

**Bêtas des aéroports français à partir de  
l'observation des marchés boursiers et de  
précédents de régulation**

Dr Urs Trinkner

Tobias Binz

Dr Matteo Mattmann

**Pour l'Autorité de régulation des transports**

**14.02.2020**

**ISSN 2235-1868**

**Titre :** Bêtas des aéroports français à partir de l'observation des marchés boursiers et de précédents de régulation

**Version :** Version 1.0

**Date :** 14.02.2020

**Auteurs :** Dr Urs Trinkner, Tobias Binz, Dr Matteo Mattmann

**Contact :** Tobias Binz, tobias.binz@swiss-economics.ch, +41 79 840 00 96

**Mots clés :** Bêtas d'aéroport, estimation empirique du bêta, MEDAF, coût des fonds propres, coût du capital, rentabilité autorisée

**Résumé :** Nous présentons les résultats de notre analyse sur les bêtas des actifs à retenir pour les aéroports régulés par l'ART.

## **Avertissement**

Le présent rapport a été préparé par Swiss Economics SE AG (Swiss Economics) à la demande de l'Autorité de régulation des transports (ART).

Swiss Economics décline toute responsabilité ou obligation de diligence sur le contenu du présent rapport (autre que celles qui l'engagent envers l'ART aux termes des dispositions contractuelles applicables). De même, Swiss Economics ne saurait voir sa responsabilité engagée au cas où une personne agirait ou renoncerait à agir en fonction du présent rapport ou pour toute décision prise ou non prise sur la base du présent rapport.

Le présent rapport contient des informations provenant de sources variées. Swiss Economics décline toute responsabilité quant à la vérification ou l'établissement de la fiabilité de ces sources ou des informations fournies.

Swiss Economics n'offre ni déclaration ni garantie de quelque sorte qu'elle soit (hormis à l'ART conformément aux dispositions contractuelles conclues) quant à l'exactitude ou à l'intégralité du rapport.

Le présent rapport est fondé sur les informations auxquelles Swiss Economics a eu accès au moment de la rédaction de ce rapport et ne tient pas compte d'éventuelles informations nouvelles dont elle aurait été informée après la date dudit rapport. Nous déclinons toute responsabilité quant à la mise à jour du rapport ou à l'information du destinataire du rapport au cas où de nouvelles informations seraient portées à notre connaissance, à l'exception des mises à jour convenues au contrat.

Tout droit de reproduction et tout autre droit propriétaire afférent au présent rapport demeurent la propriété de Swiss Economics. Tous droits réservés.

© Swiss Economics SE AG  
Weinbergstrasse 102, CH-8006 Zurich  
www.swiss-economics.ch

## Executive Summary / Résumé

L'Autorité de régulation des transports (ART) est chargée de déterminer le juste niveau de rémunération des fonds propres, à laquelle les aéroports qu'elle régule ont droit. Le code des transports français prévoit que celui-ci est apprécié selon le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF). Une composante clé du MEDAF est le paramètre bêta, qui mesure le risque systématique de l'aéroport (à savoir un risque non-diversifiable).

Swiss Economics (2020) a identifié les groupes d'aéroports comparables, qui peuvent servir à déterminer le juste niveau du paramètre bêta pour chacun des aéroports régulés par l'ART. Dans le présent rapport, nous présentons nos estimations des bêtas des aéroports comparables et décrivons notre méthodologie pour les estimer.

Nous nous appuyons sur des données boursières empiriques ainsi que sur des précédents de régulation pour estimer le bêta de ces comparables.

- Nous utilisons les rendements historiques des titres s'agissant de Fraport (Frankfurt), Aéroports de Paris (Groupe), l'Aéroport de Copenhague, AENA Aeropuertos, et de l'Aéroport de Zurich afin d'estimer empiriquement leurs bêtas des actifs.
- Nous nous fondons sur les précédents de régulation s'agissant de l'Aéroport d'Amsterdam Schiphol, les Aeroporti di Roma, l'Aéroport de Dublin, l'Aéroport de Londres Gatwick, et de l'Aéroport de Londres Heathrow.

Nous combinons les bêtas des différents comparables à l'aide de la matrice de pondération mise en avant dans notre précédent rapport afin d'obtenir le bêta des actifs par groupes de comparables (voir **Tableau 1**).

**Tableau 1 : Bêtas des actifs par groupe et fourchette**

	Bêta des actifs (meilleure estimation)	Bêta des actifs (fourchette)
Groupe 1 (Aéroport d'Amsterdam Schiphol et Fraport (Frankfurt))	0,44	0,39 – 0,49
Groupe 2 (Aeroporti di Roma, Aéroports de Paris (Groupe), et Aéroport de Copenhague)	0,49	0,44 – 0,53
Groupe 3 (AENA Aeropuertos, Aéroport de Dublin, Aéroport de Londres Gatwick, Aéroport de Londres Heathrow, et Aéroport de Zurich)	0,53	0,49 – 0,58

Source : Swiss Economics

## Table des matières

Executive Summary / Résumé.....	3
Table des matières.....	4
Liste de tableaux.....	5
Liste de Figures.....	5
Abréviations.....	6
<b>1 Introduction.....</b>	<b>7</b>
1.1 Contexte.....	7
1.2 Objectif du présent rapport.....	7
1.3 Structure.....	7
<b>2 Cadre.....</b>	<b>8</b>
2.1 Bêtas basés sur l'exposition au risque.....	8
2.2 Aéroports sous mandat de l'ART.....	8
2.3 Liste des aéroports comparables.....	9
2.4 Matrice de pondération.....	10
<b>3 Méthodologie utilisée pour établir les bêtas des comparables.....</b>	<b>11</b>
3.1 Bêtas de comparables fondés sur l'observation empirique des marchés.....	11
3.1.1 Indices représentatifs du marché.....	11
3.1.2 Fréquence et horizon temporel de l'échantillon de données.....	12
3.1.3 Désendettement.....	12
3.2 Bêtas fondés sur les précédents de régulation.....	13
<b>4 Estimations des bêtas des comparables.....</b>	<b>13</b>
4.1 Bêtas bruts fondés sur l'observation empirique des marchés.....	13
4.2 Bêtas fondés sur les précédents de régulation.....	14
4.3 Bêtas des actifs des comparables.....	15
<b>5 Résultats des groupes.....</b>	<b>17</b>
<b>6 Références.....</b>	<b>18</b>
<b>A Analyse de sensibilité.....</b>	<b>19</b>
A.1 Modification de la méthodologie d'estimation.....	19
A.2 Tests de robustesse supplémentaires.....	20
A.2.1 GARCH.....	20
A.2.2 Ajustements de Blume et de Vasicek.....	20

