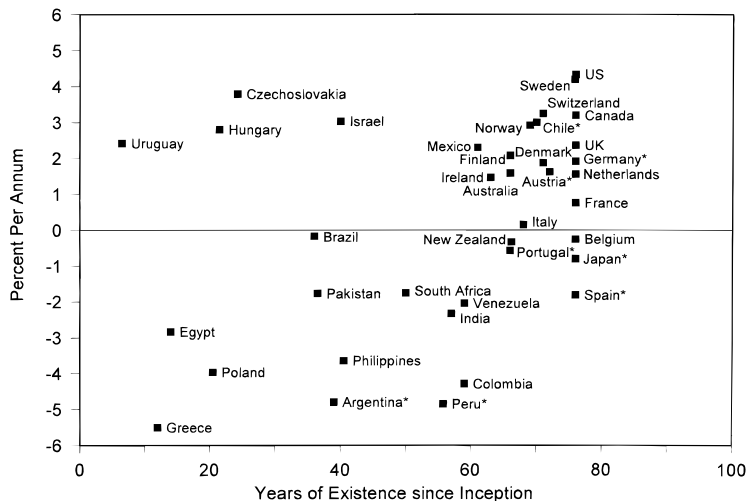


Figure 1. Real returns on global stock markets. The figure displays average real returns for 39 markets over the period 1921 to 1996. Markets are sorted by years of existence. The graph shows that markets with long histories typically have higher returns. An asterisk indicates that the market suffered a long-term break.

4. HISTORY AS WRITTEN BY THE WINNERS?

A major conceptual problem with equating the *ex post* historical realization of the equity premium with its *ex ante* expectation is that history could simply have turned out better than people expected. Recall that in 1938, J. B. Williams calculated the market forecast of the equity risk premium as a mere 1 1/2 percent. He might have been shocked to see the realized premium over the following five decades exceed his forecast by a multiple of four. A more subtle problem is that historical records of successful markets tend to get preserved, but it is difficult to dig up the records of failed markets. To study these issues, Brown, Goetzmann, and Ross (1995) built a model of stock market performance that examined the *ex post* historical return conditional upon survival. Their analytical results showed that when a market is confronted with the continued possibility of failure (modeled statistically as an absorbing lower bound), the *ex post* realized growth can be substantially higher than the unconditional mean. The fact that the U.S. survived two world wars and periods of global political unrest that caused other major markets to fail would suggest that the mean return of the U.S. market is an overestimate of its true historical mean.

Échec 6 : la décomposition de Dimson, Marsh et Staunton

Country	Real dividend growth rate	<i>plus*</i> Expansion in the P/D ratio	<i>plus</i> Geometric mean dividend yield	<i>plus</i> Change in real exchange rate	<i>minus</i> U.S. real interest rate	<i>equals</i> Equity premium for U.S. investors
Australia	1.30	0.46	5.83	-0.24	0.96	6.42
Belgium	-1.57	0.08	3.95	0.62	0.96	2.05
Canada	0.72	0.98	4.46	-0.04	0.96	5.18
Denmark	-0.87	1.43	4.68	0.47	0.96	4.74
France	-0.74	0.42	3.93	-0.14	0.96	2.47
Germany	-1.54	0.97	3.69	0.23	0.96	2.35
Ireland	-0.25	0.38	4.66	0.25	0.96	4.05
Italy	-1.46	-0.08	4.05	0.10	0.96	1.58
Japan	-2.39	1.59	5.39	0.32	0.96	3.85
Netherlands	-0.16	0.41	5.00	0.27	0.96	4.54
Norway	-0.25	0.50	4.02	0.25	0.96	3.54
South Africa	0.91	0.31	5.95	-0.80	0.96	5.38
Spain	-0.62	0.24	4.13	0.00	0.96	2.75
Sweden	2.88	0.67	4.09	-0.05	0.96	6.72
Switzerland	0.32	0.60	3.52	0.72	0.96	4.22
U.K.	0.61	0.18	4.68	-0.03	0.96	4.46
U.S.	1.32	0.75	4.36	0.00	0.96	5.51
Average	-0.10	0.58	4.49	0.11	0.96	4.11
Std deviation	1.32	0.45	0.71	0.35	0.00	1.51
World (USD)	0.77	0.68	4.23	0.00	0.96	4.74

Échec 6 : « le triomphe des optimistes »

Les auteurs de la base de référence sur la prime actions disent eux-mêmes qu'elle surestime ce qu'on peut attendre.

- Prime historique mondiale, 1900-2005 : 4,7 % par an contre les bons.
- En moyenne sur 17 pays :
 - ▶ croissance réelle des dividendes : $-0,1$ % par an (négative dans 10 pays sur 17),
 - ▶ hausse du ratio prix / dividendes : $+0,6$ point par an,
 - ▶ rendement du dividende : 4,5 %.
- La prime historique, c'est le rendement du dividende moins le taux réel des bons, plus une revalorisation qui ne se répète pas.
- Leur estimation de la prime attendue : environ 3 à 3,5 %.
- Et rien ne dit que ces 3 points rémunèrent le risque, plutôt qu'une décote sur les titres publics sûrs.

Échec 6 : cinquante ans sans prime en France

Rendements réels annualisés, en % (Dimson, Marsh, Staunton, cités par C. Gollier en 2017) :

	Actions, 1965-2014	Obligations à 20 ans, 1965-2014	Actions, 2000-2014	Obligations, 2000-2014
France	5,2	5,9	0,6	6,6
Monde	5,3	4,3	1,8	5,5

- Sur un demi-siècle, les actions n'ont pas rapporté plus que les obligations d'État en France.
- Dans le monde, un point d'écart.

Source : C. Gollier, colloque France Stratégie, 29 mars 2017.

Échec 6 : que reste-t-il de la prime ?

Il faut corriger, **en même temps** :

- la moyenne géométrique plutôt qu'arithmétique (environ 2 points d'écart),
- le biais de survie (Jorion, Goetzmann, 1999),
- le calendrier des flux : les investisseurs entrent après les hausses (Dichev, 2007),
- les impôts et les coûts de transaction.

Il reste sans doute une prime, mais bien inférieure aux 5 à 7 % usuels, et connue avec une grande imprécision (erreur-type de l'ordre de 2 points sur un siècle).

