Nº 15-206-X
ISSN 1710-5277
ISBN 978-0-660-23055-9

La revue canadienne de productivité

Une mise à jour des taux d'amortissement pour les Comptes canadiens de productivité

par John Baldwin, Huju Liu et Marc Tanguay

Date de diffusion : le 26 janvier 2015

Statistique Canada Statistics Canada

Canada

Comment obtenir d'autres renseignements

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.gc.ca.

Vous pouvez également communiquer avec nous par :

Courriel à infostats@statcan.gc.ca

Téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros sans frais suivants :

- Service de renseignements statistiques 1-800-263-1136
- national d'appareils de télécommunications pour les malentendants 1-800-363-7629
- Télécopieur 1-877-287-4369

Programme des services de dépôt

- Service de renseignements 1-800-635-7943
- Télécopieur 1-800-565-7757

Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle que les employés observent. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.gc.ca sous « À propos de nous » > « Notre organisme » > « Offrir des services aux Canadiens »

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population du Canada, ses entreprises, ses administrations et les autres établissements. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques exactes et actuelles.

Signes conventionnels dans les tableaux

Les signes conventionnels suivants sont employés dans les publications de Statistique Canada :

.	indisponible pour toute période de référence
..	indisponible pour une période de référence précise
...	n'ayant pas lieu de figurer
0	zéro absolu ou valeur arrondie à zéro
0^s	valeur arrondie à 0 (zéro) là où il y a une distinction importante entre le zéro absolu et la valeur arrondie
^{p}	provisoire
^{r}	révisé
x	confidentiel en vertu des dispositions de la *Loi sur la statistique*
^{E}	à utiliser avec prudence
F	trop peu fiable pour être publié
*	valeur significativement différente de l'estimation pour la catégorie de référence (p<0,05)

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 2015

Tous droits réservés. L'utilisation de la présente publication est assujettie aux modalités de l'entente de licence ouverte de Statistique Canada.

Une version HTML **est aussi disponible.**

This publication is also available in English.

Une mise à jour des taux d'amortissement pour les Comptes canadiens de productivité

par

John Baldwin, Division de l'analyse économique, Statistique Canada
Huju Liu, Division de l'analyse économique, Statistique Canada
Marc Tanguay, Division des comptes économiques nationaux, Statistique Canada

15-206-X N° 039
ISSN 1710-5277
ISBN 978-0-660-23055-9

Janvier 2015

La revue canadienne de productivité

La revue canadienne de productivité est une série d'études appliquées qui examinent des questions associées à la mesure, l'explication, et l'amélioration de la productivité. Les thèmes couverts par la revue comprennent, notamment, la performance économique, la formation du capital, le travail, les prix, l'environnement, le commerce et l'efficience aux niveaux national et provincial. La revue publie de la recherche empirique, à différents niveaux d'agrégation, basée sur la comptabilité de la croissance, l'économétrie, les nombres indices et la programmation mathématique. La recherche empirique illustre l'application de la théorie et des techniques à des questions pertinentes de politique publique.

Tous les documents de La revue canadienne de productivité font l'objet d'un processus de révision institutionnelle afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'organisme statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats provenant d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut noter que les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la technique économétrique employée; de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées. Le processus de la revue des pairs vise à garantir que les articles dans les séries correspondent aux normes établies afin de minimiser les problèmes dans chacun de ces domaines.

Comité de révision des publications
Direction des études analytiques, Statistique Canada
18e étage, Immeuble R.-H.-Coats
Ottawa, Ontario K1A 0T6

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Division des comptes économiques nationaux (DCEN) de Statistique Canada pour leur avoir fourni les données utilisées dans le présent document. Ils remercient Wulong Gu pour avoir estimé à nouveau le stock de capital à l'aide des taux d'amortissement mis à jour dans le document. Cette publication a également été enrichie par des discussions avec Émile Chiasson (DCEN), Joe Huang (ministère des Finances Canada), Nazrul Kazi (DCEN), et Jianmin Tang (Industrie Canada).

Table des matières

Résumé **5**

Sommaire **6**

1 Introduction **8**

2 Fondements **10**

2.1 Efficacité et dépréciation 10

2.2 Efficacité et dépréciation économique dans un contexte d'incertitude 16

3 Source des données **19**

4 Cadre d'estimation **25**

4.1 Modèle de survie 25

4.2 La fonction de mise hors service 27

4.3 Estimation simultanée des fonctions de déclin et de mise hors service de l'actif 28

5 Résultats empiriques **30**

5.1 Estimations des taux *ex post* d'amortissement 31

5.2 Estimations *ex ante* et *ex post* de la dépréciation et de la durée de vie 35

6 Stock de capital **42**

6.1 L'effet de l'utilisation de divers taux d'amortissement sur le stock de capital 42

7 Conclusion **44**

Annexe A Vérification des données **47**

Annexe B Profils âge-prix pour les données brutes et les données vérifiées pour certains actifs **49**

Annexe C Taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs **52**

Bibliographie **59**

Résumé

Le présent document fournit les estimations mises à jour des taux d'amortissement qu'il convient d'utiliser dans les Comptes canadiens de productivité pour calculer le stock de capital et le coût d'usage du capital. Les estimations sont dérivées des profils de dépréciation établis pour un ensemble varié d'actifs et fondés sur les profils des prix de revente et des âges de mise hors service.

La méthode du maximum de vraisemblance est appliquée pour estimer conjointement les variations de la valeur des actifs au cours de leur vie utile, ainsi que la nature du processus de cession des actifs employé pour la mise hors service des actifs utilisés, afin de produire les taux d'amortissement. Cette méthode convient mieux que d'autres, car elle produit des estimations dont le biais est plus faible et l'efficacité, plus élevée.

Les estimations antérieures, calculées pour la période allant de 1985 à 2001, sont comparées à celles obtenues pour la période la plus récente, allant de 2002 à 2010. En moyenne, les estimations du taux d'amortissement pour les bâtiments ne diffèrent pas de manière significative. Les estimations moyennes agrégées pour les machines et le matériel ont augmenté, mais cette hausse résulte principalement du fait que l'effet de composition des catégories dont les taux d'amortissement sont plus élevés (comme les ordinateurs et le matériel de communication) est devenu plus important. Si l'on examine les actifs individuellement, les estimations calculées pour les deux périodes diffèrent rarement l'une de l'autre. Les données pour les deux périodes sont ensuite regroupées afin d'obtenir les estimations qu'il convient d'utiliser pour calculer le stock de capital. Le taux de croissance du stock de capital estimé en utilisant les nouveaux taux d'amortissement est fort semblable à celui estimé par les anciens taux publiés dans Statistique Canada (2007).

La comparaison des estimations *ex post* de la durée de vie produites en appliquant la technique susmentionnée aux estimations *ex ante* de la durée de vie prévue fondées sur des données d'enquête montre que les premières sont à peu près les mêmes que les secondes.

Sommaire

Des estimations de la dépréciation sont nécessaires pour appliquer la méthode de l'inventaire permanent, qui consiste à cumuler les estimations des immobilisations antérieures pour obtenir des mesures sommaires de la quantité de capital net affectée au processus de production.

L'obtention d'estimations du taux d'amortissement pose de nombreuses difficultés. Bien que la dépréciation soit un concept appliqué directement aux comptes des entreprises et qu'il entre dans le calcul de l'impôt qu'elles doivent verser au gouvernement, les estimations habituellement utilisées dans les bilans ne sont pas toujours perçues comme étant celles dont a besoin le programme de productivité. Cela peut tenir à plusieurs raisons, notamment le fait que la déduction pour la dépréciation utilisée à des fins fiscales diffère parfois du taux « réel » parce que le régime fiscal est en retard sur l'évolution de la durabilité et de la longévité des actifs ou qu'il applique délibérément un taux différent du taux « réel » dans le but de stimuler l'investissement.

Au lieu de tirer simplement les estimations de la dépréciation de sources comptables, les statisticiens ont élaboré d'autres méthodes d'estimation des taux d'amortissement. Tant aux États-Unis qu'au Canada, le taux d'amortissement, c'est-à-dire le taux auquel la valeur de l'actif diminue avec l'usage, est estimé à l'aide des prix des actifs usagés. La différence entre les deux pays tient au fait qu'aux États-Unis, les estimations sont tirées de nombreuses bases de données non reliées qui fournissent les prix du matériel usagé, tandis qu'au Canada, les prix proviennent de la seule Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations dont les données remontent jusqu'aux années 1980 et dans le cadre de laquelle sont aussi demandés les prix des actifs vendus.

Le programme des Comptes canadiens de productivité effectue aussi un recoupement de ses estimations de la dépréciation, calculées d'après les prix des actifs usagés, avec les estimations calculées d'après les estimations *ex ante* de la durée de vie dérivées d'une question de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations à propos de la durée de vie prévue de l'actif au moment de l'investissement initial, en formulant plusieurs hypothèses au sujet du profil du taux de diminution de la valeur d'un actif en utilisation (appelé taux d'amortissement dégressif ou TAD). Ce dernier est estimé d'après la courbe réelle de diminution dérivée de la trajectoire des prix des actifs usagés au fil du temps.

La présente étude s'appuie sur les travaux antérieurs (Statistique Canada, 2007). Elle comprend un élargissement de la base de données sur les prix des actifs usagés et l'application de techniques de vérification supplémentaires à ces données. Ces améliorations ont permis de porter le nombre d'observations à environ 52 000, soit une taille qui rend la base de données unique.

Plusieurs résultats méritent d'être soulignés. En premier lieu, les estimations antérieures décrites dans Statistique Canada (2007) sont généralement confirmées sous plusieurs aspects. Premièrement, les profils de dépréciation produits par les méthodes économétriques sont, dans l'ensemble, accélérés, produisant des courbes âge-prix convexes. La plupart des estimations antérieures ne sont pas modifiées par l'ajout d'observations à la base de données pour une période subséquente. En outre, il existe peu de preuves que les taux d'amortissement ont augmenté ces dernières années, quoiqu'il y ait eu une évolution de la composition des actifs vers ceux dont les taux d'amortissement sont plus élevés, ce qui entraîne une augmentation du taux moyen d'amortissement.

En deuxième lieu, comme cela était le cas dans Statistique Canada (2007), les estimations calculées suivant l'approche économétrique *ex post*, en utilisant la trajectoire des prix des actifs usagés, sont du même ordre que celles calculées par la méthode *ex ante*, en utilisant les

estimations de la durée de vie prévue des actifs dérivées de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

En troisième lieu, les méthodes *ex ante* et *ex post* donnent à peu près les mêmes résultats pour les actifs pour lesquels le nombre d'observations est suffisant pour calculer les estimations par les deux méthodes.

Par conséquent, l'information découlant des deux approches est combinée pour produire, pour les diverses catégories d'actifs, les taux d'amortissement qui sont utilisés pour estimer le stock de capital dans les Comptes canadiens de productivité. Les renseignements *ex ante* tirés des enquêtes réalisées par Statistique Canada n'ont trait qu'à la durée de vie utile prévue de l'actif. Le calcul d'un taux d'amortissement (géométrique) d'après la durée de vie prévue de l'actif nécessite un paramètre de forme du taux, le TAD. Ce paramètre détermine quelle part de la dépréciation totale au cours de la durée de vie utile a lieu au début de la vie de l'actif. Les comptes de productivité se servent de renseignements sur des actifs similaires pour lesquels la valeur probable du TAD a été inférée par l'approche *ex post*.