## Liste de tableaux

Tableau 1 :	Bêtas des actifs par groupe et fourchette .....	3
Tableau 2 :	Liste des aéroports régulés par l'ART .....	8
Tableau 3 :	Liste des titres d'aéroport cotés en bourse .....	9
Tableau 4 :	Liste d'aéroports avec des bêtas régulés .....	9
Tableau 5 :	Liste des aéroports comparables .....	10
Tableau 6 :	Matrice de pondération .....	10
Tableau 7 :	Indice de régression utilisé .....	12
Tableau 8 :	Liste de décisions de régulation sur les bêtas aéroportuaires .....	13
Tableau 9 :	Bêtas bruts, levier, et taux d'imposition .....	13
Tableau 10 :	Bêtas des comparables fondés sur les précédents de régulation .....	14
Tableau 11 :	Bêtas des aéroports comparables .....	15
Tableau 12 :	Bêtas des actifs par groupe .....	17
Tableau 13 :	Analyse de sensibilité concernant des indices alternatifs .....	19
Tableau 14 :	Analyse de sensibilité concernant la méthodologie GARCH .....	20

## Liste de Figures

Figure 1 :	Note de risque contre estimations du bêta .....	16
Figure 2 :	Bêtas des actifs des aéroports comparables sur une période glissante de 5 ans	16

## **Abréviations**

ACM	Authority for Consumers & Markets (Autorité pour les consommateurs et les marchés)
AdP	Aéroports de Paris
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
ART	Autorité de régulation des transports
MEDAF	Modèle d'évaluation des actifs financiers
CAA	Civil Aviation Authority (Autorité de l'aviation civile)
CAR	Commission for Aviation Regulation (Commission pour la réglementation aérienne)
CRE	Contrat de régulation économique
EEE	Espace économique européen
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile [Autorité de l'aviation civile italienne]
GARCH	Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity (Hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive généralisée)
MCO	Moindres carrés ordinaires
pax	Passagers
CMPC	Coût moyen pondéré du capital

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

Depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2019, l’Autorité de régulation des transports (ART) est en charge de la régulation des redevances aéroportuaires facturées aux compagnies aériennes et aux utilisateurs par les aéroports français dont le trafic a dépassé 5 millions de passagers (pax) au cours de la dernière année civile, ou les aéroports qui font partie d’un système aéroportuaire ayant au moins un aéroport dont le trafic a été supérieur à 5 millions de passagers au cours de la dernière année civile. En cette qualité, l’ART approuve les grilles tarifaires annuelles préparées et soumises par les aéroports ou donne un avis conforme sur les contrats de régulation économique (CRE) que les aéroports peuvent conclure avec l’État français.

Conformément à l’article L. 6325-1 du code des transports, l’ART utilise le modèle d’évaluation des actifs financiers (MEDAF) pour apprécier, dans le cadre de ses missions, le coût des fonds propres auquel font face les aéroports qu’elle régule. Une composante clé du MEDAF est le bêta, qui mesure le risque systématique d’une entreprise (à savoir un risque non-diversifiable).

Dans un premier rapport de janvier 2020, Swiss Economics a regroupé les aéroports régulés par l’ART, selon leur profil de risque respectif, et identifié les aéroports comparables qui peuvent être utilisés pour estimer le niveau approprié du paramètre bêta de chacun des groupes (Swiss Economics, 2020).

## 1.2 Objectif du présent rapport

L’ART a demandé ce second rapport dans le but de déterminer le juste niveau du paramètre bêta de chacun des aéroports qu’elle régule, selon leur exposition respective au risque.

Dans ce but, nous établirons une liste de bêtas de comparables soit par une analyse empirique des rendements boursiers de sociétés aéroportuaires, soit en nous fondant sur des précédents de régulation. Le rapport traite de la méthodologie appliquée et présente les bêtas des aéroports comparables ainsi que des différents groupes d’exposition au risque.

## 1.3 Structure

Le reste du présent rapport est structuré comme suit :

- au **Chapitre 2**, nous rappelons au lecteur le cadre dans lequel nous nous inscrivons pour déterminer les bêtas des actifs selon l’exposition au risque respective de chaque aéroport ;
- au **Chapitre 3**, nous décrivons notre méthodologie pour établir les bêtas des comparables ;
- au **Chapitre 4**, nous spécifions les bêtas des comparables que nous établissons sur la base de notre méthodologie ; et
- au **Chapitre 5**, nous présentons nos meilleures estimations et fourchettes de bêtas établies pour chaque groupe de risque.

## 2 Cadre

### 2.1 Bêtas basés sur l'exposition au risque

La méthodologie que nous proposons vise à sélectionner, pour chacun des aéroports régulés par l'ART, les bêtas de comparables ayant une exposition similaire au risque systématique.

Dans notre précédent rapport à l'ART, nous avons évalué les déterminants du paramètre de risque bêta et défini trois groupes d'aéroports ayant chacun une exposition au risque similaire. Celle-ci dépend essentiellement de l'ampleur et de la façon dont les fluctuations de bénéfices du marché se traduisent par des fluctuations de bénéfices de l'aéroport. Le degré de transmission de ces fluctuations aux bénéfices de l'aéroport dépend de la rigidité du cadre de régulation (en particulier du plafond des tarifs), de facteurs liés à la demande, ainsi que de facteurs liés à l'offre.

Nous avons évalué l'exposition aux risques des aéroports régulés par l'ART ainsi que celle des aéroports comparables et les avons chacun classés dans l'un des groupes de risques. Nous nous limitons ici aux aéroports comparables de même groupe, lors de la détermination des bêtas d'aéroports.