Échec 7 : des primes qui varient sans que le risque varie

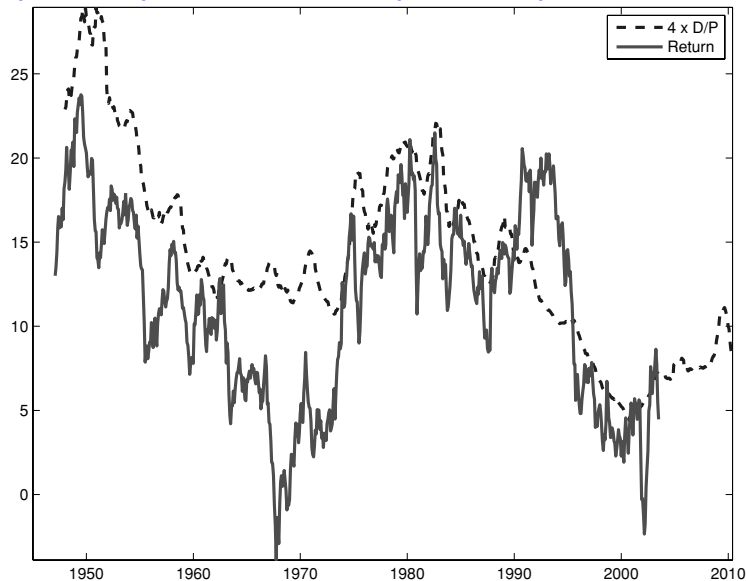


Figure 1. Dividend yield and following 7-year return. The dividend yield is multiplied by four. Both series use the CRSP value-weighted market index.

Échec 7 : des primes qui varient sans que le risque varie

- Les prix fluctuent bien plus que les dividendes futurs (Shiller, 1981).
- Cochrane (2011) : toute la variation du ratio prix / dividendes correspond à une variation des « taux d'actualisation ».
- Mais la volatilité de la consommation, elle, ne varie pas dans ces proportions.
- Si le prix du risque de marché change du simple au double en quelques années, lequel retenir pour un projet de 50 ans ?

Les tentatives de sauvetage

- **Habitudes** (Campbell, Cochrane, 1999) : l'aversion au risque varie avec le cycle.
- **Risques de long terme** (Bansal, Yaron, 2004) : une composante persistante, minuscule, de la croissance.
- **Désastres rares** (Rietz, 1988 ; Barro, 2006) : de faibles probabilités de chutes massives de la consommation.

Chacune ajoute un ingrédient difficile à observer, choisi pour reproduire les prix d'actifs.

Désastres rares : la piste retenue en France

Croissance de la consommation :

$$\Delta \log C_t = \mu + \sigma \varepsilon_t + J_t D_t$$

- J_t : indicateur de désastre (rare), D_t : taille du choc.
- Barro (2006) calibre sur l'histoire du XX^e siècle : probabilité d'environ 1,7 % par an, chutes de 15 à 64 %.
- Avec $\gamma \approx 4$: prime élevée et taux sans risque faible.

Annexe 1

Le cadre théorique, le processus de calcul et les résultats²⁰

1. Le cadre théorique

1.1. Formulations de la « valeur actuelle nette socioéconomique » (VAN SE) et du taux d'actualisation ρ_t

Référence : note Gollier-Guesnerie de juillet 2017, « Discussion sur l'actualisation : un arrière-plan analytique ».

La valeur actuelle nette socioéconomique (VAN SE) du projet mesure la variation de l'espérance mathématique de l'utilité collective intertemporelle monétarisée que ce projet suscite pendant toute sa durée de vie. Le taux d'actualisation ρ_t s'applique à l'espérance mathématique de l'avantage annuel net²¹ A_t du projet. Tous les flux monétarisés s'expriment en euros de l'année d'actualisation²².

L'utilité collective intertemporelle « hors projet » est supposée de la forme²³ :

$$W = \sum_{t=0}^{t=+\infty} e^{-\delta \cdot t} \cdot P_t \cdot E \frac{Y_t^{1-\gamma}-1}{1-\gamma}$$

où δ : la préférence pour le présent ;

γ : l'aversion au risque ;

P_t : la population l'année t ;

Y_t : le PIB par tête de l'année t .

Désastres rares : les limites

- Le résultat dépend presque entièrement de quelques observations (guerres mondiales, Grande Dépression).
- Il est très sensible à la queue de distribution et à γ : d'un facteur 1 à 10 selon des choix peu contraints par les données.
- Pour expliquer les variations de primes, il faut une probabilité de désastre **variable** (Gabaix, 2012 ; Wachter, 2013), qui n'est pas observable.
- Absence de désastre : normal, ils sont rares. Krach : confirmation. Difficile à réfuter.
- Et pour un projet : quel est son bêta **dans un désastre** ? Personne ne le sait.

Bilan empirique

Prédiction	Verdict
Rendement croissant avec le bêta	Rejeté
Rendement croissant avec le risque, entre classes d'actifs	Rejeté le plus souvent
Prime actions compatible avec γ raisonnable	Rejeté (γ de 50 à 250)
Taux sans risque compatible avec ce γ	Rejeté
Prime stable dans le temps	Rejeté
Existence d'une prime actions agrégée	Probable, mais faible et imprécise

Section 5

Ce qui reste pour le planificateur

L'objection : « c'est une théorie normative »

- Le bêta public ne prétend pas décrire les marchés.
- Il dit ce que **devrait** faire un planificateur averse au risque : pénaliser les bénéfices qui arrivent quand tout va bien.
- Que les marchés ne rémunèrent pas le bêta ne changerait donc rien.

C'est la meilleure défense. Elle mérite d'être prise au sérieux.

Réponse 1 : le dilemme

Prenons la théorie comme norme, avec $\varphi = \gamma\sigma^2$:

σ de la consommation	φ si $\gamma = 2$	γ requis pour $\varphi = 2\%$
1 %	0,02 %	200
2 %	0,08 %	50
3 %	0,18 %	22

- **Lecture normative** ($\gamma = 2$, comme pour le taux sans risque) : la prime est **négligeable**.
- **Lecture positive** (on prend φ sur les marchés ou via les désastres) : on importe le modèle descriptif qui est rejeté.
- Dans les deux cas, $\varphi = 2\%$ est une convention.

Réponse 1 : et pour un projet public ?