Les nouveaux taux de croissance du stock de capital et des services de capital obtenus après avoir mis à jour la base de données et apporté de légères améliorations aux méthodes d'estimation diffèrent peu de ceux calculés auparavant.

1 Introduction[1]

Les études de la dépréciation des actifs sont essentielles à l'élaboration des estimations du stock net de capital, qui font appel à la méthode de l'inventaire permanent pour agréger les investissements. Dans le cadre classique de l'inventaire permanent, le stock de capital dont disposent les agents économiques durant la période courante est égal à la somme des investissements courants et de l'investissement net cumulé des périodes antérieures (c.-à-d. le stock de capital brut accumulé moins l'amortissement). Le stock de capital brut cumulé est converti en stock de capital net à l'aide d'estimations des taux d'amortissement.

À son tour, le stock de capital fait partie intégrante des comptes de productivité. La valeur du stock net de capital disponible pour la production est égale à la valeur du stock brut de capital moins la valeur de l'amortissement, et les estimations de l'amortissement nécessitent des estimations du taux d'amortissement du capital.

Des divergences entre les profils de dépréciation peuvent produire des perceptions statistiques discordantes de la quantité de capital disponible pour la production. Et, dans la mesure où il existe peu de données probantes permettant de faire la distinction entre les divers profils de dépréciation utilisés pour estimer le stock net de capital, les estimations de la dépréciation sont moins utiles aux clients d'un organisme statistique, car les estimations ponctuelles fournies par ces programmes doivent être assorties de grands intervalles de confiance.

Le présent document est le troisième d'une série basée sur l'analyse de microdonnées canadiennes sur les prix des actifs usagés pour estimer les courbes de dépréciation économique. En guise de premier exercice, Gellatly, Tanguay et Yan (2002) ont établi des profils de dépréciation et des estimations de la durée de vie utile pour 25 actifs de la catégorie des machines et du matériel et 8 actifs de la catégorie des bâtiments en se servant de données sur les prix des actifs usagés pour la période allant de 1985 à 1996. Ces auteurs ont comparé les estimations produites en utilisant divers cadres d'estimation. Puis, ils en ont choisi un, basé sur un modèle de durée, pour produire des estimations de la dépréciation qu'ils ont intégrées dans les estimations de la croissance du stock de capital et des services du capital utilisées par le programme de productivité de Statistique Canada.

Dans le deuxième document (Statistique Canada, 2007), la portée de la base de données sur les prix des actifs usagés a été étendue de 1996 jusqu'à 2001 et deux cadres d'estimation supplémentaires ont été appliqués afin de produire des estimations du stock de capital par la méthode de l'inventaire permanent. Cette période de référence plus longue et un plus grand échantillon de prix d'actifs usagés ont fourni plus de 30 000 observations de prix d'actifs usagés pour 49 actifs regroupés en 29 catégories qui, collectivement, englobent la partie non résidentielle du stock de capital. Ce document exposait l'élaboration d'une technique d'estimation qui, fondée sur des expériences de Monte Carlo de grande portée, s'est avérée supérieure aux autres options qui avaient été utilisées antérieurement.

Les deux documents comparaient les estimations *ex post* de la dépréciation obtenues selon cette approche à des estimations *ex ante* provenant d'une autre source de données, à savoir les estimations par sondage de la durée de vie utile « prévue » des actifs. L'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations réalisée par Statistique Canada, laquelle génère des prix d'actifs usagés, fournit aussi des estimations de la durée de vie prévue des actifs. Les prix des actifs usagés fournissent des renseignements *ex post* qui nous indiquent comment se sont comportés les actifs en pratique. Les estimations de la durée de vie utile « prévue », qui sont fournies par les entreprises au moment où a lieu l'investissement, sont des estimations

1. Le présent document s'appuie sur Statistique Canada (2007) en utilisant les concepts et les formules qui y ont été élaborés par Marc Tanguay (Tanguay, 2005). On renvoie à ce document antérieur le lecteur qui souhaite obtenir des renseignements supplémentaires.

ex ante. Les documents antérieurs révèlent tous deux une grande similarité entre les estimations *ex ante* et *ex post*, ce qui étaye les estimations qui se dégagent du cadre d'analyse *ex post*.

Dans le présent document, on étend l'ensemble de données de 2002 jusqu'à 2010 et on examine la mesure dans laquelle les taux d'amortissement ont évolué au cours de la période la plus récente. Constatant qu'ils sont demeurés virtuellement inchangés, on regroupe ensuite les données afin d'obtenir de nouvelles estimations qui seront utilisées dans les comptes de productivité.

La méthode d'estimation, qui est essentiellement la même que celle appliquée dans Statistique Canada (2007), a été élaborée par Tanguay (2005). Il s'agit d'une extension de la méthode en deux étapes (popularisée par Hulten et Wykoff, 1981) qui consiste à modéliser la fonction de mise hors service d'un actif, puis à utiliser cette fonction estimée pour corriger le biais de sélection attribuable au fait que seuls les prix des actifs vendus à un prix positif sont observés et que les actifs mis hors service à un prix nul ne sont pas inclus dans la méthode d'estimation originale. La nouvelle méthode utilisée ici consiste à estimer le processus de mise hors service et le prix de vente conjointement dans un cadre simultané, puisque l'estimation conjointe est plus efficace et vraisemblablement moins biaisée (voir Statistique Canada, 2007).

À la section 2 du présent document, on passe en revue les diverses questions théoriques et empiriques qui motivent l'étude. Dans la section 3, on discute des propriétés de l'échantillon de données. Dans le cadre de la section 4, on décrit les grandes lignes des techniques économétriques d'estimation. À la section 5, on présente les estimations des taux d'amortissement. Puis, on évalue les estimations du stock de capital calculées d'après les estimations de la dépréciation à la section 6. Finalement, la section 7 est réservée aux conclusions.

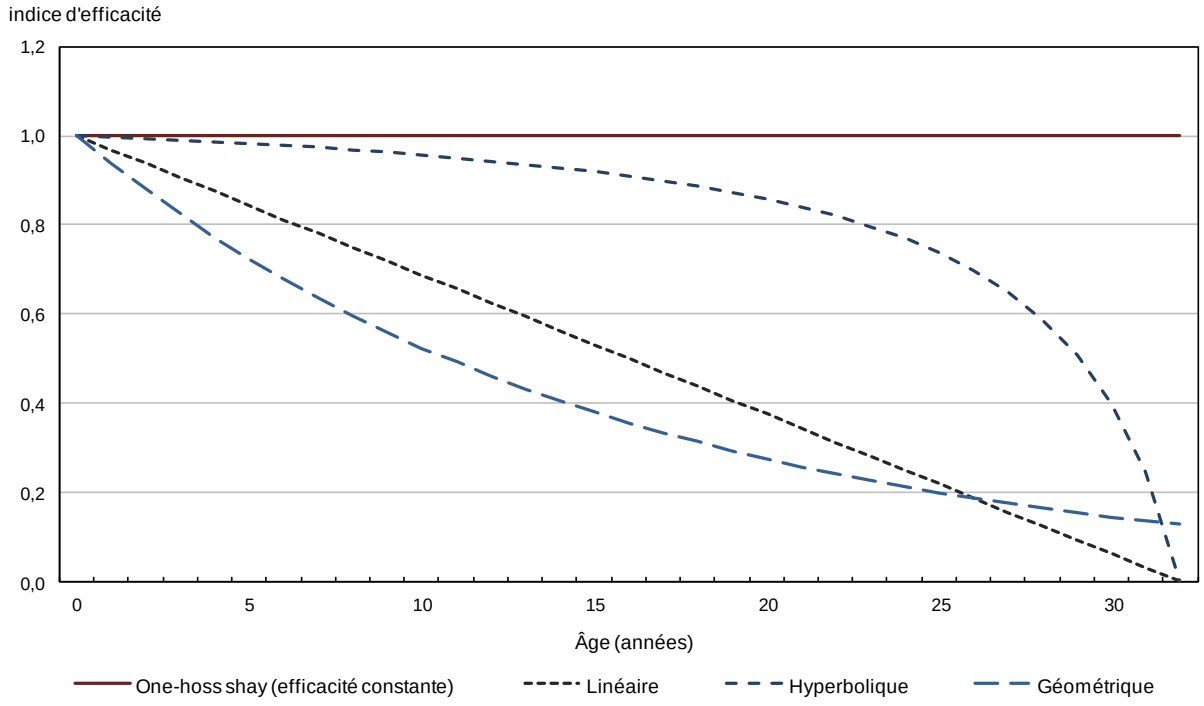
2 Fondements

2.1 Efficacité et dépréciation

La présente étude a pour but d'établir des mesures du profil de dépréciation d'un actif durant son utilisation, autrement dit la diminution au fil du temps de la valeur économique d'un actif qui est utilisé dans le processus de production.

Afin de bien comprendre comment est estimée la dépréciation, il est bon de commencer par examiner le concept d'efficacité ou de capacité productive d'un actif, c'est-à-dire sa capacité à générer un flux de revenus issu de la production de biens et de services au cours de sa vie utile. L'efficacité productive est mesurée par le flux de revenus que l'actif peut produire au fil du temps. Au fur et à mesure qu'augmente l'usure ou la désuétude de l'actif, le flux de revenus que celui-ci produit diminue généralement. Le graphique 1 représente ce processus au moyen de plusieurs profils distincts que l'on suppose être connus avec certitude.

Graphique 1
Profils comparatifs d'efficacité



Note : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données expérimentales.