### 2.2 Aéroports sous mandat de l'ART

Dans notre précédent rapport Swiss Economics (2020), nous avons établi que les aéroports qui sont soumis à une révision annuelle de leurs tarifs appartiennent au premier groupe avec un profil de risque relativement bas. Cela est essentiellement dû à la nature très flexible des plafonds tarifaires dont bénéficient ces aéroports. Seuls les aéroports parisiens, dont le gestionnaire Aéroports de Paris (AdP) a signé un contrat de régulation économique (CRE) avec le gouvernement français, sont exposés à un risque bêta supérieur et appartiennent au groupe 2<sup>1</sup>. Un aperçu des aéroports régulés par l'ART et de leur appartenance aux groupes de risques est présenté dans le **Tableau 2**.

**Tableau 2 : Liste des aéroports régulés par l'ART**

Aéroport	Appartenance au groupe (à la fin 2019)
Aéroport de Bâle-Mulhouse	1
Aéroport de Bordeaux-Mérignac	1
Aéroport de Lyon-Saint Exupéry	1
Aéroport de Marseille-Provence	1
Aéroport de Nantes-Atlantique	1
Aéroport de Nice-Côte d'Azur	1
Aéroports parisiens	2
Aéroport de Toulouse-Blagnac	1

Source : Swiss Economics Rapport.

<sup>1</sup> L'affectation de chaque aéroport à un groupe spécifique est conforme à sa situation à date et dépend des spécificités de son CRE.



### 2.3 Liste des aéroports comparables

Nous utilisons un échantillon de titres d'aéroports cotés sur les marchés pour établir les estimations empiriques des bêtas des comparables. Conformément aux recommandations du Forum de Thessalonique, nous mettons l'accent sur des aéroports situés au sein de l'Espace économique européen (EEE) et en Suisse. Le **Tableau 3** présente la liste des titres d'aéroports cotés en bourse.

**Tableau 3 : Liste des titres d'aéroport cotés en bourse**

Aéroport	Titre	Appartenance au groupe
AENA Aeropuertos (Madrid, Barcelone, et 48 autres aéroports espagnols)	BME: AENA	3
Aéroports de Paris (Groupe)	EPA: ADP	2
Aéroport de Copenhague	CPH: KBHL	2
Fraport (Frankfurt)	ETR: FRA	1
Aéroport de Zurich	SWX: FHZN	3

Notes : Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics.

Nous complétons les bêtas comparables, estimés empiriquement directement à partir de l'observation des marchés, par les bêtas qui ont été établis par des régulateurs de redevances aéroportuaires européens dans un passé récent, comme indiqué dans le **Tableau 4**.

**Tableau 4 : Liste d'aéroports avec des bêtas régulés**

Aéroport	Régulateur	Appartenance au groupe
Aeroporto di Roma	Autorité de l'aviation civile italienne (ENAC)	2
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	Autorité néerlandaise pour les Consommateurs & les Marchés (ACM)	1
Aéroport de Dublin	Commission irlandaise pour la réglementation de l'aviation (CAR)	3
Aéroport de Londres Gatwick	Autorité de l'aviation civile britannique (CAA)	3
Aéroport de Londres Heathrow	CAA	3

Notes : Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics Rapport.

Les aéroports du Tableau 4 ont été sélectionnés de façon à compléter la liste d'aéroports faisant l'objet d'une estimation empirique du Tableau 3 avec des aéroports régulés pertinents. La liste combinée des aéroports formant la base de notre échantillon d'aéroports comparables est présentée dans le **Tableau 5**. Cet ensemble d'aéroports comparables couvrent ainsi non seulement les aéroports relevant des autorités de régulation les plus pertinentes mais également les aéroports desservant l'essentiel du marché européen.

**Tableau 5 : Liste des aéroports comparables**

Aéroport	Observation des marchés / Précédent de régulation	Appartenance au groupe
AENA Aeropuertos	Observation des marchés	3
Aeroporti di Roma	Précédent de régulation	2
Aéroports de Paris (Groupe)	Observation des marchés	2
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	Précédent de régulation	1
Aéroport de Copenhague	Observation des marchés	2
Aéroport de Dublin	Précédent de régulation	3
Fraport (Frankfurt)	Observation des marchés	1
Aéroport de Londres Gatwick	Précédent de régulation	3
Aéroport de Londres Heathrow	Précédent de régulation	3
Aéroport de Zurich	Observation des marchés	3

Notes : Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics.

## 2.4 Matrice de pondération

Les aéroports régulés par l'ART peuvent ensuite être répartis selon leur appartenance à un ensemble approprié de comparables. La matrice de pondération présentée dans notre précédent rapport pour l'ART (Swiss Economics, 2020) attribue au bêta de chacun des comparables de l'échantillon un poids différent selon son appartenance à un groupe donné.<sup>2</sup>

**Tableau 6 : Matrice de pondération**

Aéroport	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
AENA Aeropuertos	0%	0%	20%
Aeroporti di Roma	0%	33%	0%
Aéroports de Paris (Groupe)	0%	33%	0%
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	50%	0%	0%
Aéroport de Copenhague	0%	33%	0%
Aéroport de Dublin	0%	0%	20%
Fraport (Frankfurt)	50%	0%	0%
Aéroport de Londres Gatwick	0%	0%	20%
Aéroport de Londres Heathrow	0%	0%	20%
Aéroport de Zurich	0%	0%	20%

Notes : Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics Rapport

<sup>2</sup> La matrice de pondération tient compte des différences de profil de risque entre les aéroports comparables, celles-ci étant induites par des différences de cadre de régulation, des différences de structure de la demande et des différences de facteurs liés à l'offre. Les aéroports comparables sont classés par groupe selon un risque bêta ascendant. En fonction du nombre et de la pertinence des aéroports comparables au sein d'un groupe, les comparables se voient attribuer des poids différents.

Les aéroports régulés par l'ART sont affectés aux trois groupes de risque, comme suit :

- **Le Groupe 1** comprend l'Aéroport de Bâle-Mulhouse, l'Aéroport de Bordeaux-Mérignac, l'Aéroport de Lyon-Saint Exupéry, l'Aéroport de Marseille-Provence, l'Aéroport de Nantes-Atlantique, l'Aéroport de Nice-Côte d'Azur, et l'Aéroport de Toulouse-Blagnac ;
- **Le Groupe 2** comprend les aéroports parisiens (Paris-Orly et Paris-Charles-de-Gaulle) ;
- **Le Groupe 3** ne comprend pour l'instant aucun aéroport régulé par l'ART.