La prime d'un projet est l'aversion au risque multipliée par la covariance de ses bénéfices avec la consommation :

$$\text{prime} = \gamma \times \rho \times \sigma_c \times \sigma_B \quad \text{avec } \gamma = 2, \sigma_c = 1\%$$

Bénéfices du projet	Corrélation ρ	Volatilité σ_B	Bêta implicite	Prime
Varient comme la consommation	1	1 %	1	0,02 %
Voyageurs d'une LGV (bêta officiel)			1,7	0,03 %
Aussi volatils que les actions, même corrélation	0,2	16 %	3,2	0,06 %
Dix fois plus	1	10 %	10	0,2 %

Réponse 1 : Christian Gollier le dit lui-même

Colloque France Stratégie, 29 mars 2017 :

- avec le modèle de base, la prime de risque agrégée $\gamma\sigma^2$ est « petite » : 0,1 à 0,3 % ;
- à l'oral, sur l'ajout du risque dans ce cadre : « you don't get much » ;
- il faut donc « donner du pouvoir au risque » dans le modèle normatif : risques de long terme, incertitude profonde, catastrophes ;
- avec les catastrophes de Barro ($\delta = 3\%$, $\gamma = 4$) : taux sans risque de 0,2 %, prime de 6 %.

Selon le choix de modélisation, la prime va de 0,1 % à 6 %. La doctrine retient 2 %.

Réponse 1 bis : c'est le calcul de Lucas

Coût en bien-être des fluctuations agrégées (Lucas, 1987) :

$$\text{coût} \approx \frac{1}{2}\gamma\sigma^2 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 2 \times \text{coût des cycles}$$

- Avec $\gamma = 2$ et $\sigma = 2\%$: 0,04 % de la consommation.
- Si l'on pense que les récessions coûtent bien plus, c'est à cause du **chômage**, de la **concentration** des pertes, de l'**hystérèse**.
- Rien de cela n'est mesuré par une covariance avec le PIB par tête.
- Résultat proche d'Arrow et Lind (1970) : pour un risque réparti sur toute la collectivité, la prime tend vers zéro.

Réponse 2 : d'où vient γ ?

Le planificateur a besoin d'un γ . Deux sources possibles :

- les **préférences révélées** : alors l'échec sur les marchés est une preuve contre la spécification elle-même, et l'usage normatif en hérite ;
- un **postulat éthique** : alors ce n'est plus un résultat scientifique, mais un choix, à présenter comme tel.

Une norme n'est pas réfutée par un comportement. Mais une économie du bien-être sans préférences observées est un choix politique.

Un γ entre 1 et 4, selon les experts

Tableau présenté par C. Gollier en 2017 :

	Aversion aux inégalités γ
Green Book britannique (2003), Stern (2007)	1
Cline (1992)	1,5
Arrow (1995), Weitzman (2007), Nordhaus (2008)	2
Dasgupta (2007)	2 à 4

- Sa conclusion : le calibrage suppose de « s'accorder sur notre degré collectif d'aversion aux inégalités » et sur « nos croyances collectives ».
- Nicole El Karoui, au même colloque : pour une probabiliste, « une telle certitude » sur les paramètres est « très surprenante ».
- Ben Groom : dans son enquête, économistes et philosophes émettent « d'énormes objections » au cadre utilitariste standard.

Quatre lectures du rejet

- ❶ **Les marchés sont déformés** (contraintes de levier, gestion déléguée, indices de référence). La norme survit, mais on ne peut plus rien calibrer sur les marchés.
- ❷ **Les préférences sont autres** : utilité relative (Abel, 1990), aversion aux pertes, goût de l'asymétrie. Le risque agrégé ne porte alors aucune prime.
- ❸ **Le risque qui compte est individuel** et non assurable (Mankiw, 1986 ; Constantinides, Duffie, 1996). Il est distributif : qui perd, et non quand.
- ❹ **Les agents ne connaissent pas le modèle** : ce sont les anticipations rationnelles qui sont rejetées.

Les gens sont-ils averses au risque ?

- Les mêmes personnes achètent des billets de loterie et de l'assurance (Friedman, Savage, 1948).
- Franchises d'assurance habitation (Sydnor, 2010) : environ 100 dollars de prime pour un gain espéré d'une vingtaine de dollars.
- Extensions de garantie, assurance des téléphones : très chères, très vendues.
- Mais sous-assurance des gros risques : rentes viagères, inondations, dépendance.

On sur-assure le petit et on sous-assure le grand : le contraire d'une utilité concave.

Pas de γ à révéler

- Rabin (2000) : aucun γ unique ne rend compte à la fois des petits et des grands enjeux.
- Kahneman et Tversky (1979) : les petites probabilités sont surpondérées. D'où le loto **et** l'assurance trop chère.
- Extensions de garantie (Abito, Salant, 2019) : les acheteurs **surestiment** la probabilité de panne. Informés, ils paient beaucoup moins.
- Ce que les comportements révèlent ressemble plus à une erreur de perception qu'à une préférence. Un planificateur n'a guère de raison de l'adopter.

Quatrième lecture : des croyances, pas des primes

- Le CCAPM est une hypothèse jointe : préférences **et** connaissance de la vraie distribution.
- Enquêtes auprès des investisseurs (Greenwood, Shleifer, 2014) : les rendements attendus sont extrapolatifs, et corrélés négativement avec ceux des modèles.
- La « variation des taux d'actualisation » pourrait être une variation des croyances.
- Le planificateur n'a pas à reprendre ces croyances. Mais lui non plus ne connaît pas le modèle.

Risque ou incertitude ?

- Le bêta d'une ligne à grande vitesse sur 50 ans, la distribution de la croissance en 2070 : ce ne sont pas des risques probabilisables.
- C'est de l'incertitude au sens de Knight (1921) et de Keynes (1936, chapitre 12).
- Tout l'appareil (β , φ , VAN espérée) suppose une distribution connue.
- Le rapport Gollier (2011) le mentionne lui-même : paradoxe d'Ellsberg, aversion à l'ambiguïté.

finance, Americans are apt to be unduly interested in discovering what average opinion believes average opinion to be; and this national weakness finds its nemesis in the stock market. It is rare, one is told, for an American to invest, as many Englishmen still do, 'for income'; and he will not readily purchase an investment except in the hope of capital appreciation. This is only another way of saying that, when he purchases an investment, the American is attaching his hopes, not so much to its prospective yield, as to a favourable change in the conventional basis of valuation, i.e. that he is, in the above sense, a speculator. Speculators may do no harm as bubbles on a steady stream of enterprise. But the position is serious when enterprise becomes the bubble on a whirlpool of speculation. When the capital development of a country becomes a by-product of the activities of a casino, the job is likely to be ill-done. The measure of

Stoléro (1969) : des dépenses qui échappent au calcul

Cette mécanique du comportement à l'investissement est bien rudimentaire, pour au moins trois raisons :

- la première raison est qu'une bonne partie des dépenses d'investissement échappe à tout jugement économique, soit que l'évaluation économique des bénéfices correspondants soit impossible (investissements en sièges administratifs, bâtiments à caractère social, réseau de transport intérieur...), soit que les investissements soient rendus obligatoires par la situation du marché (modernisation des techniques pour suivre les concurrents, augmentation de taille des machines si les spécifications techniques demandées par les clients se modifient...). Cette masse d'investissements de survie ou d'investissements généraux n'est donc guère sensible aux tendances du taux d'intérêt;

Stoléro (1969) : le coût des capitaux n'est pas le fondement de la décision

Chacune des trois raisons précédentes est suffisante pour montrer que la décision d'investir des entreprises sera peu affectée par l'augmentation ou la diminution du taux d'intérêt au moins dans les zones où celles-ci se situent habituellement. Si l'on ajoute qu'on pourra, dans les secteurs où la concurrence est peu active, répercuter la hausse du taux d'intérêt sur le prix de vente, on voit en définitive que le coût des emprunts n'est pas le fondement essentiel de la décision d'investir.