Quatre profils courants d'efficacité sont présentés, en commençant par le profil appelé « one-hoss-shay » ou profil d'efficacité constante[2]. Les actifs qui possèdent un profil d'efficacité de type « one-hoss-shay » produisent un flux constant de revenus durant leur vie productive T. Ils retiennent leur pleine capacité de produire des biens et des services, et génèrent un flux constant de revenus périodiques jusqu'à la fin de leur vie utile. Une deuxième catégorie d'actifs peut être caractérisée par un profil d'efficacité concave vers l'origine. Dans ce cas, la diminution de l'efficacité est plus prononcée durant les dernières périodes de la vie utile de l'actif que

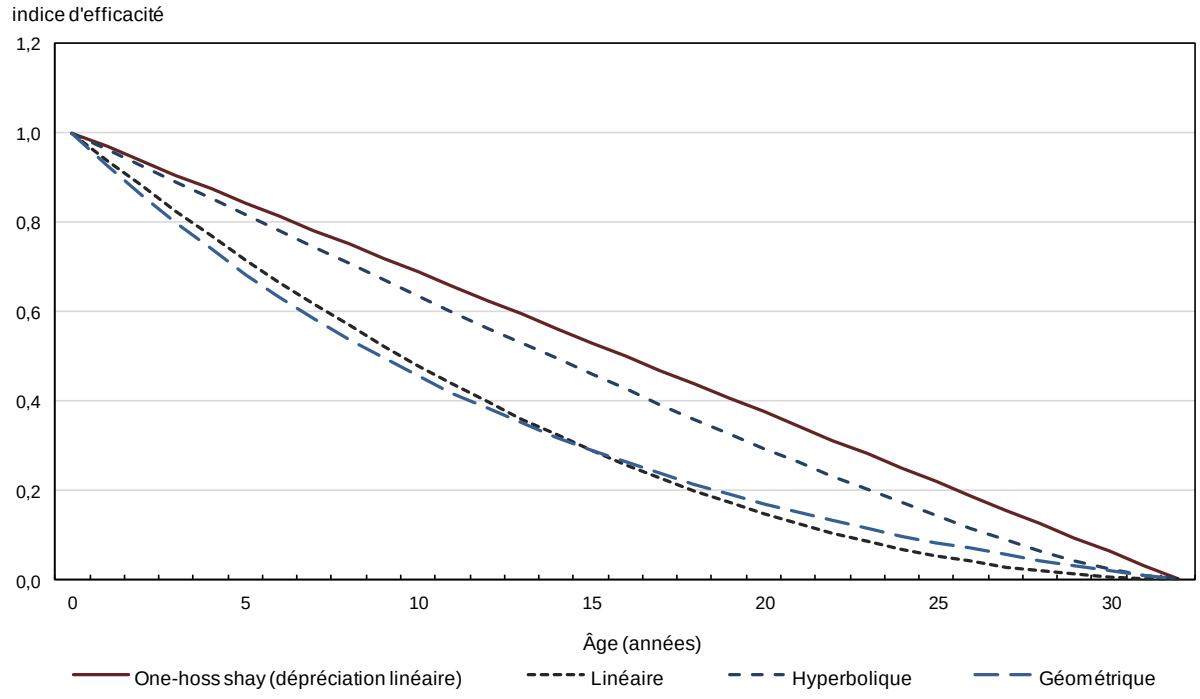
2. La majorité de cette matière est tirée directement de Hulten et Wykoff (1981).

durant les premières. Ce processus est souvent représenté par un profil hyperbolique. Une troisième catégorie d'actifs présente un profil d'efficacité linéaire. Leur capacité productive et les revenus périodiques qu'ils produisent diminuent par paliers linéaires progressifs au cours de leur cycle de vie. La quatrième catégorie d'actifs présente un profil des flux de revenus (ou d'efficacité) qui diminuent à un taux géométrique constant.

À chaque profil d'efficacité est associée un profil de dépréciation économique, défini comme étant la diminution de la valeur de l'actif (ou du prix de l'actif) associée au vieillissement (Fraumeni, 1997), selon l'hypothèse qu'à tout point dans le temps, la valeur de l'actif devrait refléter la valeur actualisée nette du flux de revenus futurs auxquels s'attend le propriétaire de l'actif. Toutes choses étant égales par ailleurs, un actif ancien a moins de possibilités de produire des revenus qu'un actif plus récent, ce qui réduit la valeur économique du premier.

La fonction $f(y)$ sera utilisée ici pour désigner la perte de valeur d'un actif par unité de temps t. Les courbes de dépréciation économique qui correspondent aux profils d'efficacité présentés au graphique 1 sont présentées au graphique 2. Ces relations stylisées entre l'efficacité et la dépréciation de l'actif reposent sur plusieurs simplifications, à savoir, premièrement, que les durées de vie utile et les courbes d'efficacité sont connues avec certitude; deuxièmement, que le prix de l'actif reflète la valeur actualisée du flux de revenus futurs, ces revenus étant une fonction linéaire de la capacité de l'actif; et troisièmement, que les revenus futurs ne sont pas actualisés.

Graphique 2
Profils correspondants de dépréciation



Note : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données expérimentales.

Selon ces hypothèses, les profils d'efficacité constante (« one-hoss-shay ») donnent lieu à des courbes de dépréciation linéaires, car la valeur des actifs les plus anciens, s'ils continuent de produire les mêmes revenus périodiques que leurs analogues plus récents, diminue d'une

quantité constante par période[3]. Les profils d'efficacité linéaires sont des courbes de décroissance plus accélérée, les pertes de valeur étant plus prononcées au début qu'à la fin de la vie utile de l'actif. Les courbes d'efficacité hyperboliques, linéaires et géométriques donnent lieu à un profil âge-prix convexe vers l'origine[4].

Obtenir les représentations algébriques des concepts d'efficacité et de dépréciation dans des conditions de certitude ne pose pas de difficulté. Considérons, pour simplifier, le cas du profil « one-hoss-shay » (efficacité constante), dans lequel la capacité de l'actif n'est pas réduite au cours de sa vie productive.

Soit $Q(y)$ l'indice d'efficacité pour des âges particuliers y. La variable y représente le temps auquel un atome de la valeur intégrée dans l'actif est perdu. $f(y)$ représente la perte de valeur par unité de temps. L'utilisation de l'actif pendant une période épuise la quantité constante de valeur qu'il pourrait produire. La normalisation sur T afin que $f(y)$ ait la caractéristique d'une fonction de densité donne

$$f(y) = \frac{Q(y)}{\int_0^T Q(y)\,dy} \; pour\; 0 < y < T,\; 0\; ailleurs. \tag{1}$$

Si $Q(y)$ est constant comme cela est le cas pour le profil « one-hoss-shay », $f(y)$ suit une loi uniforme entre 0 et T. La perte de valeur sera répartie uniformément sur la durée de vie utile de l'actif.

Alors,

$$f(y) = 1/T \; pour\; 0 < y < T,\; 0\; ailleurs. \tag{2}$$

et l'espérance est donnée par

$$E(y) = \int_0^T y\; f(y)\,dy = \left| \frac{y^2}{2T} \right|_0^T = T/2. \tag{3}$$

La durée de vie prévue d'un dollar investi dans l'actif sera égale à la moitié de la durée de vie prévue de l'actif proprement dit.

3. On présente ici un profil de dépréciation linéaire simplement pour illustrer la diminution progressive de la valeur actualisée au cours de la vie utile de l'actif. Notons, cependant, que la courbe de dépréciation qui correspond à un profil d'efficacité « one-hoss-shay » ne sera pas linéaire 1) si l'on ne connait pas avec exactitude la durée de vie utile ou 2) si la valeur de la capacité productive de l'actif est actualisée lors de futures périodes.
4. De nouveau, cette relation efficacité-prix est assujettie à plusieurs conditions; voir la note en bas de page 3. Fait plus important, la frontière géométrique d'efficacité ne se traduit précisément en une courbe de dépréciation géométrique que dans le cas d'un actif dont la durée de vie est infinie. Dans le cas du profil d'efficacité géométrique $(1-\delta)^y$, illustrée à la figure A.1, la courbe de dépréciation sera $\{(1-\delta)^y-(1-\delta)^T\}/\{1-(1-\delta)^T\}$, et cette expression se réduit au modèle géométrique original quand T tend vers l'infini. Si la durée de vie de l'actif est fixe et limitée, la courbe de dépréciation devient toujours nulle à la fin de la durée de vie utile, tandis que le profil d'efficacité est tronqué, et la courbe de dépréciation reste convexe, mais un peu plus que dans le cas d'une courbe géométrique.

Or, la durée de vie prévue d'un dollar investi est simplement la période moyenne sur laquelle est perdu un dollar d'investissement. Son inverse est juste le taux moyen d'amortissement[5]. De l'équation (3), il découle par conséquent que la dépréciation moyenne est égale à $2/T$.

Dans certaines routines d'estimation de la dépréciation, les taux d'amortissement ont été calculés indirectement en partant des estimations de la durée de vie (T) d'un actif établies d'après le code de l'impôt comme étant

$$\delta = \frac{TAD}{T} \tag{4}$$

où T est la durée de vie utile, et TAD (le taux d'amortissement dégressif) doit être choisi.

Comme le montre l'équation (3), dans le cas du profil « one-hoss-shay », la valeur du TAD choisie doit être égale à 2, afin de fournir un taux moyen d'amortissement quand T est connu. De manière plus générale, le taux moyen d'amortissement peut toujours être calculé comme l'inverse de $E(y)$[6].

La fonction de densité cumulative de y, notée $F(y)$, représente la proportion totale de la valeur initiale perdue depuis le début de la mise en service de l'actif. Par conséquent, on peut exprimer la dépréciation économique par 1 moins $F(y)$, ce qui donne $S(y)$, ladite fonction de survie.

Alors

$$S(y) = 1 - \int f(y)dy = 1 - F(y). \tag{5}$$

Quand le profil d'efficacité est constant, la dépréciation économique est une fonction linéaire décroissante, comme l'illustre le graphique 2.

Le profil de capacité constante est souvent modifié afin d'obtenir une réduction progressive de la capacité productive de l'actif au début de sa vie utile et une augmentation rapide du déclin à mesure que l'actif approche du terme de sa durée de vie utile T. Ce genre de modification produit une courbe de capacité concave. La fonction hyperbolique, qui est utilisée par le Bureau of Labor Statistics (BLS), est une forme fonctionnelle qui donne un profil de capacité concave et qui s'écrit

$$Q(y) = (T - y)/(T - \beta y), \tag{6}$$

où β est un paramètre de forme. La borne supérieure de β est 1, ce qui correspond au cas d'une capacité constante à la fin de la vie utile T. Pour $0 < \beta < 1$, la courbe de capacité sera concave (voir le graphique 3). Si $\beta = 0$, elle devient linéaire décroissante. Pour les valeurs négatives de β, la courbe de capacité devient convexe.

La densité du profil de capacité hyperbolique est :

$$f(y) = \frac{(T - y)\beta^2}{(T - \beta y)T\left[(1 - \beta)\ln(1 - \beta) + \beta\right]} \; pour \; 0 < y < T, 0 \; ailleurs. \tag{7}$$

5. Cela peut être observé directement dans le cas de la fonction de dépréciation géométrique, où $\delta = 1/E(y)$. Il est démontré dans Tanguay (2005) que cela est vrai de façon plus générale.
6. Voir Statistique Canada (2007).