## **3 Méthodologie utilisée pour établir les bêtas des comparables**

### **3.1 Bêtas de comparables fondés sur l'observation empirique des marchés**

Nous estimons empiriquement les bêtas bruts à partir des rendements des titres des sociétés aéroportuaires cotées en utilisant la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Les bêtas bruts étant susceptibles d'être affectés par le levier financier propre à chacun des aéroports, ils sont chacun convertis en bêtas de l'actif. Ci-après, nous discutons du choix des indices représentatifs du marché, de l'horizon temporel et de la fréquence des données sous-jacentes, et de la formule de désendettement.<sup>3</sup>

#### **3.1.1 Indices représentatifs du marché**

Nous utilisons l'indice boursier représentatif du marché national respectif, couvrant au moins 85 pour cent de celui-ci, ou si un tel indice n'était pas disponible, l'indice disponible le plus large. Les indices nationaux emporte la mesure des risques ayant un impact commun sur toutes les entreprises d'un même pays, ceci dans une perspective présupposant qu'un investisseur théorique ne serait pas en mesure de les diversifier<sup>4</sup>.

Nous utilisons des séries de rendement total, tant de titres que d'indices de marché, de manière à tenir compte des éventuels paiements de dividendes. Le **Tableau 7** montre les indices qui ont été utilisés dans le calcul des bêtas.

---

<sup>3</sup> Toutes les données de marché utilisées dans l'analyse sont obtenues auprès de Refinitiv.

<sup>4</sup> Une autre raison de se fonder sur les indices nationaux est l'existence d'une préférence nationale de l'investisseur. Une observation empirique récente confirme l'existence tenace d'un effet de préférence nationale (Geranio & Lazzari, 2019).

Tableau 7: Indice de régression utilisé

Société aéroportuaire	Indice de marché utilisé	Nombre de constituants	Taille des entreprises représentées
AENA Aeroportos	IBEX 35	35	Grandes et moyennes capitalisations
Aéroports de Paris (Groupe)	CAC All	250 (environ)	Mixte
Aéroport de Copenhague	OMXC 25	25	Grandes et moyennes capitalisations
Fraport (Frankfurt)	CDAX	420 (environ)	Mixte
Aéroport de Zurich	SPI	215 (environ)	Mixte

Notes : Le nombre de constituants de chaque indice varie, les marchés plus petits étant représentés par des indices avec un nombre inférieur de constituants. Toutefois, tous les indices sont hautement représentatifs de l'horizon d'investissement national. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics basée sur les données Refinitiv.

### 3.1.2 Fréquence et horizon temporel de l'échantillon de données

Nous utilisons un échantillon de données de rendements hebdomadaires sur la période de 5 ans du 18 décembre 2014 au 17 décembre 2019. La combinaison d'un horizon temporel long de cinq ans à une fréquence de rendements hebdomadaires donne un échantillon de données suffisamment étoffé pour estimer précisément les bêtas, mais, en même temps, elle évite de biaiser les résultats du fait du bruit à court-terme ou du fait des autocorrélations négatives dans les rendements quotidiens. De même, une récente étude commandée par Ofgem, le régulateur britannique du secteur de l'énergie, établit que les rendements boursiers quotidiens souffrent davantage d'hétéroscédasticité que les rendements hebdomadaires.<sup>5</sup>

### 3.1.3 Désendettement

Nous ajustons les estimations brutes selon le levier financier de chaque entreprise cotée et les convertissons en bêtas des actifs, qui ne reflètent dès lors que le risque systématique de l'entreprise.

Conformément aux recommandations du Forum de Thessalonique (2016), nous utilisons la formule de Hamada (Hamada, 1972, et Modigliani et Miller, 1963) pour la conversion en bêtas des actifs :

$$\beta_{de l'actif} = \frac{\beta_{brut}}{1 + \frac{D}{E} \times (1 - t)} \quad (1)$$

où

- $\beta_{de l'actif}$  est le bêta de l'actif ;
- $\beta_{brut}$  est le bêta brut ;
- $D$  est l'endettement net ;
- $E$  est la valeur de marché des titres ; et
- $t$  est le taux d'imposition effectif.

<sup>5</sup> Voir Indepen (2018).

Nous nous basons sur la mesure de l'endettement net de Refinitiv, à savoir l'endettement total moins les disponibilités et les investissements à court terme. Le titre est évalué à une valeur de marché quotidienne des titres, à savoir le prix de l'action multiplié par le nombre d'actions ordinaires en circulation.

### 3.2 Bêtas fondés sur les précédents de régulation

Nous utilisons les décisions de régulation comme source pour les bêtas des aéroports comparables énumérés dans le **Tableau 8**.

**Tableau 8 : Liste de décisions de régulation sur les bêtas aéroportuaires**

Aéroport	Décision / Source de bêta
Aeroporti di Roma	ENAC (2016), 2017-2021
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	Calculs propres basés sur les éléments publics relatifs au CMPC établi par l'ACM (2019), 2019-2021
Aéroport de Dublin	CAR, CP8/2019 (2019), 2020-2024
Aéroport de Londres Gatwick	CAA (2014), Q6
Aéroport de Londres Heathrow	CAA (2014), H6

Notes : L'ACM n'a pas publié le bêta des actifs qu'elle retient pour déterminer le coût du capital autorisé de l'Aéroport Amsterdam Schiphol. Aussi, nous fondons-nous sur les autres paramètres du CMPC autorisé tels que rendus publics dans la décision de 2019 pour évaluer le bêta des actifs. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics.

## 4 Estimations des bêtas des comparables

### 4.1 Bêtas bruts fondés sur l'observation empirique des marchés

La mise en œuvre de la méthodologie décrite au Chapitre 3 permet d'estimer empiriquement les bêtas bruts tels que récapitulés dans le **Tableau 9**.