Bilan : quelle modestie ?

- Pas seulement « les paramètres sont mal mesurés ».
- Le cadre suppose une connaissance (des préférences, des distributions) que personne n'a.
- Cela ne dit **pas** que le taux doit être plus bas, ni plus haut.
- Cela dit que γ , φ et β sont des conventions, et qu'une décimale de bêta n'a pas de sens.

Section 6

Retour aux applications

Les bêtas en pratique : transports

	Type de projet	4 %	4,5 %	2,5 + 2 * β jusqu'en 2070	β utilisés
Autoroute ferroviaire Atlantique	Autoroute ferroviaire			Oui, grâce au rapport de contre-expertise	0,5 pour les coûts d'investissement 1 pour le carbone 1,4 pour le fret ferroviaire
GPSO	Ligne Grande Vitesse		Oui	Oui	1,1 pour les aménagements ferroviaires 1,4 pour le fret sur la ligne nouvelle 1,45 / 1,7 pour les voyageurs de la ligne nouvelle
Grand Paris Express (plusieurs tronçons)	Métro	Oui	Oui	Oui	0,5 pour les coûts d'investissement 1 pour le carbone 1,1 pour les transports urbains

Les bêtas en pratique : transports

Modernisation Serqueux Gisors	Ferroviaire		Oui	Oui	0,5 pour les coûts d'investissement 1,2 pour le TER 1,4 pour le fret
Contournement de Rouen	Autoroute		Oui	Non, mais les contre-experts y ont réfléchi	
Charles de Gaulle Express			Oui	Oui	0,5 pour les coûts d'investissement 1 pour le carbone 1,1 pour les autres avantages 1,7 pour les avantages du CdG Express
Castres Toulouse	Autoroute	Oui	Oui	Non. Les contre-experts ont recommandé de le faire à l'avenir	

Ce que montre ce tableau

- Des bêtas de 0,5 à 1,7 selon les postes d'un même projet.
- Un chiffrage avec bêtas rarement mis en avant, car plus pénalisant que le taux unique de 4,5 %.
- Projets routiers : pas de chiffrage avec bêtas.
- Le bêta est donc appliqué de façon inégale, et choisi parmi plusieurs présentations possibles.

Ce que le bêta fait à la VAN

Valeur actualisée nette, indice 100 au taux unique de 4,5 % (CGI, mars 2017) :

Projet	À 4 %	À 4,5 %	Avec les bêtas
Grand Paris Express, ligne 14 Sud	118	100	84
Grand Paris Express, ligne 15 Ouest	126	100	80
Charles de Gaulle Express	129	100	62
LGV GPSO		100	43 à 59
Grand Paris Express, ligne 18	146	100	13

- Hors transports, aucun bêta n'est fourni : on reprend 4,5 % partout. Hôpitaux : 16 projets, aucune VAN calculée.
- Les seuls bêtas chiffrés sont supérieurs à 1 : de quoi ne donner des arguments « qu'aux perdants », écrit le CGI.
- Bêtas indicatifs jamais utilisés : 0,11 pour l'éducation, -0,24 pour la santé.

Source : colloque France Stratégie sur le taux d'actualisation, 2017. pdf

The problem is that France is completely isolated on this subject. We are basically the only country where we have this sophistication of discriminating the discount rate with respect to risk and maturity, so it is difficult. It forces the evaluators to spend much more time trying to estimate the risk profile of the project. At the same time, it is useful to do that because it forces the evaluators to really improve the way they present the case and try to explain pluses and minuses to the decision-makers. I think it would be nice to convince the UK, The Netherlands and the US to use the French model! France has a tradition to have a role for democracy, human rights and also for the discount rate! It would be a nice exercise to be performed in order to see what the social cost of using a single rate is. I am trying to do that in my research.

- Santé et prévention : bénéfices peu sensibles au cycle, bêta théorique faible. En pratique, le taux par défaut est utilisé.
- Climat : le **signe** même du bêta est disputé.
 - ▶ Vision « assurance » (Weitzman) : les dommages sont pires dans les mauvais états du monde, bêta négatif.
 - ▶ Dietz, Gollier, Kessler (2018) : les dommages croissent avec le PIB, bêta positif.
- C'est le cas où le bêta compte le plus, et celui où on le connaît le moins.

Le cas de la Société du Grand Paris

Source : Cour des comptes. pdf

L'analyse de la SGP est que le contexte de taux exceptionnellement bas en 2017 est particulièrement favorable pour apprécier la réaction des marchés financiers à une première émission obligataire et intéresser les investisseurs en prévision des prochaines émissions. Ce contexte rend moins intéressantes les conditions financières des prêts CDC et BEI. Cette analyse soulève néanmoins des interrogations : d'une part sur la capacité réelle de la SGP à piloter des émissions obligataires ; d'autre part, sur les conditions financières de ces émissions. Si les conditions d'émission déterminées par la délibération du 28 novembre 2016 sont prudentes pour une maturité de 30 ans (prime de 50 points de base sur l'OAT et émission en euros), il y aura lieu de veiller à ce que la prime sur les obligations souveraines soit la plus faible possible au regard de la transparence financière de la SGP à l'égard de la signature de l'État. Enfin, la préférence économique pour le financement obligataire ne doit pas négliger le fait que les prêts CDC et BEI incluent une commission de non-utilisation de 0,10 % par an de l'encours non tiré.

Le cas de la Société du Grand Paris

- Financement par emprunt obligataire à 30 ans, à une prime de 50 points de base sur l'OAT.
- Le coût effectif des ressources est donc très inférieur au taux d'actualisation de l'évaluation.
- « Actualiser les gains espérés au coût de financement » : c'est ce que tout le monde fait, dit la vidéo.
- C'est aussi la recommandation n° 2 du rapport Gollier : raisonner sur l'**espérance** des gains et des coûts.