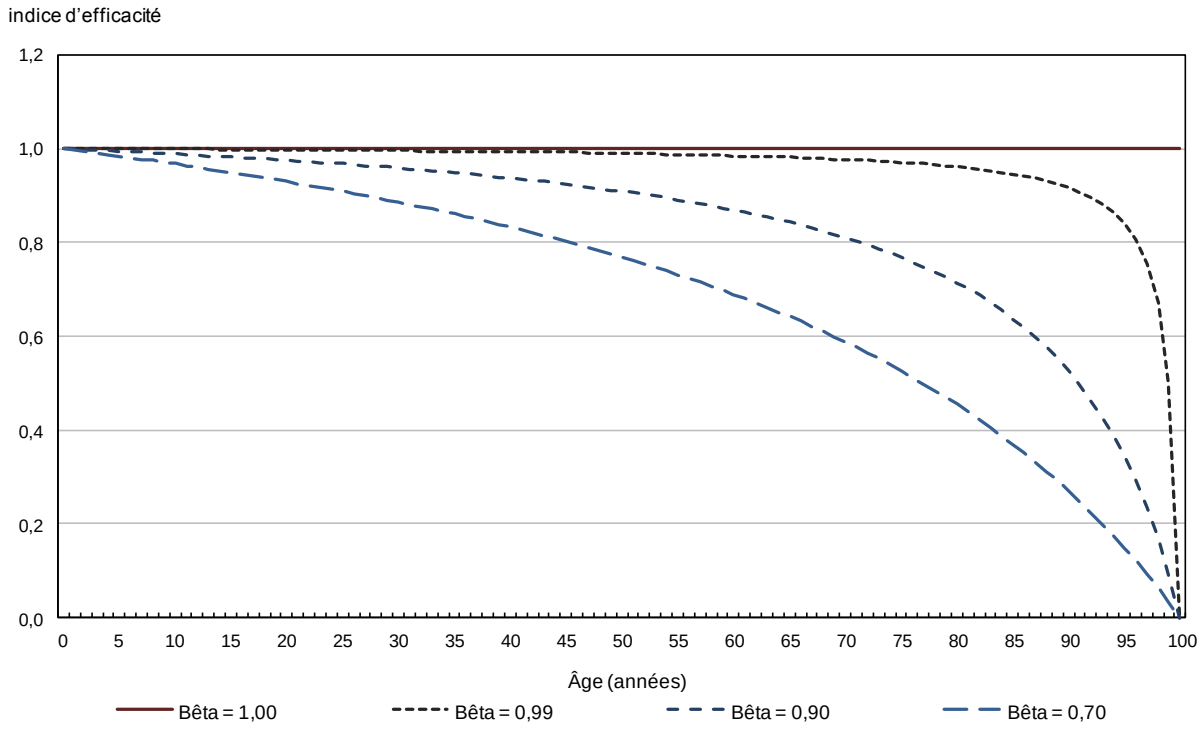
Quand $\beta = 1$, $f(y)$ se réduit à la densité d'une loi uniforme.

La fonction de densité cumulative de y, $F(y)$, est donnée par :

$$F(y) = \frac{T(1-\beta)\ln(T-\beta y) + y\beta}{T\left[(1-\beta)\ln(1-\beta) + \beta\right]}. \tag{8}$$

Comme il faut s'y attendre, si $\beta = 1$, l'expression se réduit à la forme linéaire $F(y) = y/T$. Quand $\beta = 0$, l'expression susmentionnée est indéterminée, mais elle converge vers une quadratique.

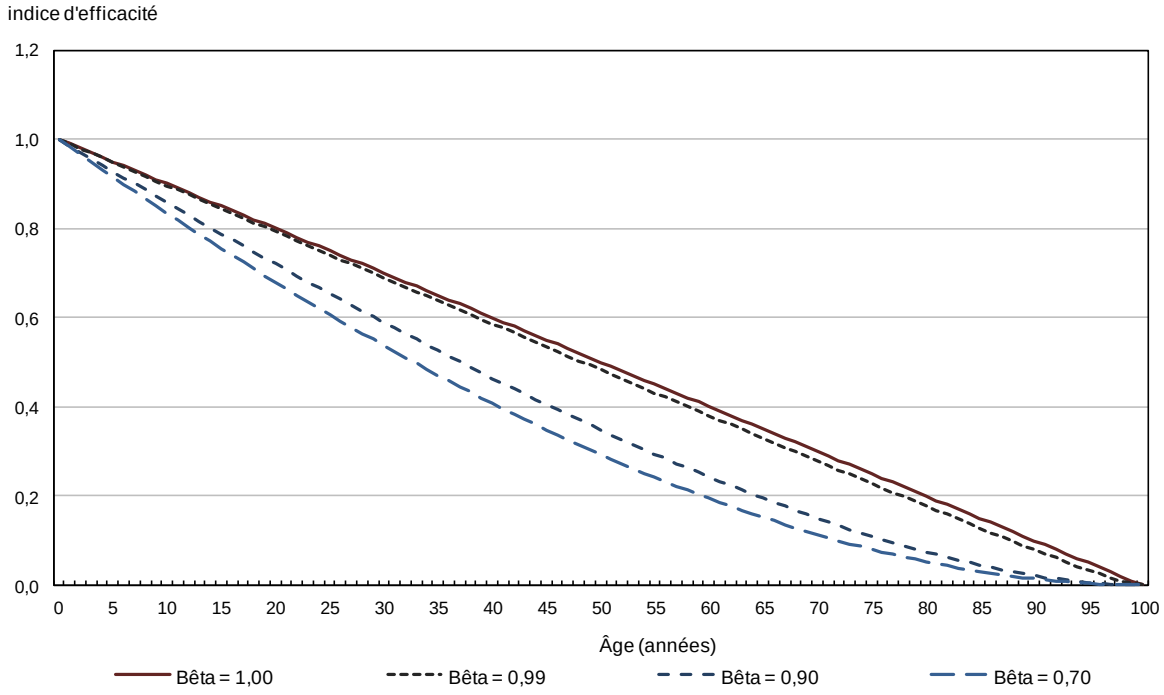
Graphique 3
Profils de capacité hyperboliques



Note : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données expérimentales.

Les courbes de dépréciation produites par cette fonction de survie dépendent de la valeur de β. Le graphique 4 donne des exemples de courbes de dépréciation économique établies pour diverses valeurs de β. Quand $\beta < 1$, la courbe de dépréciation est toujours convexe.

Graphique 4
Courbes de dépréciation économique dérivées des profils de capacité hyperboliques



Note : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données expérimentales.

Dans le présent document, on utilise une autre forme fonctionnelle, plus facile à manipuler, pour représenter un profil de capacité concave, c'est-à-dire

$$f(y) = \frac{k+1}{kT}\left[1-\left(\frac{y}{T}\right)^{k}\right]. \tag{9}$$

Le profil d'efficacité donné par cette fonction sera concave pour toute valeur de k comprise entre 1 (linéaire décroissante) et l'infini (constante, « one-hoss-shay »). L'espérance de y sera

$$E(y) = T\left[\frac{k+1}{2(k+2)}\right]. \tag{10}$$

Cela signifie que le TAD associé à l'équation (10) est

$$TAD = \left[\frac{2(k+2)}{k+1}\right]. \tag{11}$$

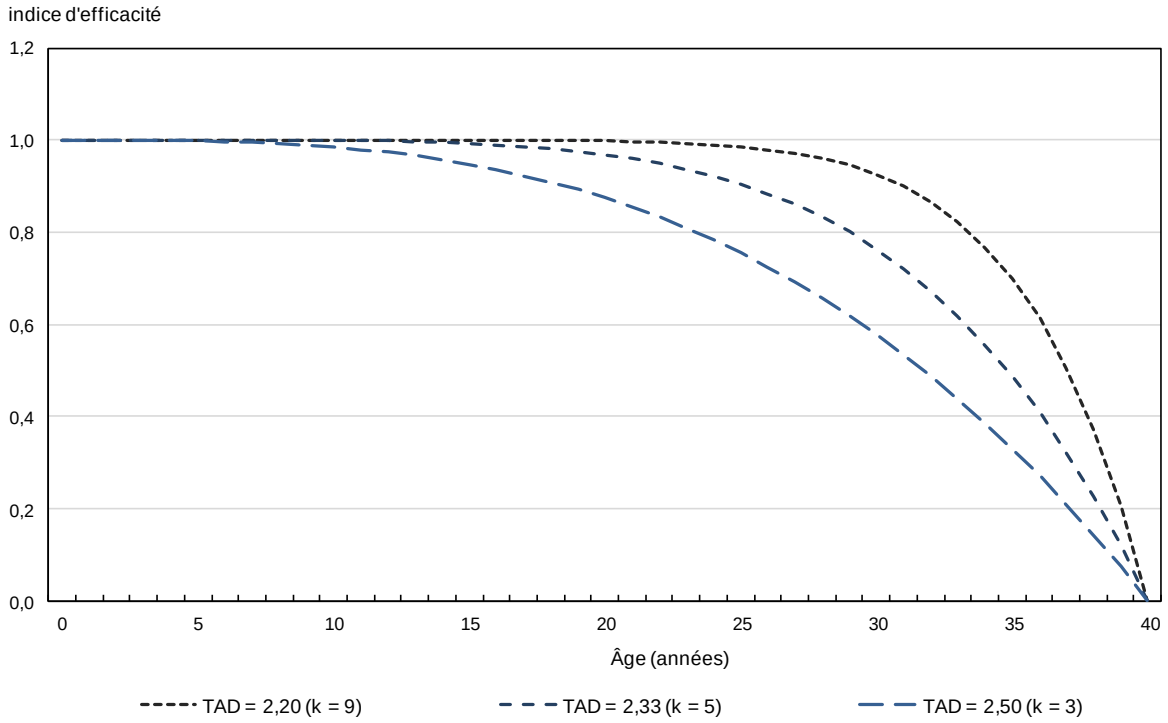
L'équation (11) offre un moyen facile d'établir une correspondance entre les paramètres du profil de capacité et le TAD. La valeur de ce dernier sera comprise entre 2 et 3.

La fonction de densité cumulative reliée à l'équation (9) est

$$F(y) = \frac{k+1}{kT}\left[y - \frac{y^{k+1}}{(k+1)T^k} \right]. \qquad (12)$$

Divers profils de capacité obtenus en utilisant cette forme fonctionnelle et le TAD qui y est associé sont présentés au graphique 5.

Graphique 5
Profils d'efficacité concaves et taux d'amortissement dégressif (TAD) connexes



Notes : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration. La valeur du TAD est déterminée par la valeur de k.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données expérimentales.

2.2 Efficacité et dépréciation économique dans un contexte d'incertitude

Dans les conditions réelles, le moment de la mise hors service (T) n'est pas connu avec certitude, parce que certains actifs sont mis hors service avant le temps T et d'autres, après celui-ci. Par conséquent, on devrait traiter T comme une variable aléatoire. Dans ce cas, les profils de prix devraient être de forme convexe, même si le profil d'efficacité de l'actif est constant.

Lorsqu'une population se compose d'actifs possédant chacun un profil d'efficacité de type « one-hoss-shay » (efficacité constante) et une mise hors service à des temps t différents, on peut modéliser le temps de la mise hors service comme une variable aléatoire de moyenne T, mais cette variable possédera aussi le type de variance asymétrique d'une fonction de Weibull.

Dans ce cas, on peut démontrer que la courbe des prix de l'actif est convexe, comme l'est la fonction géométrique discutée plus haut[7].

En guise d'illustration, examinons l'exemple qui suit.