**Tableau 9 : Bêtas bruts, levier, et taux d'imposition**

Aéroport	Bêta brut	Levier	Taux d'imposition
AENA Aeroportos	0,61	42%	23%
Aéroports de Paris (Groupe)	0,57	28%	33%
Aéroport de Copenhague	0,47	17%	22%
Fraport (Frankfurt)	0,63	57%	29%
Aéroport de Zürich	0,69	9%	21%

Notes : Les estimations des bêtas bruts sont basées sur des données hebdomadaires, et sur une période de 5 ans du 18 décembre 2014 au 17 décembre 2019. De même, les valeurs pour le levier et le taux d'imposition sont basées sur des moyennes sur 5 ans. Le levier est défini comme l'endettement net sur la valeur de marché des capitaux propres. L'estimation du bêta de l'AENA est basée sur des données débutant en février 2015 puisqu'aucune donnée antérieure n'était disponible. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics.

## 4.2 Bêtas fondés sur les précédents de régulation

Les bêtas des comparables fondés sur les précédents de régulation sont indiqués dans le **Tableau 10**.

**Tableau 10 : Bêtas des comparables fondés sur les précédents de régulation**

Aéroport	Bêta des actifs	Décision / Source du bêta	Commentaire
Aeroporti di Roma	0,57	ENAC (2016), 2017-2021	<p>ENAC utilise la méthodologie suivante pour déterminer le bêta des actifs d'Aeroporti di Roma :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bêtas empiriques basés sur les aéroports comparables suivants : Aéroport de Copenhague, Fraport (Frankfurt), Aéroports de Paris (Groupe), Aéroport de Vienne et Aéroport de Zurich</li> <li>▪ Indice Euro Stoxx 600 comme indice de régression</li> <li>▪ Plages de données de 3 à 5 ans</li> <li>▪ Désendettement basé sur la formule de Hamada avec la valeur comptable de la dette et la valeur de marché des actions</li> <li>▪ Venise avait été éliminé de l'échantillon de comparable à cause de problèmes d'illiquidité</li> </ul>
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	0,43	Calculs propres basés sur les éléments publics relatifs au CMPC établi par l'ACM (2019), 2019-2021	<p>Nous utilisons les autres paramètres du CMPC autorisé tels que rendus publics dans la décision de 2019 pour évaluer le bêta des actifs.</p> <p>Les informations suivantes sont obtenues à partir du document de l'ACM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Levier financier : 0,4</li> <li>▪ Taux sans risque : 0% (ACM retient les obligations d'Etat néerlandaises de maturité 10 ans, alors au taux de -0,17%)</li> <li>▪ Prime de dette : 3% (différence entre le rendement des obligations AAA et le taux sans risque)</li> <li>▪ Bêta endetté : 0,08125</li> <li>▪ Taux d'imposition néerlandais : 25%</li> </ul> <p>En utilisant ces valeurs et la formule du CMPC, nous avons été en mesure de calculer le bêta des actifs pour Amsterdam Schiphol.</p>
Aéroport de Dublin	0,50	CAR, CP8/2019 (2019), 2020-2024	<p>Le bêta estimé par la CAR est basé sur une moyenne pondérée de bêtas d'aéroports comparables cotés (AENA Aeropuertos, Aéroports de Paris (Groupe), Auckland, Copenhague, Fraport (Frankfurt), Sydney, TAV (Turquie), Vienne, Zürich) et de bêtas résultant de précédents de régulation (Aeroporti di Roma, Aéroport de Londres Gatwick, Aéroport de Londres Heathrow). La méthodologie suivante a été utilisée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Moyenne des données quotidiennes/sur 1 an, quotidiennes/sur 2 ans et hebdomadaires/sur 5 ans</li> <li>▪ Indice STOXX Europe 600 et indices nationaux en tant qu'indices de régression</li> <li>▪ Désendettement selon la formule de Hamada</li> </ul>
Aéroport de Londres Gatwick	0,56	CAA (2014), Q6	<p>Après le retrait de la cotation des aéroports de Londres, le bêta des actifs a été scindé en une valeur pour l'aéroport de Gatwick et une valeur pour celui d'Heathrow. Pour les périodes de régulation suivantes, des tests pour déterminer si les bêtas des actifs devaient être ajustés ont été effectués. Ces tests se fondent principalement sur des estimations empiriques des bêtas d'aéroports comparables. Des indices nationaux et internationaux ainsi que différents horizons temporels et fréquences sont utilisés.</p>
Aéroport de Londres Heathrow	0,50	CAA (2014), H6	<p>Après le retrait de la cotation des aéroports de Londres, le bêta des actifs a été scindé en une valeur pour l'aéroport de Gatwick et une valeur pour celui d'Heathrow. Pour les périodes de régulation suivantes, des tests pour déterminer si les bêtas des actifs devaient être ajustés ont été effectués. Ces tests se fondent principalement sur des estimations empiriques des bêtas d'aéroports comparables. Des indices nationaux et internationaux ainsi que différents horizons temporels et fréquences sont utilisés.</p>

Notes : L'ACM n'a pas publié le bêta des actifs qu'elle retient pour déterminer le coût du capital autorisé de l'aéroport d'Amsterdam Schiphol. Aussi, nous fondons-nous sur les autres paramètres du CMPC autorisé tels que rendus publics dans la décision de 2019 pour évaluer le bêta des actifs. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

### 4.3 Bêtas des actifs des comparables

Le **Tableau 11** reprend la liste d'aéroports comparables avec leurs groupes d'appartenance et notes de risque respectifs et présente les bêtas des actifs correspondants tirés de données empiriques et de précédents de régulation.