La même question : vendre ou racheter un actif public

- Évaluer un projet, c'est actualiser des bénéfices futurs pour décider d'investir.
- Privatiser ou nationaliser, c'est actualiser des recettes futures pour fixer un **prix**.
- Dans les deux cas, le résultat dépend du taux, donc de la prime de risque et du bêta.
- « Les autoroutes ont-elles été bradées ? » est une question sur le taux d'actualisation.

Autoroutes : un prix qui dépend du taux

Assemblée nationale, 11 octobre 2005 :

	Taux	Valeur
Rapport Mariton	8 %	10 à 12 Md€
Gilles Carrez, avec le taux du rapport Lebègue	5 %	22 à 23 Md€
Dividendes attendus jusqu'en 2032, non actualisés	0 %	40 Md€
Prix payé, 2006		14,8 Md€
Coût d'un rachat, estimé au Sénat en 2020	« selon le taux retenu »	de 25-30 à 60 Md€

- Du simple au double, pour les mêmes recettes de péage.
- « 40 milliards de dividendes » contre « 12 milliards » : les deux chiffres sont compatibles, à 8 %.

Autoroutes : le débat du 11 octobre 2005

Gilles Carrez, rapporteur général du budget :

« M. Mariton évoque une valorisation de 10 à 12 milliards en retenant un taux d'actualisation de 8 %. Or le rapport Lebègue, du Commissariat au plan, le situe désormais de 4 % à 6 %. Si l'on retient un taux de 5 %, avec une augmentation du trafic de 2 %, la valorisation sera de l'ordre de 22 à 23 milliards. »

« Le problème se pose de même pour toutes les cessions de patrimoine de l'État. »

- Vendre à 7 ou 8 %, dit-il, suppose que l'usage de l'argent soit « extrêmement rentable du point de vue socio-économique ».

Source : Assemblée nationale, compte rendu analytique, 1^{re} séance du 11 octobre 2005.

Autoroutes : une dispute sur la prime de risque

Les deux camps parlent du risque, sans le nommer ainsi :

- Pour la vente : les dividendes sont « aléatoires » (trafic, prix du pétrole), la dette de l'État coûte 3,5 % et elle est certaine.
- Contre la vente : on échange 40 milliards de dividendes contre 12 milliards. « On ne vend qu'une fois et l'on pleure pendant trente ans. »
- Entre 3,5 % et 8 %, l'écart est la prime de risque. Tout le désaccord sur le prix tient dans ce chiffre.
- Et le risque en question (le trafic d'autoroutes en service) a un bêta « jugé faible ».

Autoroutes : d'où venait le taux

Commission des participations et des transferts, avis du 31 janvier 2006 sur APRR :

- coût des fonds propres = taux sans risque (OAT 15 ans) + prime de risque du marché des actions $\times$ bêta du secteur ;
- risques retenus : « croissance du PIB, prix des hydrocarbures », concurrence des autres modes, cadre tarifaire ;
- le bêta des autoroutes est « jugé faible » ;
- les taux retenus « se réconcilient avec les taux d'actualisation macroéconomiques utilisés pour la sélection d'investissements publics ».

C'est la formule de cette présentation, appliquée à une vente.

Autoroutes : le marché actualisait moins que les experts

Même avis, pour APRR :

- valeur plancher fixée par la Commission : 51 € par action, soit 5,8 Md€ ;
- offres reçues : 60 à 62 € par action, soit environ 20 % de plus ;
- explication de la Commission : « taux d'intérêt historiquement bas, recherche par les investisseurs de valeurs défensives » ;
- des montages fondés sur « un recours élevé au crédit bancaire ».

Les acheteurs appliquaient donc un taux plus bas que celui des évaluateurs de l'État.

Et en 2015, pour le plan de relance autoroutier : l'État proposait 6,8 %, le contrat retient 8 %.
« Les taux d'actualisation ne sont pas une science exacte. » (Élisabeth Borne, devant le Sénat, 2020)

Pourquoi un prix théorique, s'il y a des enchères ?

- ① **C'est un plancher légal.** La loi de privatisation de 1986 charge la Commission de fixer une valeur en dessous de laquelle l'État ne peut pas vendre.
- ② **Pour APRR, la concurrence a joué :** quatre offres fermes, à 20 % au-dessus du plancher.
- ③ **Pour ASF, la plus grosse, il n'y avait qu'un acheteur :** « La participation dans ASF n'a fait l'objet que d'une offre émanant du groupe Vinci. »
 - ▶ Plancher : 47 € par action, soit 10,9 Md€. Prix payé : 51 €.
 - ▶ Sans concurrent, le taux d'actualisation fixe le plancher, donc presque le prix.

Ce qu'une enchère ne dit pas

- Une enchère révèle ce que l'actif vaut pour les **acheteurs**, à leur coût du capital.
- Elle ne dit pas ce qu'il vaut pour le **vendeur** : les dividendes qu'il abandonne, actualisés à son propre taux.
- Si l'État s'applique 8 %, toute offre au-dessus de 10 à 12 Md€ est une bonne affaire.
- S'il s'applique 5 %, il ne devrait pas vendre en dessous de 22 Md€. Aucune offre ne l'atteignait.
- Une partie de la valeur pour l'acheteur vient de l'État : les évaluations intègrent « l'impact fiscal de l'endettement ».

La décision de vendre dépend donc de la prime de risque que l'État s'applique à lui-même.

Autoroutes : après coup

Rapport IGF-CGEDD (2021) :

- rentabilité pour l'actionnaire de 11,8 % (ASF-Escota) et 12,5 % (APRR-Area), contre un coût des fonds propres estimé à 7,67 % en 2006 ;
- causes : meilleurs résultats d'exploitation, baisse des taux d'intérêt, endettement accru ;
- avec ces flux, le prix aurait été supérieur de 45 à 52 %. Calcul « très hypothétique », dit la mission.

Conseil d'État, avis du 8 juin 2023 :

- le choix de la mesure de rentabilité n'est pas une question de droit ;
- le transfert de risque joue dans les deux sens : avoir profité de taux bas ne suffit pas à justifier une résiliation.

Les experts de la prime de risque

Do you want a bedtime story that "the world is ok" in order to be able to go to sleep, or the tough truth?

Be aware that my treatment of the CAPM in an introductory corporate finance textbook borders on heresy. Most textbooks still make the CAPM their centerpiece. They do this not because the authors believe in it, but because it is dogma that new finance students (and many old finance professors) are too fragile to deserve the hard truth. I am sorry—I wish I could have told you a happy bedtime story about how the world is nice and orderly, too. But it would have been a lie.