Soit $f(y)$ une fonction représentant la perte de valeur par unité de temps t et T, la durée de vie de l'actif. Supposons que $f(y|t)$ correspond au profil de capacité ou d'efficacité constante et est $(1/t)$, et que la distribution des temps de mise hors service, $f(t)$, suit une loi de Weibull de paramètres λ et ρ; c.-à-d.,

$$f(t) = \lambda^{\rho}\rho t^{(\rho-1)}e^{-\left((\lambda t)^{\rho}\right)}. \tag{13}$$

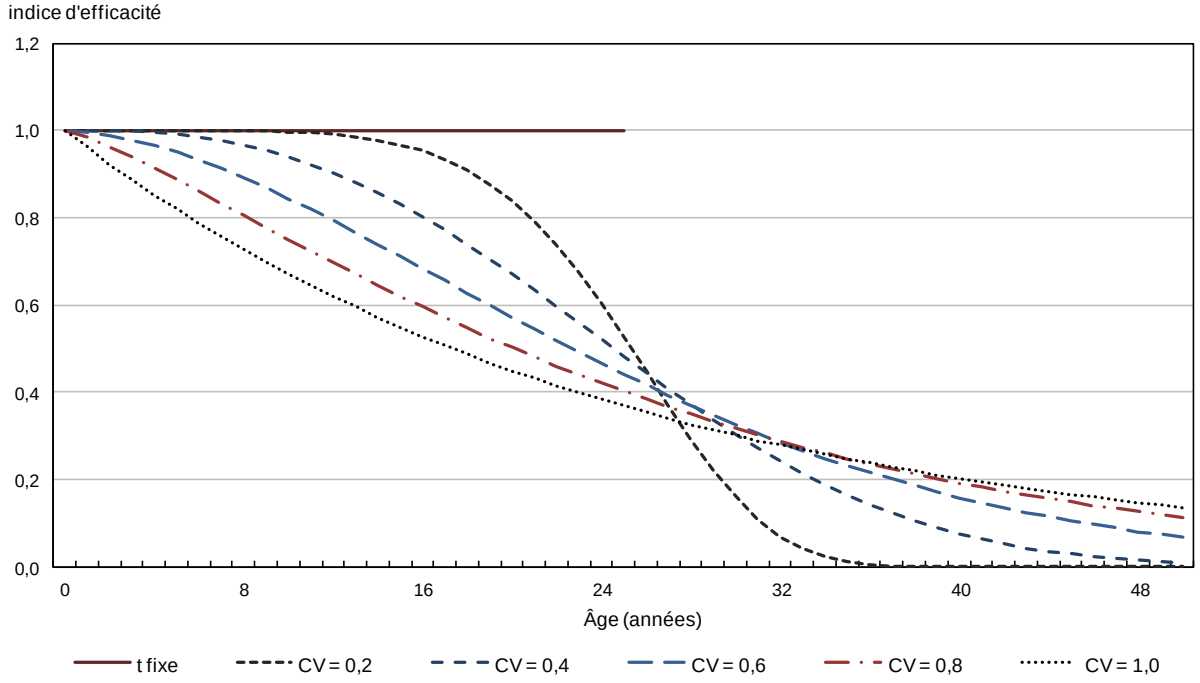
La fonction de Weibull est une forme fonctionnelle d'usage répandu qui tient compte de l'asymétrie des distributions et qui a l'avantage d'être spécifiée au moyen de deux paramètres seulement. La fonction de mise hors service de l'actif est vraisemblablement asymétrique, un plus grand nombre d'actifs étant mis hors service tôt dans leur vie productive que tard dans celle-ci. Ses deux premiers moments sont de simples fonctions des deux paramètres et sont relativement faciles à estimer.

Puisque y et t suivent maintenant une loi conjointe, l'efficacité ou la capacité prévue n'est plus constante dans ce modèle, même si on suppose encore que chaque actif est caractérisé par une courbe de capacité constante, et est une fonction des paramètres de Weibull. Le graphique 6 représente la capacité prévue au fil du temps pour différentes lois de Weibull. Les diverses lois sont définies en fonction de la taille du coefficient de variation produit par différentes valeurs de ρ et λ. La courbe de capacité prévue est d'autant plus convexe que le coefficient de variation de la durée de vie prévue (une fonction de ρ et λ) est grand[8].

Maintenant que la capacité prévue est une fonction convexe du temps, la valeur prévue de l'actif suit aussi une trajectoire convexe, plutôt que la trajectoire linéaire obtenue pour une fonction de rendement de l'investissement à capacité fixe et une date de mise hors service fixe. Le graphique 7 illustre les profils de dépréciation économique générés par diverses fonctions de Weibull pour le processus de mise hors service et une fonction de capacité constante.

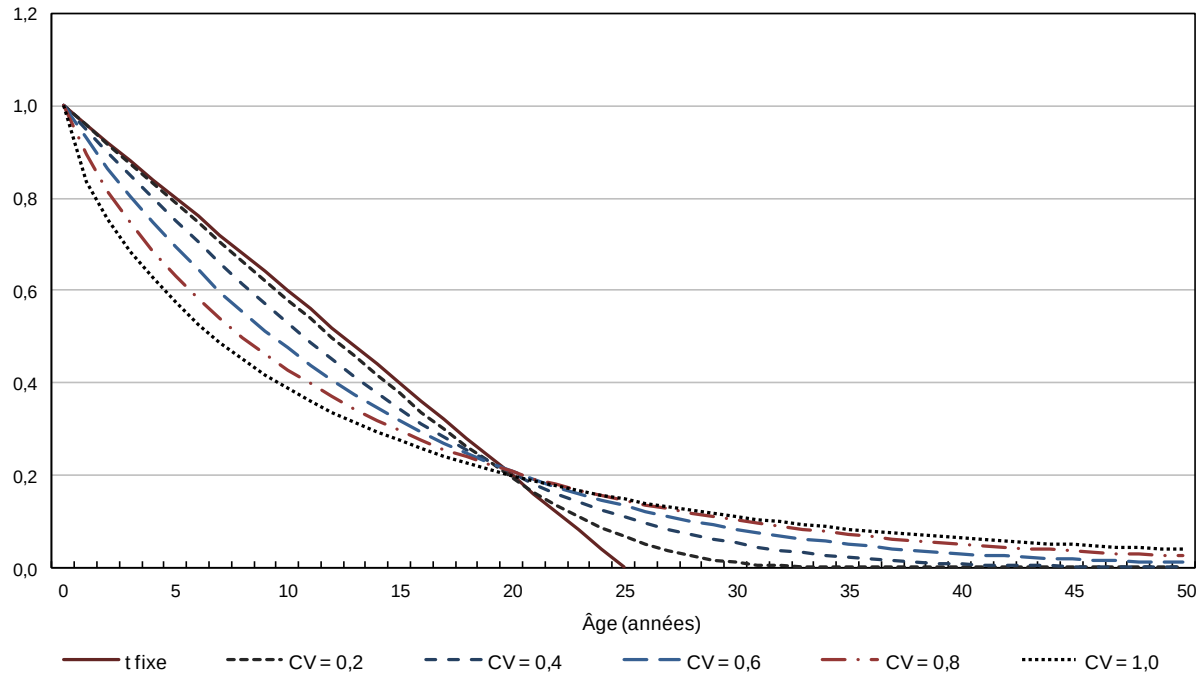
7. Voir Statistique Canada (2007) pour obtenir des renseignements plus détaillés.
8. Le coefficient de variation d'une loi de Weilbull de paramètre d'échelle ρ et de paramètre de forme λ est $\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\lambda}\right)-\left(\Gamma\left(1+\frac{1}{\lambda}\right)\right)^{2}\right]^{1/2}\Big/\Gamma\left(1+\frac{1}{\lambda}\right)$.

Graphique 6
Capacité prévue sous les durées de Weibull



Notes : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration. CV signifie « coefficient de variation ». t fixe indique que la durée de vie utile de l'actif est connue avec certitude. La capacité conditionnelle est constante.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données expérimentales.

Graphique 7
Dépréciation économique sous les durées de Weibull



Notes : L'âge est indiqué uniquement à titre d'illustration. CV signifie « coefficient de variation ». t fixe indique que la durée de vie utile de l'actif est connue avec certitude. La capacité conditionnelle est constante.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données expérimentales.

3 Source des données

Les données sur lesquelles s'appuie la présente étude proviennent de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations réalisée annuellement par la Division de l'investissement et du stock de capital de Statistique Canada auprès d'un échantillon d'établissements auxquels on demande de fournir des renseignements sur les ventes et les mises hors service d'actifs fixes.

L'enquête fournit des données détaillées sur la catégorie d'actifs, la valeur comptable brute, le prix de vente et l'âge de chaque actif vendu ou mis hors service. La valeur comptable brute correspond à la valeur originale de l'investissement plus la valeur des améliorations capitalisées qui ont eu lieu au cours de la vie de l'actif. Des indices d'ajustement des prix des immobilisations ont été utilisés pour exprimer tous les prix en dollars réels.

L'unité de base utilisée dans le présent document est un ratio de survie de la valeur de l'actif original, observé à un certain âge t. Pour une observation i dans l'échantillon, le ratio de survie est donné par

$$R_i^t = \frac{PV_i^t}{VCB_i} \tag{14}$$

où PV_i^t est le prix de vente ou de mise hors service de l'actif i à l'âge t, et VCB est la valeur comptable brute de l'actif. Le numérateur et le dénominateur sont exprimés tous deux en dollars constants. R_i^t est donc la part de la valeur de l'actif qui reste lorsque l'actif est vendu à un âge t donné. Si l'actif a été mis hors service sans être vendu, R_i^t est égal à 0, parce que le prix de vente est nul.

Les études qui s'appuient sur les prix du marché pour estimer les profils de dépréciation doivent tenir compte des problèmes de fiabilité des données[9]. Habituellement, les échantillons d'actifs usagés ne fournissent pas de renseignements sur les mises hors service, situation qui, à son tour, biaise fortement l'estimation des profils de dépréciation. La base de données utilisée pour la présente étude contient ces renseignements. Le document précédent (Statistique Canada, 2007) portait sur une période de déclaration de 15 ans (de 1985 à 2001).

L'échantillon comprenait 30 350 observations sur 43 actifs après l'application des routines de contrôle[10]. La nouvelle base de données qui a été utilisée pour la présente étude contenait des observations additionnelles pour la période de 2002 à 2010. Après l'application du processus de filtrage à la nouvelle base de données, celle-ci contenait 22 129 observations supplémentaires sur 32 actifs usagés. Le tableau 1 présente la ventilation des observations pour chaque actif et pour les deux périodes de référence.

Des contrôles ont aussi été nécessaires pour traiter ce qui semblait être des observations aberrantes. Dans certains cas, il s'agissait d'un grand nombre d'observations pour lesquelles le prix n'était pas nul, mais proche de zéro. Il est probable que bon nombre de ces observations représentaient, en fait, une valeur à la casse au lieu d'une valeur de survie de l'actif. Donc, ces observations ont été classées comme des mises hors service. Pour cela, on a utilisé une borne inférieure de 0,06 sous laquelle un rapport de prix a été considéré comme indicatif d'un retrait. En outre, on a écarté les observations aberrantes pour les actifs à longue durée de vie dont la valeur redevenait proche du prix d'achat original.

9. Pour obtenir une discussion générale de ces questions, voir Fraumeni (1997).
10. Une discussion détaillée des routines de contrôle figure à l'annexe A.