**Tableau 11 : Bêtas des aéroports comparables**

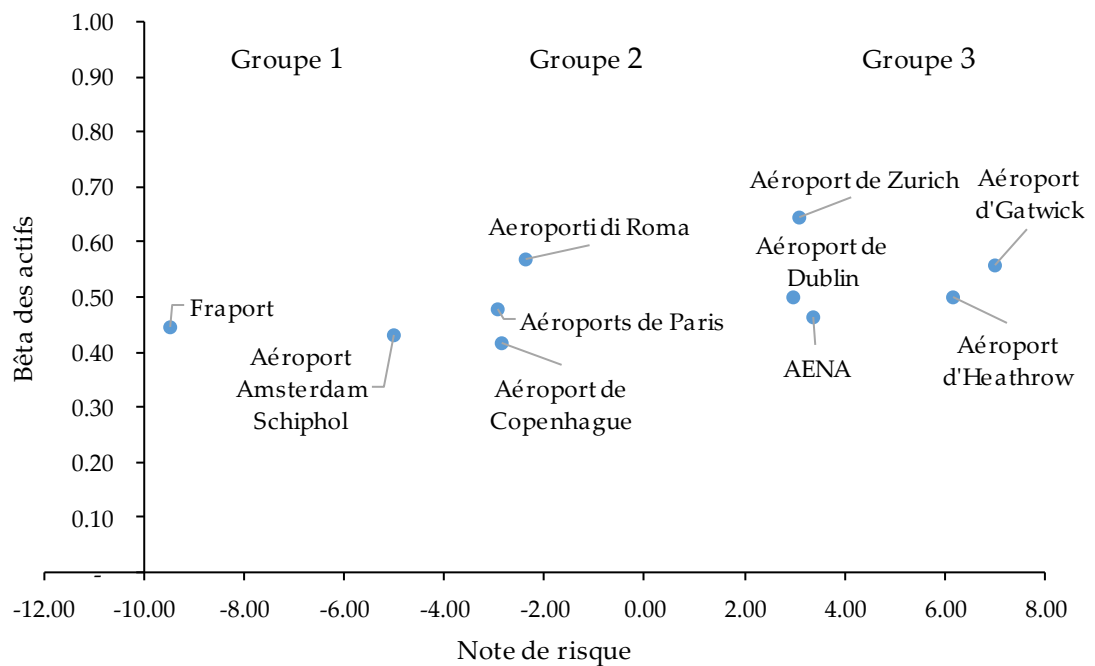
Aéroport	Appartenance au groupe	Note de risque totale	Estimation de bêta des actifs
AENA Aeroportos	3	3,4	0,46
Aeroporto di Roma	2	-2,4	0,57
Aéroports de Paris (Groupe)	2	-2,9	0,48
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	1	-5,0	0,43
Aéroport de Copenhague	2	-2,9	0,42
Aéroport de Dublin	3	3,0	0,50
Fraport (Frankfurt)	1	-9,5	0,45
Aéroport de Londres Gatwick	3	7,0	0,56
Aéroport de Londres Heathrow	3	6,2	0,50
Aéroport de Zurich	3	3,1	0,64

Notes : Les estimations de bêta des actifs sont basées sur des données hebdomadaires/sur 5 ans, un désendettement selon la formule de Hamada et les indices traités dans le Tableau 7. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics.

**La Figure 1** montre la relation entre les estimations de bêtas des actifs et la note de risque totale, telle que décrite dans Swiss Economics (2020). Sans surprise, il existe une corrélation positive entre les bêtas des actifs et les notes de risque totales.

Figure 1 : Note de risque contre estimations du bêta

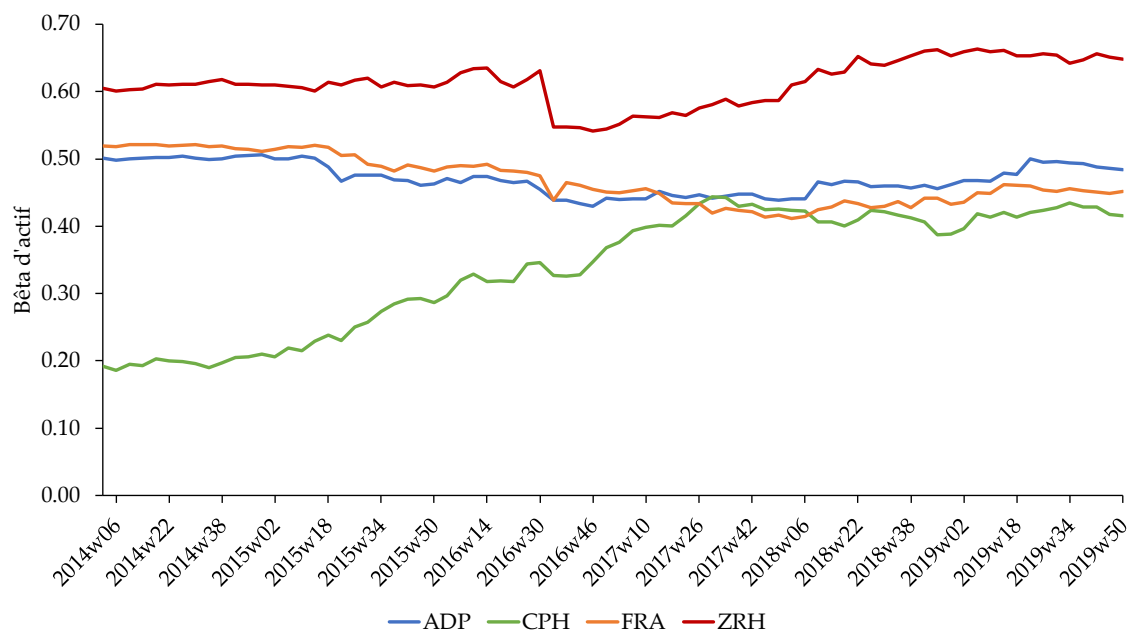


Notes : Les estimations du bêta des actifs sont basées sur des données hebdomadaires sur 5 ans, un désendettement Hamada et les indices traités dans le Tableau 7.

Source : Swiss Economics.

La Figure 2 affiche les bêtas des actifs sur une période glissante de 5 ans des aéroports comparables cotés en bourse. Hormis l'aéroport de Copenhague, les bêtas des actifs des aéroports comparables sont restés plutôt stables sur la période d'observation.

Figure 2 : Bêtas des actifs des aéroports comparables sur une période glissante de 5 ans





Notes : Les estimations des bêtas bruts sont basées sur des données hebdomadaires, et sur une période de 5 ans. De même, les valeurs pour le levier et le taux d'imposition sont basées sur des moyennes sur 5 ans. Le levier est défini comme l'endettement net sur la valeur de marché des capitaux propres. L'estimation du bêta glissant de l'AENA n'a pas pu être présentée puisqu'aucune donnée boursière antérieure à 2015 n'était disponible.