"Cost of Capital" Expert Witnessing

When Congress tried to force the "Baby Bells" (the split-up parts of the original AT&T) to open up their local telephone lines to competition, it decreed that the Baby Bells were entitled to a fair return on their infrastructure investment—with fair return to be measured by the CAPM. (The CAPM is either the *de facto* or legislated standard for measuring the cost of capital in many other regulated industries, too.) The estimated value of the telecommunication infrastructure in the United States is about \$10 to \$15 billion. A difference in the estimated equity premium of 1% may sound small, but even in as small an industry as local telecommunications, it meant about \$100 to \$150 million a year—enough to hire hordes of lawyers and valuation consultants opining in court on the appropriate equity premium. Some of my colleagues bought nice houses with the legal fees.

I did not get the call. I lack the ability to keep a straight face while stating that "the equity premium is exactly x point y percent," which was an important qualification for being such an expert. In an unrelated case in which I did testify, the opposing expert witness even explicitly criticized my statement that my cost-of-capital estimate was an imprecise range—unlike me, he could provide an exact estimate, and it was 11% per year!

Baby-Bell History: Bradford Cornell, UCLA

Les experts de la prime de risque

- Ivo Welch, sur la régulation des télécoms aux États-Unis : un point de prime de risque valait 100 à 150 millions de dollars par an.
- De quoi financer des armées d'avocats et de consultants. « Certains de mes collègues se sont acheté de belles maisons. »
- Lui dit ne pas savoir garder son sérieux en affirmant que la prime vaut « exactement x,y % ».
- En France : banques conseils, expertises et contre-expertises, pour un paramètre que personne ne sait mesurer.
- Quand un point de taux vaut des milliards, l'imprécision de la théorie n'est pas neutre : elle se négocie.

Ce que cela dit de notre sujet

- Une prime de risque élevée joue deux fois contre la détention publique :
 - ▶ elle écarte des investissements publics,
 - ▶ elle abaisse le prix auquel l'État vend ses actifs.
- L'État est pourtant l'acteur qui emprunte le moins cher.
- Vendre un actif évalué à 8 % pour rembourser une dette qui coûte moins de la moitié : le gain de l'acheteur vient en partie de cet écart.
- Si la prime de risque est une convention, le prix de vente d'un actif public l'est aussi.

Une exception française

Christian Gollier le dit lui-même :

« France is the only OECD country in which public institutions are requested to estimate the beta of the public investment projects. » (Journal of Monetary Economics, 2016, p. 77)

« France is currently the only country in the world to impose a public discounting system based on the CCAPM formula. » (2024)

Et il ajoute, en 2024 :

« In practice, many evaluators find it difficult to estimate the beta of their projects, so that most of them use the average rate of 3.2%. »

Un bêta qu'on ne sait pas estimer

- France Stratégie (2022) : « faute de pouvoir estimer bêta, on le suppose souvent égal à 1 par convention ».
- Métro de Toulouse : 2 milliards d'euros d'écart sur les bénéfices selon que le bêta vaut 0,7 ou 1,4, pour un investissement d'un peu plus de 3 milliards.
- Direction du Trésor, colloque de 2017 : le bêta peut changer la VAN « d'un facteur dix ». Quant à sa robustesse, « le travail reste à faire ».
- Christian Gollier, même colloque : estimer le bêta du climat ou d'une ligne à haute tension est « assez complexe », il y faut « beaucoup d'imagination ».

En pratique, le système revient donc à un taux unique de 3,2 % : le taux sans risque, majoré de 2 points pour tous les projets.

Un succès, ou un isolement ?

Christian Gollier, conclusion du colloque de 2017 :

« The problem is that France is completely isolated on this subject. [...] I think it would be nice to convince the UK, the Netherlands and the US to use the French model! France has a tradition to have a role for democracy, human rights and also for the discount rate! »

- Son argument : avec un taux unique, on investit trop dans les projets risqués et pas assez dans les projets sûrs. Revenir en arrière aurait « un coût très élevé ».
- Son parallèle : Bâle III et Solvabilité II, qui ont fait entrer le risque dans la réglementation.

Coller à la théorie, ou à ce qui marche ?

- Les autres pays ont regardé la même théorie, et n'ont pas retenu de bêta par projet.
- Le Trésor britannique : traiter le risque dans le projet, garder un taux stable.
- Le parallèle bancaire se retourne : devant la fragilité des pondérations de risque calculées par modèle, Bâle III a rétabli un ratio de levier simple, sans pondération.
- La théorie qui fonde le bêta est rejetée par les données, et le bêta lui-même n'est pas estimé.
- La sophistication aboutit à une majoration uniforme de 2 points du taux appliqué à l'investissement public.

Une règle simple et assumée comme convention vaut-elle moins qu'une règle exacte en théorie mais inapplicable ?

Ailleurs : pas de bêta par projet

Pays	Taux sans risque	Prime de risque
Royaume-Uni	3,5 %, décroissant	aucune
États-Unis	3 % et 7 %	aucune par projet
Norvège	2,5 %, puis 2 %	1 à 1,5 %, uniforme
Pays-Bas	0 %	3 %, uniforme
France	1,2 %	$2 \% \times \text{bêta du projet}$

- Ben Groom (LSE) : des mises en œuvre « très ad hoc » partout.
- Trésor britannique (J. Lowe) : identifier, chiffrer et gérer les risques du projet, plutôt qu'une prime de risque qui serait une estimation « statistiquement informée » mais hasardeuse. Le vrai sujet est le biais d'optimisme.
- Et la stabilité du taux a une valeur : elle permet de comparer les décisions dans le temps.

Source : colloque France Stratégie du 29 mars 2017 (valeurs de l'époque, sauf France).

Proposition 1 : dire que ce sont des conventions

- Présenter r_f , φ et β comme des choix collectifs, et non comme des mesures.
- Ne plus afficher de bêtas à deux décimales.
- Publier systématiquement la VAN à plusieurs taux (par exemple 1,2 %, 3,2 %, 4,6 %).
- Rendre visible le poste qui fait basculer le signe.

Proposition 2 : l'incertitude sur le taux plaide pour des taux décroissants

Weitzman (1998, 2001) : si l'on hésite entre deux taux, ce sont les **facteurs d'actualisation** qu'il faut moyenner.

Exemple : 1 % ou 7 %, avec la même probabilité.

Horizon	Taux équivalent
1 an	4,0 %
10 ans	3,6 %
100 ans	1,7 %
200 ans	1,3 %

Moins on connaît le taux, plus le taux de long terme doit être proche de la borne basse.