On a également relevé un problème de préférence de chiffres chez les répondants, comme en témoigne l'existence de grappes d'observations pour lesquelles la valeur de la durée de vie correspondait à un chiffre arrondi comme 5, 10, 15 ou 20 ans. Ce problème, typique de nombreuses enquêtes, a lieu parce que certains répondants ont tendance à arrondir les valeurs des durées de vie qu'ils déclarent. Cette tendance à arrondir l'âge peut avoir une incidence sur l'exactitude des estimations. Par conséquent, on a étendu la correction pour la préférence des chiffres qui est décrite dans Gellatly, Tanguay et Yan (2002) à tous les âges, jusqu'à 45 ans, en utilisant une fonction de vraisemblance modifiée pour ces âges arrondis.

Bien que la base de données offre une occasion unique d'estimer les courbes de dépréciation au moyen de données sur les prix des actifs usagés, il convient de souligner que cette approche n'est valide que dans la mesure où ces prix reflètent la valeur d'actifs représentatifs et non celle d'actifs de qualité inférieure ou « citrons »[11]. Si les actifs vendus sur les marchés d'occasion sont de qualité inférieure à ceux que les propriétaires gardent en production, les prix observés présenteront un biais à la baisse. La mesure dans laquelle le problème des actifs de qualité inférieure ou « citrons » limite l'utilité des études portant sur les actifs usagés dépend entre autres des perceptions quant à la portée du problème des « citrons » et à l'incapacité des marchés à résoudre les problèmes informationnels. Par exemple, l'arrivée d'intermédiaires de marchés qui fournissent des renseignements sur les actifs usagés aux acheteurs éventuels réduit les déséquilibres informationnels.

Il convient de souligner que la stratégie de contrôle des données permet d'éliminer une partie des actifs de qualité inférieure les plus évidents, c'est-à-dire les observations pour lesquelles la valeur de revente est très faible, comparativement à des actifs semblables au début de leur vie utile, et une valeur élevée à un stade plus avancé de leur vie. De surcroît, les estimations de la dépréciation calculées ici d'après les prix des actifs usagés sont comparées à d'autres estimations, afin de vérifier leur exactitude. Dans le présent document et dans les documents antérieurs, les estimations calculées en se servant des prix des actifs usagés, qui peuvent présenter un problème de sélection d'échantillon, sont comparées aux estimations calculées d'après les estimations *ex ante* de la durée de vie établie au moment de l'investissement initial, pour valider les résultats.

Afin de tenir compte des problèmes que peut poser l'emploi des prix des actifs usagés, les estimations sont limitées aux actifs (principalement les machines et le matériel) pour lesquels le marché de la revente est raisonnablement actif. Par exemple, pour la catégorie des travaux de génie, moins de 40 % des observations contenaient une valeur positive de prix et environ la moitié de celles qui en contenaient une présentaient un ratio des prix inférieur à 6 %. Par conséquent, on a éliminé les travaux de génie de la procédure d'estimation. On n'a retenu que quelques catégories de bâtiments pour lesquels existait un nombre raisonnable de transactions, si bien que l'on pourrait s'attendre à ce que le cadre économétrique donne de moins bons résultats pour ces actifs. Les observations qui fournissent la plupart des estimations correspondent principalement à des actifs de la catégorie des machines et du matériel (environ 46 000 observations en tout, de 1985 à 2010). Les données permettent d'estimer les taux d'amortissement directement pour 27 grandes catégories d'actifs parmi les 155 actifs pour lesquels Statistique Canada recueille des renseignements pour son programme de données sur l'investissement.

Enfin, des réserves sont souvent émises quant à la représentativité des résultats lorsque ceux-ci sont fondés sur de petits échantillons. La plupart des travaux empiriques sur la dépréciation des immobilisations de Hulten et Wykoff (1981) se fondent sur de petits échantillons portant sur un nombre limité d'actifs. À cet égard, notre base de données offre l'avantage de contenir un grand ensemble de données diversifiées sur les prix fondé sur l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations, qui est une enquête annuelle complète réalisée par Statistique

11. Voir Akerlof (1970).

Canada. Sur la période de référence complète allant de 1985 à 2010, le nombre moyen d'observations par actif est d'environ 1 200, le nombre minimal est de 74 et le nombre maximal est de 6 954.

Les principales statistiques sur les échantillons utilisés pour produire les estimations sont présentées aux tableaux 2 et 3, y compris les moyennes et les écarts-types du ratio des prix de revente, l'âge à la revente et l'âge de mise hors service par actif. En moyenne, le ratio des prix de revente est plus élevé pour les actifs de la catégorie des bâtiments que pour ceux de la catégorie des machines et du matériel. De 1985 à 2001, le ratio moyen des prix de revente était égal à 0,38 pour les bâtiments et à 0,27 pour les machines et le matériel (tableau 2). De 2002 à 2010, le ratio moyen des prix de revente était de 0,39 pour les bâtiments et de 0,32 pour les machines et le matériel (tableau 3). Les âges à la revente et à la mise hors service sont, en moyenne, deux fois plus élevés pour les bâtiments que pour les machines et le matériel. Par exemple, de 1985 à 2001, l'âge moyen à la revente était de 16 ans pour les bâtiments contre 8 ans pour les machines et le matériel.

D'une période de référence à l'autre, on ne constate que peu de changements pour les bâtiments ainsi que pour les machines et le matériel. Pour les bâtiments, le ratio moyen des prix de revente et l'âge moyen à la revente étaient de 0,38 et de 16 ans, respectivement, pour la période de 1985 à 2001, comparativement à 0,39 et à 15 ans, respectivement, pour la période de 2002 à 2010. Pour les machines et le matériel, les chiffres correspondants sont de 0,27 et de 8 ans, pour la première période, contre 0,32 et 8 ans pour la seconde. La variation la plus importante a trait à l'âge de mise hors service pour les bâtiments. L'âge moyen de mise hors service pour les bâtiments n'est que de 14 ans pour la période allant de 2002 à 2010, comparativement à 22 ans pour la période antérieure, soit une réduction d'environ un tiers. Pour les machines et le matériel, la réduction de l'âge de mise hors service n'est pas significative.

Tableau 1
Échantillon de données

Description et code d'actif	1985 à 2001		2002 à 2010	
	Prix de revente	Âge de mise hors service	Prix de revente	Âge de mise hors service
	nombre d'observations			
Usines de fabrication, de traitement et d'assemblage (1001)	352	554	136	260
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	171	161	130	105
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	97	96	55	63
Immeubles de bureaux (1013)	434	322	262	387
Centres commerciaux et magasins (1016)	157	175	118	394
Autres constructions industrielles et commerciales (1099)	105	53	164	156
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	90	106	11	12
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	72	85	11	17
Meubles et ameublement de bureau (pupitres, chaises, étagères, etc.) (6001)	1 301	1 837	474	1 816
Ordinateurs, matériel connexe incluant logiciel et machines de traitement de texte (6002)	1 242	1 831	618	2 189
Autres meubles, ameublement et appareils (articles de cuisine dans les restaurants, matériel récréatif, meubles dans les hôpitaux, les magasins et les hôtels) (6003)	458	384	303	545
Matériel scientifique, professionnel et médical (6004)	216	336	66	167
Matériel de chauffage, d'électricité, de plomberie, de climatisation et de réfrigération (6005)	133	267	26	111
Matériel de dépollution (6006)	22	83	38	111
Moteurs, génératrices, transformateurs, turbines, compresseurs et pompes de tous genres (6009)	314	338	155	188
Matériel lourd de construction (chargement, remorquage, malaxage, pavage, terrassement) (6010)	551	76	255	40
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (porteurs-tracteurs, voir le code 6203) (6011)	360	100	194	69
Outillage capitalisé et autres outils (manuels, électriques, industriels) (6012)	372	449	128	163
Installations de forage (6013)	110	40	33	0
Automobiles et principales pièces de rechange (6201)	1 732	334	825	235
Autobus (de tous genres) et principales pièces de rechange (6202)	195	35	103	30
Camions, fourgonnettes, porteurs-tracteurs, camions-remorques et principales pièces de rechange (6203)	2 999	893	1 505	421
Autre matériel de transport (6299)	137	86	941	259
Machines et matériel assistés par ordinateur (6401, 6402)	560	540	994	1 051
Non assistés par ordinateur (6601, 6602)	2 959	1 903	1 202	890
Machines et matériel pour les systèmes de communication (6403, 6603)	526	641	337	824
Matériel de sécurité (y compris les armes à feu) et autres machines et matériel (non spécifié ailleurs) (6007, 8999)	634	492	484	514

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau 2
Statistiques d'échantillon, 1985 à 2001

	Revente				Âge de mise hors service	
	Ratio		Âge			
	moyenne	erreur-type	moyenne	erreur-type	moyenne	erreur-type
Tous bâtiments	0,380	0,308	16,4	11,7	21,5	12,1
Usines de fabrication, de traitement et d'assemblage (1001)	0,308	0,291	17,5	12,0	24,3	11,1
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	0,397	0,292	17,9	9,8	25,9	14,1
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	0,287	0,279	16,1	9,4	23,7	11,5
Immeubles à bureaux (1013)	0,411	0,304	17,2	13,4	21,3	13,2
Centres commerciaux et magasins (1016)	0,500	0,308	15,0	10,9	9,7	6,0
Autres constructions industrielles et commerciales (1099)	0,342	0,284	18,2	10,9	22,3	9,2
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	0,449	0,390	9,2	7,3	17,7	8,1
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	0,339	0,279	13,5	9,8	22,6	9,4
Toutes machines et équipement	0,271	0,259	8,5	5,2	10,2	5,3
Meubles et ameublement de bureau (pupitres, chaises, étagères, etc.) (6001)	0,301	0,252	8,5	4,1	10,7	4,3
Ordinateurs, matériel connexe incluant logiciel et machines de traitement de texte (6002)	0,312	0,278	4,8	2,0	5,8	2,1
Autres meubles, ameublement et appareils (articles de cuisine dans les restaurants, matériel récréatif, meubles dans les hôpitaux, les magasins et les hôtels) (6003)	0,264	0,267	8,3	4,2	8,8	3,9
Matériel scientifique, professionnel et médical (6004)	0,274	0,281	9,1	4,9	11,5	5,2
Matériel de chauffage, d'électricité, de plomberie, de climatisation et de réfrigération (6005)	0,251	0,267	9,9	5,4	14,5	6,7
Matériel de dépollution (6006)	0,232	0,293	14,4	7,5	13,0	6,2
Moteurs, génératrices, transformateurs, turbines, compresseurs et pompes de tous genres (6009)	0,264	0,272	11,6	6,5	15,5	7,1
Matériel lourd de construction (chargement, remorquage, malaxage, pavage, terrassement) (6010)	0,267	0,242	9,9	5,0	11,0	5,5
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (porteurs-tracteurs, voir le code 6203) (6011)	0,253	0,216	9,1	4,3	10,8	4,8
Outillage capitalisé et autres outils (manuels, électriques, industriels) (6012)	0,248	0,260	9,6	5,3	9,2	4,0
Installations de forage (6013)	0,309	0,249	8,2	4,8	11,7	5,1
Automobiles et principales pièces de rechange (6201)	0,343	0,240	4,5	2,1	5,6	2,4
Autobus (de tous genres) et principales pièces de rechange (6202)	0,159	0,201	12,9	5,1	11,1	4,9
Camions, fourgonnettes, porteurs-tracteurs, camions-remorques et principales pièces de rechange (6203)	0,256	0,247	7,4	3,5	8,5	3,5
Autre matériel de transport (6299)	0,233	0,252	10,0	5,7	10,2	5,0
Machines et matériel assistés par ordinateur (6401, 6402)	0,257	0,292	9,9	6,0	12,1	5,7
Non assistés par ordinateur (6601, 6602)	0,219	0,249	11,7	6,1	13,2	5,5
Machines et matériel pour les systèmes de communication (6403, 6603)	0,285	0,292	7,5	4,5	9,5	4,3
Matériel de sécurité (y compris les armes à feu) et autres machines et matériel (non spécifié ailleurs) (6007, 8999)	0,324	0,288	9,5	5,5	11,7	5,7