Source : Swiss Economics.

## 5 Résultats des groupes

En combinant les estimations de bêta du Tableau 11 à la matrice de pondération présentée au Chapitre 2, nous obtenons les meilleures estimations des bêtas des actifs à hauteur de 0,44 pour le groupe 1, 0,49 pour le groupe 2 et 0,53 pour le groupe 3. Les fourchettes correspondantes sont basées sur différentes analyses de sensibilité que nous avons réalisées. Le **Tableau 12** présente les estimations de bêtas pour les différents groupes de risques.

**Tableau 12 : Bêtas des actifs par groupe**

Groupe	Bêta des actifs (meilleure estimation)	Bêta des actifs (Fourchette)
1	0,44	0,39 – 0,49
2	0,49	0,44 – 0,53
3	0,53	0,49 – 0,58

Source : Swiss Economics.

## 6 Références

- Blume, M.E. (1971). On the assessment of risk. *The Journal of Finance*, 26(1): 1-10.
- Blume, M.E. (1975). Betas and their regression tendencies. *The Journal of Finance*, 30(3): 785-795.
- Brotherson, W.T., Eades, K.E., Harris, R.S. and Higgins, R.C. (2013). Best practices in estimating the cost of capital: An update. *Journal of Applied Finance*, 1: 1-19.
- Echterling, F. and Eierle, B. (2015). Mean reversion adjusted betas used in business valuation practice: A research note. *Journal of Business Economics*, 85(7): 759-792.
- Geranio, M., Lazzari, V. (2019). Stress testing the equity home bias: A turnover analysis of Eurozone markets. *Journal of International Money and Finance*, 97: 70-85.
- Hamada, R.S. (1972). The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks. *The Journal of Finance*, 27(2): 435-452.
- Indepen (2018). Ofgem Beta Study. Main Report.
- Modigliani, F., Miller, M.H. (1963). Corporate Income Taxes and the Cost of Capital: A Correction. *The American Economic Review*, 53(3): 433-443.
- Swiss Economics (2020). Évaluation des caractéristiques des aéroports à l'origine des différences de bêta. Rapport à l'attention de l'Autorité de régulation des transports.
- Thessaloniki Forum of Airport Charges Regulators (2016). Recommendations for the Setting and the Estimation of the WACC of Airport Managing Bodies.
- Wright, S., Burns, P., Mason, R., Pickford, D. and Hewitt, A. (2018). Estimating the cost of capital for implementation of price controls by UK Regulators. UK Regulators Network.
- Vasicek, O.A. (1973). A note on using cross-sectional information in Bayesian estimation of security Betas. *The Journal of Finance*, 28(5): 1233-1239.

## A Analyse de sensibilité

### A.1 Modification de la méthodologie d'estimation

Le **Tableau 13** montre les résultats d'une analyse de sensibilité comparant les bêtas estimés à des bêtas estimés à l'aide d'indices nationaux MSCI. Ces derniers sont composés de manière à couvrir environ 85 pour cent de la capitalisation boursière d'un pays ajustée de son flottant. Là aussi, des indices de rendement total sont utilisés.

**Tableau 13 : Analyse de sensibilité concernant des indices alternatifs**

Aéroport	Bêta des actifs Principaux indices nationaux	Bêta des actifs Indices nationaux MSCI
AENA Aeropuertos	0,46	0,43
Aeroporti di Roma	0,57	0,57
Aéroports de Paris (Groupe)	0,48	0,48
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	0,43	0,43
Aéroport de Copenhague	0,42	0,32
Aéroport de Dublin	0,50	0,50
Fraport (Frankfurt)	0,45	0,43
Aéroport de Londres Gatwick	0,56	0,56
Aéroport de Londres Heathrow	0,50	0,50
Aéroport de Zurich	0,64	0,67
<b>Groupe 1</b>	<b>0,44</b>	<b>0,43</b>
<b>Groupe 2</b>	<b>0,49</b>	<b>0,46</b>
<b>Groupe 3</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>

Notes : Les estimations des bêtas des actifs sont basées sur des données hebdomadaires sur une période de 5 ans et un désendettement selon la formule de Hamada. Les bêtas des actifs des aéroports fondés sur des décisions de régulation restent constants quelles que soient les méthodologies. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics sur la base de données Refinitiv.

Les résultats confirment la stabilité relative des estimations de bêtas. L'utilisation d'indices MSCI ne réduit que légèrement le bêta de l'actif du groupe 1 (de 0,44 à 0,43) et du groupe 2 (de 0,49 à 0,46). Le bêta de l'actif reste stable pour le groupe 3. Les indices nationaux MSCI couvrent une proportion plus faible de la capitalisation boursière d'un pays que les principaux indices nationaux que nous avons utilisés et, il n'est donc pas recommandé d'utiliser ces indices pour l'estimation des bêtas.

En raison du risque d'intégration des contraintes de liquidité dans les estimations de bêtas, et du risque lié aux corrélations à court-terme qui disparaissent à plus long terme (par ex. Brotherson et al., 2013), nous ne recommandons pas d'estimer des valeurs de paramètres bêta en se basant exclusivement sur des données quotidiennes. Pour des données hebdomadaires, un horizon temporel de 5 ans augmente considérablement la taille de l'échantillon par rapport à un horizon temporel de 2 ans ou même d'un an. Les périodes de plus de 5 ans risquent de représenter des variations de données qui ne sont plus pertinentes et de diluer l'impact des risques récents qui sont plus pertinents pour les valeurs de bêta (par ex. Wright et al., 2018).

## A.2 Tests de robustesse supplémentaires

### A.2.1 GARCH

La méthodologie la plus commune pour estimer les coefficients bêta est celle des Moindres carrés ordinaires (MCO). Les modèles MCO supposent généralement une homoscédasticité, qui est rarement respectée dans la pratique. Les modèles d'hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive généralisée (GARCH) partent de l'hypothèse de l'homoscédasticité en traitant l'hétéroscédasticité comme une variance à modéliser. Les approches basées sur le processus GARCH pour estimer les coefficients bêta présentent essentiellement un intérêt théorique et n'ont pas été adoptées, à notre connaissance, dans un contexte de régulation à date. Toutefois, étant donné la possibilité qu'offrent les modèles GARCH de modéliser explicitement l'hétéroscédasticité, et étant donné l'occurrence très répandue de l'hétéroscédasticité dans les données financières (par exemple agglomération de la volatilité), nous effectuons des analyses de sensibilité en utilisant des modèles GARCH. Les modèles GARCH à l'étude correspondent à la spécification GARCH (1,1) la plus courante, dans laquelle la variance est spécifiée comme une fonction de l'erreur du carré de la période précédente et de la variance de la période précédente.