Proposition 3 : mettre le risque dans les flux

- Le risque de premier ordre n'est pas le bêta, mais l'**optimisme** des prévisions.
- Flyvbjerg et coauteurs (2002, 2003) : dépassements de coûts et surestimation des trafics, systématiques, dans les grands projets de transport.
- Majorer le taux pour compenser des flux trop optimistes pénalise surtout les bénéfices lointains : ce n'est pas la bonne correction.
- Mieux vaut des flux honnêtement probabilisés, des scénarios, et des corrections fondées sur les projets passés.

Proposition 4 : le cycle par les prix fictifs

- Ce qui rend les récessions coûteuses, c'est le sous-emploi.
- Il se traite dans les flux : valeur sociale du travail en bas de cycle, coût d'opportunité des fonds publics.
- C'était la démarche des rapports Malinvaud (1981, 1984).
- Les « scénarios macroéconomiques » des évaluations actuelles vont dans ce sens. Ce n'est pas un contournement de la doctrine, c'est peut-être la bonne méthode.

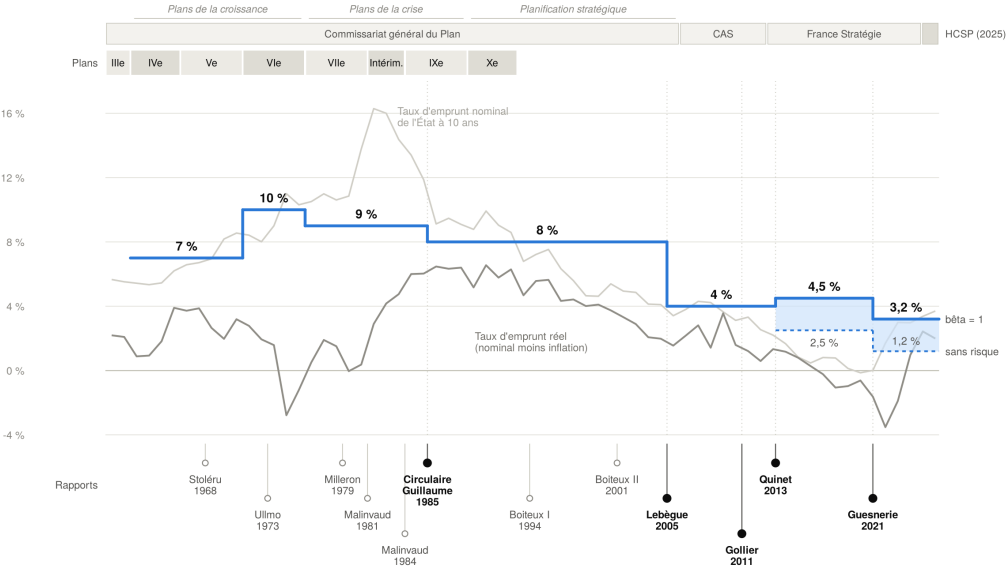
Section 7

Une question ouverte

Le capital est-il redevenu rare ?

Le taux d'actualisation public en France, du Plan au Haut-commissariat

Taux réel préconisé pour l'évaluation des investissements publics. Depuis 2013, il dépend du bêta du projet : la zone bleue va du taux sans risque au taux pour un bêta de 1. En gris, le taux d'emprunt de l'État à 10 ans : nominal (gris clair) et réel, c'est-à-dire moins l'inflation de l'année (gris soutenu).



Le capital est-il redevenu rare ?

- Taux d'emprunt de l'État à 10 ans : 0 % en 2021, 4 % à l'été 2026.
- En termes réels : de $-1,6$ % en 2021 à environ 2 % en 2025-2026.
- Pour la première fois, l'État emprunte plus cher que le taux sans risque de la doctrine (1,2 %).
- Les demandes de capital s'additionnent : intelligence artificielle (de l'ordre de 700 milliards de dollars d'investissements annoncés pour 2026 par les grands opérateurs), défense, transition énergétique, déficits publics.

Faut-il relever le taux d'actualisation, c'est-à-dire investir moins ?

Les arguments pour

- **Le coût d'opportunité.** Si le privé offre des rendements élevés, un projet public doit faire au moins aussi bien. C'est la logique du VI^e Plan : 10 %, « compte tenu de la rareté des capitaux ».
- **Ramsey aussi.** Si l'IA relève durablement la croissance d'un point, la règle $\delta + \gamma g$ ajoute deux points au taux.
- **La cohérence.** On a invoqué les taux bas pour investir davantage. L'argument vaut dans les deux sens.
- La stagnation séculaire serait terminée.

Les arguments contre

- **On ne sait pas pourquoi les taux montent.** Rareté du capital, prime de terme, retrait des banques centrales, écart de taux propre à la France : seul le premier motif justifierait de relever le taux.
- **Bulle ou croissance ?** Si l'IA est une bulle, les taux sont hauts sans que la croissance le soit.
- **L'horizon.** Le taux réel à 10 ans est passé de $-3,5\%$ à $+2,4\%$ en trois ans. On ne fixe pas un taux pour cinquante ans là-dessus.
- **La symétrie.** Le taux n'a pas été ramené à zéro quand les taux réels étaient négatifs, de 2015 à 2022.
- **Le précédent de 1971.** Le relèvement à 10% « n'a pas permis d'ajuster le nombre de projets à l'enveloppe budgétaire ». Le VII^e Plan a créé pour cela le coût d'opportunité des fonds publics.

Une contradiction : l'épargne abondante rend court-termiste

L'enchaînement des années 2000-2021 :

- ① excès d'épargne mondiale ;
- ② baisse des taux d'intérêt ;
- ③ hausse du prix des actifs (actions, immobilier) ;
- ④ donc rendements **constatés** élevés sur les actifs risqués ;
- ⑤ la méthode habituelle y lit une prime de risque élevée ;
- ⑥ donc un taux d'actualisation élevé pour les projets risqués, et moins d'investissement.

On investit moins au moment où l'épargne est disponible en quantité.

Une contradiction : le rendement mesuré va à l'envers

- Quand le rendement **exigé** baisse, les prix montent. Pendant la transition, le rendement **constaté** augmente.
- Exemple : le rendement du dividende passe de 4 % à 2 % en vingt ans. Le prix double.
 - ▶ Rendement attendu pour l'avenir : 2 points de moins.
 - ▶ Rendement constaté sur la période : 3,5 points de plus par an.
- Fama et French (2002) : prime constatée de 7,4 %, prime attendue de 2,6 %.
- Calibrer la prime de risque sur l'histoire, c'est prendre le symptôme de l'abondance d'épargne pour une preuve de rareté du capital.