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau 3
Statistiques d'échantillon, 2002 à 2010

	Revente				Âge de mise hors service	
	Ratio		Âge			
	moyenne	erreur-type	moyenne	erreur-type	moyenne	erreur-type
Tous bâtiments	0,393	0,293	15,4	10,1	13,8	9,3
Usines de fabrication, de traitement et d'assemblage (1001)	0,334	0,281	19,4	13,4	21,0	10,6
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	0,293	0,297	18,8	9,9	17,3	10,7
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	0,426	0,240	17,5	8,4	20,5	10,5
Immeubles de bureaux (1013)	0,476	0,288	15,7	9,7	11,3	7,4
Centres commerciaux et magasins (1016)	0,435	0,288	8,0	6,3	9,3	4,9
Autres constructions industrielles et commerciales (1099)	0,358	0,279	13,9	7,7	13,3	9,2
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	0,132	0,054	11,1	1,9	16,8	0,6
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	0,508	0,435	12,5	2,9	23,6	6,7
Toutes machines et équipment	0,320	0,293	8,0	4,7	8,5	4,9
Meubles et ameublement de bureau (pupitres, chaises, étagères, etc.) (6001)	0,314	0,287	6,6	3,6	8,4	3,3
Ordinateurs, matériel connexe incluant logiciel et machines de traitement de texte (6002)	0,249	0,270	4,3	1,7	4,8	1,6
Autres meubles, ameublement et appareils (articles de cuisine dans les restaurants, matériel récréatif, meubles dans les hôpitaux, les magasins et les hôtels) (6003)	0,519	0,354	6,9	3,4	8,1	3,4
Matériel scientifique, professionnel et médical (6004)	0,373	0,330	9,0	5,6	11,4	5,3
Matériel de chauffage, d'électricité, de plomberie, de climatisation et de réfrigération (6005)	0,655	0,303	9,1	4,0	11,0	4,0
Matériel de dépollution (6006)	0,293	0,282	11,3	4,3	11,5	6,0
Moteurs, génératrices, transformateurs, turbines, compresseurs et pompes de tous genres (6009)	0,466	0,320	9,3	5,8	14,0	7,6
Matériel lourd de construction (chargement, remorquage, malaxage, pavage, terrassement) (6010)	0,365	0,304	6,9	4,0	10,7	5,9
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (porteurs-tracteurs, voir le code 6203) (6011)	0,288	0,250	8,8	4,4	13,3	3,8
Outillage capitalisé et autres outils (manuels, électriques, industriels) (6012)	0,294	0,284	7,1	3,9	8,5	4,2
Installations de forage (6013)	0,561	0,254	6,9	4,3	...	...
Automobiles et principales pièces de rechange (6201)	0,314	0,260	5,5	2,5	6,4	2,9
Autobus (de tous genres) et principales pièces de rechange (6202)	0,122	0,221	14,8	6,9	22,2	8,0
Camions, fourgonnettes, porteurs-tracteurs, camions-remorques et principales pièces de rechange (6203)	0,295	0,264	7,7	3,5	8,8	3,6
Autre matériel de transport (6299)	0,314	0,260	9,4	4,3	11,2	4,6
Machines et matériel assistés par ordinateur (6401, 6402)	0,322	0,301	10,3	5,7	12,0	5,8
Non assistés par ordinateur (6601, 6602)	0,292	0,283	9,5	5,2	12,0	6,1
Machines et matériel pour les systèmes de communication (6403, 6603)	0,283	0,291	7,3	3,0	7,5	3,4
Matériel de sécurité (y compris les armes à feu) et autres machines et matériel (non spécifié ailleurs) (6007, 8999)	0,386	0,350	8,8	5,0	10,6	4,7

... n'ayant pas lieu de figurer

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

4 Cadre d'estimation

La méthode d'estimation utilisée ici repose sur les travaux originaux de Hall (1971) et de Hulten et Wykoff (1981), et fait appel à la méthodologie économétrique élaborée dans Statistique Canada (2007) par Tanguay. L'étude antérieure publiée dans Statistique Canada (2007) s'appuyait sur plusieurs formes convexes de profils âge-prix, à savoir une Weibull, une exponentielle et la forme générale décrite par l'équation (9), et diverses méthodes d'estimation, pour finalement choisir une expérience de Monte Carlo qui s'était avérée avoir le biais le plus faible et être la plus efficace.

Très souvent utilisée en analyse de durée, la loi de Weibull est un modèle paramétrique souple, caractérisé par deux paramètres, qui permet d'utiliser des taux d'amortissement variant avec l'âge, mais peut être contraint à produire des taux constants (exponentiels) qui sont directement comparables aux taux géométriques habituellement utilisés en comptabilité pour calculer l'amortissement. On a choisi le troisième modèle général pour répondre à la question de savoir quelle serait la forme de la courbe si on avait une fonction de mise hors service de Weibull et un profil d'efficacité générale concave. L'équation dérivée qui caractérise le profil âge-prix résultant nécessite l'estimation de trois paramètres.

Auparavant, on avait constaté que les diverses formes fonctionnelles choisies ne présentaient pas d'écart significatif pour la variable estimée ici, c'est-à-dire le taux moyen d'amortissement. Les estimations calculées du taux moyen d'amortissement dépendaient moins de la forme fonctionnelle choisie que de l'utilisation de données représentatives de la population complète de transactions concernant les actifs et de procédures de contrôle éliminant les observations aberrantes dans les deux queues de la distribution de l'âge, autrement dit, les actifs très récents et les actifs très vieux.

4.1 Modèle de survie

Pour commencer, considérons la détermination de la valeur d'un actif dans le cadre classique du maximum de vraisemblance.

Soit D une variable indicatrice décrivant les deux états possibles d'un actif donné, et soit $D = 1$ quand l'actif est « mort » ou mis hors service (c.-à-d. que son prix de vente est nul) et $D = 0$ autrement. La vraisemblance d'observer un âge t est donnée par

$$\ell(t) = f(t)^{D} S(t)^{(1-D)} \tag{15}$$

où $f(t)$ est la fonction de densité, et $S(t)$ est la fonction de survie[12], c'est-à-dire 1 moins la densité cumulative de $f(t)$[13].

L'équation (15) peut être appliquée à des situations dans lesquelles on peut décrire l'événement à modéliser au moyen d'une variable d'état binaire (p. ex. « en vie » ou « mort »). Si l'actif est « mort », la fonction de vraisemblance se réduit à la fonction de densité et donne la probabilité que l'actif soit hors service à l'âge t. Si l'actif est encore « en vie », la fonction de vraisemblance se réduit à la fonction de survie et donne la probabilité que l'actif survive jusqu'au temps t. La log-vraisemblance d'observer un échantillon de n observations prend alors la forme

12. $S(t) = 1 - \int f(t)dt = 1 - F(t)$.

13. Cela est conforme au modèle classique de survie. Voir, par exemple, Cox et Oakes (1984), et Nelson (1982).

$$\ln L = \sum_{i=1}^{N} \left[D_i \ln f(t_i) + (1 - D_i) \ln S(t_i) \right]. \tag{16}$$

L'équation (16) peut être modifiée ici afin de caractériser la fonction de vraisemblance du profil âge-prix de l'actif en se basant sur l'ensemble de ratios de survie R_i observés (définis antérieurement par l'équation [14]). Chaque atome de valeur possède sa propre durée et R_i exprime la proportion d'entre eux qui survivent jusqu'à un certain âge t, tandis que $1 - R_i$ est la proportion d'atomes perdus. Chaque actif est par conséquent considéré comme une cohorte particulière de valeurs. La log-vraisemblance d'un échantillon de n observations (cohortes) devient

$$\ln L = \sum_{i=1}^{N} \left[(1 - R_i) \ln f(y_i) + R_i \ln S(y_i) \right], \tag{17}$$

où y_i est le moment auquel un atome de valeur intégré dans l'actif i est perdu. L'expression de la log-vraisemblance donnée par l'équation (17) possède une interprétation intuitive. R_i, le ratio des prix, représente la part de la valeur de l'actif qui survit jusqu'à un âge donné y_i, multipliée par une probabilité de survie correspondante $S(y_i)$, tandis que $1 - R_i$ représente la part perdue de la valeur, multipliée par sa probabilité de disparition $f(y_i)$.

Bien qu'elle convienne à de nombreuses études de survie, l'équation (17) doit être modifiée afin de produire des estimations de la dépréciation économique. L'utilisation de l'expression classique de la densité $f(y_i)$ repose sur l'hypothèse que la valeur des actifs reste constante durant toutes les périodes qui précèdent le moment de leur vente ou de leur mise hors service. Sont donc ancrés dans l'équation (17) des profils conceptuellement similaires à un modèle « one-hoss-shay », les valeurs des actifs demeurant à leur ratio de survie maximal avant un âge donné (le point dans le temps où a lieu la transaction y_i) auquel est observée une perte de valeur partielle ou totale. Comme cette hypothèse est trop restrictive, on modifie l'équation (17) pour tenir compte de la dépréciation continue en remplaçant le terme de la densité $f(y_i)$ par la densité cumulative $F(y_i)$. Alors que le terme de densité $f(y_i)$ suppose que la perte de valeur de l'actif a eu lieu au temps y_i, la densité cumulative $F(y_i)$ suppose que les réductions de valeur ont lieu avant le temps y_i.

L'équation d'estimation devient

$$\ln L = \sum_{i=1}^{N} \left[(1 - R_i) \ln F(y_i) + R_i \ln S(y_i) \right], \tag{18}$$

où $F(y_i)$ est la probabilité que la valeur de l'actif diminue à un moment donné avant y_i [14].

14. Ce modèle est similaire aux modèles de réponse binaire où le niveau de réponse (temps) est propre à l'observation. Notre formule ressemble à l'un des prototypes énumérés par Lagakos (1979) dans lequel les observations suivent une même loi de survie, mais présentent des modalités de censure différentes. Dans notre cadre de référence, la fonction de vraisemblance est censurée à gauche ainsi qu'à droite, et la variable indicatrice habituelle y est remplacée par un ratio de survie R_i.