Le **Tableau 14** présente les résultats de l'analyse de sensibilité. La différence entre les bêtas par groupe estimés en appliquant les MCO ou le processus GARCH est minime.

**Tableau 14 : Analyse de sensibilité concernant la méthodologie GARCH**

Aéroport	Bêtas des actifs	
	MCO	GARCH
AENA Aeropuertos	0,46	0,50
Aeroporti di Roma	0,57	0,57
Aéroports de Paris (Groupe)	0,48	0,49
Aéroport d'Amsterdam Schiphol	0,43	0,43
Aéroport de Copenhague	0,42	0,42
Aéroport de Dublin	0,50	0,50
Fraport (Frankfurt)	0,45	0,44
Aéroport de Londres Gatwick	0,56	0,56
Aéroport de Londres Heathrow	0,50	0,50
Aéroport de Zürich	0,64	0,65
<b>Groupe 1</b>	<b>0,44</b>	<b>0,43</b>
<b>Groupe 2</b>	<b>0,49</b>	<b>0,49</b>
<b>Groupe 3</b>	<b>0,53</b>	<b>0,54</b>

Notes : Les estimations des bêtas des actifs sont basées sur des données hebdomadaires sur une période de 5 ans, un désendettement selon la formule de Hamada, et les indices traités dans le Tableau 7. Les bêtas des actifs des aéroports fondés sur des décisions de régulation restent constants quelles que soient les méthodologies. Le bêta de l'aéroport de Copenhague reste constant quelles que soient la méthodologie du fait de la non-convergence du modèle GARCH. Dans un souci de cohérence, les aéroports sont indiqués dans le même ordre alphabétique initialement appliqué dans la version anglaise.

Source : Swiss Economics sur la base des données Refinitiv.

### A.2.2 Ajustements de Blume et de Vasicek

Les erreurs potentielles dans l'estimation des bêtas sont dues au fait que les bêtas varient dans le temps. Marshall E. Blume a démontré (1971, 1975) que la variation des bêtas dans le temps est souvent associée à un « retour vers la moyenne ». Le retour à la moyenne signifie qu'un

portefeuille avec un bêta élevé ou bas aura probablement un bêta moins extrême la période suivante, à savoir que les bêtas tendent à se rapprocher de la moyenne de tous les bêtas, qui est 1. Blume et d'autres se sont intéressés au phénomène du retour à la moyenne et l'ont traduit par la formule suivante :

$$\beta_{Blume\ ajusté} = \frac{2}{3} * \beta_{brut} + \frac{1}{3} * \beta_{marché} \quad (2)$$

où

- $\beta_{brut}$  est le bêta estimé ; et
- $\beta_{marché}$  est le bêta de marché, par définition égal à 1.

Un autre ajustement des paramètres bêta basé sur l'idée du retour à la moyenne nous est donné par Oldrich Vasicek (1973). Contrairement à l'ajustement de Blume, l'ajustement du bêta selon Vasicek suppose que les valeurs de bêta avec une erreur d'estimation élevée tendent à retourner plus fortement vers la moyenne du marché que les bêtas estimés avec plus de précision. Une formule commune de Vasicek pour calculer cet ajustement est la suivante :

$$\beta_{Vasicek\ ajusté} = \frac{\sigma^2[\beta_{brut}]}{\sigma^2[\beta_{marché}] + \sigma^2[\beta_{brut}]} * \beta_{marché} + \frac{\sigma^2[\beta_{marché}]}{\sigma^2[\beta_{marché}] + \sigma^2[\beta_{brut}]} * \beta_{brut} \quad (3)$$

où

- $\beta_{brut}$  est le bêta estimé ;
- $\beta_{marché}$  est le bêta du marché, par définition égal à 1 ;
- $\sigma^2[\beta_{brut}]$  est la variance du bêta estimé ; et
- $\sigma^2[\beta_{marché}]$  est la variance du bêta du marché.

Néanmoins, les recherches empiriques contemporaines déconseillent l'utilisation d'ajustements des bêtas (par ex. Echterling & Eierle, 2015).

Nous sommes opposés à l'utilisation des ajustements de Blume ou de Vasicek car tous deux présentent de graves lacunes. Le principal problème avec l'ajustement de Blume est qu'il oriente mécaniquement tous les bêtas vers une valeur de 1 en affectant un poids de deux-tiers, seulement, aux bêtas estimés et un poids d'un tiers à 1. L'ajustement de Vasicek est certes moins mécanique, car il oriente plus fortement les bêtas statistiquement imprécis, à savoir présentant de grandes variances, vers 1 que les bêtas basés sur des estimations plus précises<sup>6</sup>. Mais il présente des problèmes de faisabilité de l'estimation. Théoriquement, un calcul de la variance du bêta de marché impliquerait de calculer la variance transversale de tous les bêtas du portefeuille de marché. C'est un calcul nécessitant une énorme quantité de données, c'est pourquoi la procédure classique consiste à utiliser la variance transversale des bêtas estimés au sein du groupe de comparables comme indice de régression. Toutefois, cette approche réduit certainement la validité de l'ajustement selon la formule de Vasicek.

---

<sup>6</sup> En outre, dans un contexte de régulation, nous estimons qu'il est inapproprié d'envisager un retour vers 1. Un retour à la moyenne du bêta d'un portefeuille réglementé (inférieur à 1) serait plus approprié.

## **swiss economics**

Swiss Economics SE AG  
Weinbergstrasse 102  
CH-8006 Zurich

T: +41 (0)44 500 56 20  
F: +41 (0)44 500 56 21

[office@swiss-economics.ch](mailto:office@swiss-economics.ch)  
[www.swiss-economics.ch](http://www.swiss-economics.ch)