Une contradiction : des valorisations, pas des rendements



Une contradiction : « trop d'argent pour trop peu d'actifs »

Global Financial Stability Report October 2017: Is Growth at Risk?

October 3, 2017

Description:

The October 2017 *Global Financial Stability Report* (GFSR) finds that the global financial system continues to strengthen in response to extraordinary policy support, regulatory enhancements, and the cyclical upturn in growth. Global bank balance sheets are stronger because of improved capital and liquidity buffers, amid tighter regulation and heightened market scrutiny. However, some banks are still grappling with legacy issues and business model challenges, where progress has been uneven. The environment of continuing monetary accommodation—necessary to support activity and boost inflation—may lead to a continued search for yield where there is too much money chasing too few yielding assets, pushing investors beyond their traditional habitats. As the search for yield intensifies, vulnerabilities are shifting to the nonbank sector and market risks are rising. This may lead to a further compression of risk compensation in markets and higher leverage in the nonfinancial sector. These challenges must

Une contradiction : la hausse de tous les actifs



Briefing Asset prices

The Economist October 7th 2017



The bubble without any fizz

Low interest rates have made more or less all investments expensive

USUALLY, when asset prices boom, people get excited. As America's stockmarkets scaled wild peaks in 1929 and 1999 they did so amid feverish enthusiasm. Search for such euphoria on Wall Street today and you will come back empty-handed. Look at underlying numbers, though, and it is at first hard to see why. Over the

vestments and which they may not fully understand, any more than they understood the risks of mortgage-backed securities and other instruments in the run up to the financial crisis ten years ago. And the underlying driver of this oddly broad bull market, low long-term real interest rates, has conflicting explanations—some com-

profits is currently uncommonly expensive (see chart).

This year's rise in American equities—the S&P 500 is 13% higher than it was on January 1st—has been almost matched by stockmarkets in Europe and Japan, and outpaced by those in emerging markets. When measured against a benchmark similar to CAPE, European and emerging-market stockmarkets are not as strikingly priced as American ones. But they are handily above their long-run average. They can no longer be regarded as cheap, even if they are not as expensive-looking as American stocks.

Or take property. In countries that were unscathed by the global financial crisis,

Une contradiction : ce qu'elle implique

- Les marchés ont été « extrêmement court-termistes » pour les actifs risqués, dit Christian Gollier (2017). Importer leur prime, c'est importer ce court-termisme.
- L'épargne en excès est allée vers les actifs existants (immobilier, actions), pas vers l'investissement nouveau.
- L'investissement public était l'un des emplois possibles de cette épargne. La prime de risque l'en a écarté.
- Aujourd'hui, le mécanisme joue à l'envers : les taux montent, les prix devraient baisser, les rendements constatés aussi. La même méthode conclura, avec retard, que le risque est moins cher.

Ce que la question révèle

- Elle ne porte pas sur le bêta. Elle porte sur le **niveau** du taux, celui que la théorie détermine le moins.
- Deux instruments, deux rôles :
 - ▶ le taux d'actualisation classe les projets entre eux ;
 - ▶ l'enveloppe budgétaire, ou le coût d'opportunité des fonds publics, dit combien investir.
- Le Trésor britannique fait ce choix : le montant se décide au niveau macroéconomique, le taux reste stable.
- Relever le taux quand les taux montent rendrait l'investissement public procyclique par rapport aux marchés financiers.

Section 8

Conclusion

Conclusion

- La théorie de base (Fisher, Ramsey, CAPM, CCAPM) est le bon langage pour poser le problème.
- Elle ne fournit pas les nombres : ni γ , ni φ , ni β ne se mesurent, sur les marchés comme chez les ménages.
- Prise comme norme, avec les paramètres du taux sans risque, elle dit que la prime de risque macroéconomique est négligeable.
- Abandonner le bêta dans le taux n'est pas un retour en arrière si le risque est mieux traité ailleurs : dans les flux, les scénarios et les prix fictifs.
- Ce qui reste est un choix collectif. Il gagne à être présenté ainsi.

Références (1/2)

- Abito, Salant (2019), *Review of Economic Studies*.
- Arrow, Lind (1970), *American Economic Review*.
- Assemblée nationale (2005), compte rendu analytique, 1^{re} séance du 11 octobre 2005.
- Bansal, Yaron (2004), *Journal of Finance*.
- Barro (2006), *Quarterly Journal of Economics*.
- Campbell, Cochrane (1999), *Journal of Political Economy*.
- Cochrane (2005), *Asset Pricing*; Cochrane (2011), *Journal of Finance*.
- Commission des participations et des transferts (2006), avis n° 2006-AC-1 du 31 janvier 2006 (APRR), *Journal officiel* du 17 février 2006.
- Dichev (2007), *American Economic Review*.
- Dietz, Gollier, Kessler (2018), *Journal of Environmental Economics and Management*.
- Dimson, Marsh, Staunton (2002), *Triumph of the Optimists*.
- Fama, French (1992), *Journal of Finance*.
- France Stratégie, CGI, CGEDD (2017), *The discount rate in the evaluation of public investment projects*, actes du colloque du 29 mars 2017.
- Flyvbjerg, Holm, Buhl (2002), *Journal of the American Planning Association*.
- Frazzini, Pedersen (2014), *Journal of Financial Economics*.
- France Stratégie (2022), « Taux d'actualisation : un bêta sensible ».

Références (2/2)

- Greenwood, Shleifer (2014), *Review of Financial Studies*.
- Harvey, Liu, Zhu (2016), *Review of Financial Studies*.
- IGF, CGEDD (2021), *Le modèle économique des sociétés concessionnaires d'autoroutes*.
- Jorion, Goetzmann (1999), *Journal of Finance*.
- Lebègue (2005), *Révision du taux d'actualisation des investissements publics*, Commissariat général du Plan.
- Lucas (1987), *Models of Business Cycles*.
- Mehra, Prescott (1985), *Journal of Monetary Economics*; Mehra (2008), *Handbook of the Equity Risk Premium*.
- France Stratégie (2021), *Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics. Complément opérationnel I : révision du taux d'actualisation*.
- Quinet (2013), *L'évaluation socioéconomique des investissements publics*, CGSP.
- Rabin (2000), *Econometrica*.
- Sénat (2020), commission d'enquête sur les concessions autoroutières, rapport n° 709 (2019-2020).
- Stoléru (1969), *Économie et Statistique*.
- Sydnor (2010), *American Economic Journal : Applied Economics*.
- Weil (1989), *Journal of Monetary Economics*.