La survie d'un actif englobe à la fois la survie de la vie de l'actif et celle de sa valeur. Autrement dit, y_i et l'âge t suivent une loi conjointe. En supposant que t suit une loi de Weibull et que la courbe d'efficacité conditionnellement à t possède une forme générale concave présentée dans l'équation (9),

$$f(y) = \frac{k+1}{k\,t}\left[1-\left(\frac{y}{t}\right)^{k}\right]$$

donne le logarithme de la fonction de vraisemblance pour les profils âge-prix de revente,

$$\ln L = \sum_{i=1}^{N} W_i (1-c_i)\left[\begin{array}{l}(1-R_i)\log\left[1-e^{-\left((\lambda t_i)^{\rho}\right)}+\lambda t_i\,\Gamma\left[1-\frac{1}{\rho},(\lambda t_i)^{\rho}\right]+\frac{1}{\rho}\mathrm{E}_{\left(\frac{k+1+\rho}{\rho}\right)}\left[(\lambda t_i)^{\rho}\right]\right]+\\ R_i\log\left[e^{-\left((\lambda t_i)^{\rho}\right)}-\lambda t_i\,\Gamma\left[1-\frac{1}{\rho},(\lambda t_i)^{\rho}\right]-\frac{1}{\rho}\mathrm{E}_{\left(\frac{k+1+\rho}{\rho}\right)}\left[(\lambda t_i)^{\rho}\right]\right]\end{array}\right] \qquad (19)$$

où $\Gamma(.,.)$ est une fonction gamma incomplète; $\mathrm{E}(\frac{k+1+\rho}{\rho})$ est une intégrale exponentielle d'ordre $\frac{k+1+\rho}{\rho}$ qui peut être résolue par interpolations entre les valeurs entières de $\mathrm{E}(\frac{k+1+\rho}{\rho})$; c est un indicateur de mise hors service (1) ou de revente (0); et W_i est une pondération appliquée à l'observation i[15].

4.2 La fonction de mise hors service

La deuxième partie de l'estimation fait intervenir la fonction de mise hors service, afin de corriger le biais de sélection découlant du fait que l'on utilise seulement les prix positifs observés sur les marchés des actifs usagés. Pour produire leurs estimations pionnières, Hulten et Wykoff (1981) disposaient seulement de données sur les prix des actifs usagés et ne possédaient que peu d'information sur les courbes de mise hors service. Autrement dit, ils manquaient de renseignements sur les mises hors service réelles non observées sur les marchés d'occasion, qui ne recueillent des données sur les prix que pour les transactions produisant des valeurs positives. Faute de ces données, ils ont formulé des hypothèses quant à la durée moyenne de vie des actifs et à la distribution des mises hors service autour de cette moyenne. Ensuite, ils ont corrigé à la baisse les prix positifs observés afin de tenir compte dans la moyenne des observations manquantes sur les actifs qui avaient été mis hors service à un prix nul.

La base de données utilisée ici permet d'estimer directement le processus de mise hors service. Au lieu d'étalonner une distribution de mises hors service autour d'une durée de vie utile moyenne, comme cela est fait dans la plupart des études, on estime directement les probabilités de mise hors service d'après les données sur les mises hors service (c.-à-d. les transactions caractérisées par un prix nul) et sur les ventes d'actifs usagés. On utilise toutes les observations (positives ainsi que nulles) pour estimer la fonction de mise hors service réelle, dont on se sert pour corriger les estimateurs afin de tenir compte d'une proportion de mises hors service à chaque point dans le temps[16].

15. Cette pondération sert à corriger l'éventuel caractère non aléatoire de l'échantillon. Voir Statistique Canada (2007) pour obtenir des renseignements plus détaillés.
16. On a également expérimenté une version ne tenant compte que des mises hors service (les valeurs nulles), mais l'avons rejetée parce qu'elle comporte un biais de censure manifeste décrit de longue date dans la littérature économétrique.

Pour cela, on doit émettre une hypothèse quant à la courbe de mise hors service. On suppose que les distributions des mises hors service suivent une loi de Weibull. La fonction de probabilité cumulative (D) et la fonction de probabilité de densité (f) des mises hors service sont, respectivement,

$$D(t;\lambda,\rho) = 1 - Sv(t;\lambda,\rho) = 1 - \exp\left[-(\lambda t)^{\rho}\right] \tag{20}$$

$$f(t;\lambda,\rho) = \lambda^{\rho}\rho(t)^{\rho-1}\exp\left[-(\lambda t)^{\rho}\right]. \tag{21}$$

Les paramètres que l'on doit estimer sont le paramètre d'échelle, λ, et le paramètre de forme, ρ, de la loi de Weibull.

Pour commencer, posons que c est une variable binaire qui prend la valeur 1 si la durée de vie est complète et 0 autrement.

La fonction de log-vraisemblance devient :

$$l_t = \sum_{i=1}^{N} W_i c_i \log\left[f(t_i;\boldsymbol{\theta})\right] + W_i(1-c_i)\log\left[S(t_i;\boldsymbol{\theta})\right] \tag{22}$$

où $\boldsymbol{\theta}$ représente les paramètres qu'il faut estimer.

Dans le cas d'une loi de Weibull, cette expression devient

$$l^0{}_t = \sum_{i=1}^{N_1} W_i c_i \left[\rho\log(\lambda) + \log(\rho) + (\rho-1)\log(t_i)\right] - W_i(\lambda t_i)^{\rho}. \tag{23}$$

Soulignons que l'équation (23) s'applique aux âges qui ne sont pas touchés par le problème de préférence de chiffres. Pour les âges qui sont arrondis, on apporte les modifications suivantes, puisque les âges réels ne sont pas observés. On suppose qu'il existe un paramètre d'erreur d'âge, e, que l'on peut estimer. Par conséquent, les âges réels non observés sont compris dans l'intervalle entre $t-e$ et $t+e$. La probabilité d'observer un âge arrondi, t, quand la durée de vie est complète, est donc la même que la probabilité d'observer l'intervalle $(t-e, t+e)$, c.-à-d. $F(t+e)-F(t-e)$, où $F(.)$ est une fonction de répartition cumulative de Weibull. Quand la durée de vie est incomplète, c.-à-d. censurée, la probabilité d'observer un âge arrondi t devient $S(t-e)$, où $S(.)$ est la fonction de survie de Weibull. Par conséquent, la fonction de log-vraisemblance pour l'âge arrondi devient

$$l^1{}_t = \sum_{i=1}^{N_2} W_i c_i \log[F(t_i+e) - F(t_i-e)] + W_i(1-c_i)\log[S(t_i-e)]. \tag{24}$$

4.3 Estimation simultanée des fonctions de déclin et de mise hors service de l'actif

Les fonctions de survie et de mise hors service d'un actif sont estimées simultanément, puisqu'il est montré dans Statistique Canada (2007) que cette méthode est celle qui donne le biais le plus faible et l'efficacité la plus grande. La forme de la fonction de densité de survie dépend de la forme de la fonction de mise hors service ainsi que de la fonction d'efficacité, et il est

probable que ces deux formes soient différentes[17]. Une procédure en deux étapes, consistant à estimer la fonction de mise hors service pour commencer, puis à utiliser les estimations qu'elle fournit pour corriger le biais de sélection dans la fonction de déclin, produit des estimations biaisées parce qu'elle n'utilise pas l'information de la fonction de déclin au sujet du moment où les actifs sont encore « en vie » pour estimer la durée de vie[18]. Un cadre d'estimation simultanée contraint les estimateurs à respecter les convergences entre les deux processus qui génèrent t et y, sachant que ces processus sont reliés[19]. Cette convergence peut être imposée, même en cas d'une erreur de spécification, quand la forme exacte du modèle de mise hors service est inconnue.

Par exemple, si on observe les réalisations de la variable aléatoire, t, pour une fonction de survie empirique de y, le système pourrait prendre la forme suivante

$$(i) \quad l_t = f(t;\boldsymbol{\theta}) \tag{25}$$

$$(ii) \quad l_y = S(y;\boldsymbol{\theta},\eta), \tag{26}$$

où l_t et l_y représentent les fonctions de vraisemblance de t et de y, respectivement, θ représente un vecteur de paramètres communs aux deux fonctions et η représente le paramètre qui définit la forme du profil de capacité qui est propre à l_y.

Le fait que certains paramètres soient communs aux deux équations plaide en faveur d'une méthode d'estimation simultanée qui tient compte des convergences susmentionnées. La première équation exprime la durée physique t, tandis que la seconde correspond à la survie de y, qui détermine le prix de revente des actifs usagés. Lorsque le prix est nul, l'information est complète en ce qui concerne la durée, mais censurée à gauche en ce qui concerne la valeur. Si le prix n'est pas nul, les données sont censurées à droite en ce qui concerne la durée, mais fournissent plus d'information sur $S(y)$. Un cadre d'estimation simultanée exploite les complémentarités entre l'information sur y et sur t.

La spécification utilisée pour estimer la fonction de mise hors service est celle de Weibull donnée par l'équation (21). La courbe de survie choisie est une forme générale d'une courbe d'efficacité concave qui est fournie par l'équation (9).

Le profil d'efficacité donné par cette fonction sera concave pour toute valeur de k comprise entre 1 (linéaire décroissante) et l'infini (constante, « one-hoss-shay »).

L'estimation de l'équation (26), qui est fondée sur les ratios de survie individuels, R_i, suppose que les plans d'amortissement ne sont corrélés ni à la taille, ni à la valeur monétaire de l'actif. Pour tenir compte des différences de valeur monétaire entre les observations, on les pondère

17. Comme il est souligné dans Statistique Canada (2007), aborder le processus d'estimation par étape, en estimant d'abord une courbe de survie, puis un modèle de mise hors service, et en les fusionnant ensuite présente le risque d'omettre des liens entre les deux, car une fonction de mise hors service de Weibull n'est pas nécessairement compatible avec un profil de prix de Weibull. En fait, la fonction de mise hors service de Weibull, ainsi que plusieurs profils d'efficacité ou de capacité fréquemment utilisés, ne produisent pas une courbe de survie de Weibull.
18. C'est comme si l'on estimait la durée du chômage en ne se servant que des observations sur les chômeurs qui ont retrouvé un emploi.
19. Un examinateur a fait remarquer qu'à mesure que l'ensemble de données d'échantillon augmente, le biais dans la procédure en deux étapes devrait diminuer. Pour des renseignements plus détaillés sur les conditions dans lesquelles la méthode d'estimation simultanée donne de meilleurs résultats que la méthode en deux étapes, voir Statistique Canada (2007) où est présenté un ensemble d'expériences de Monte Carlo.

chacune par leur part de la valeur totale de l'actif multipliée par le nombre d'observations dans l'échantillon d'actifs.

Les observations utilisées pour produire la fonction de mise hors service sont pondérées par la valeur comptable brute (VCB) de l'actif. Les pondérations donnent une approximation des quantités, qui sont mesurées par la VCB en dollars constants. Cette pondération est nécessaire pour tenir compte de la déclaration de chiffres consolidés en réponse à l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations (plusieurs transactions peuvent être regroupées en une seule réponse) et du fait qu'une plus grande quantité de capital peut être intégrée dans certains actifs que dans d'autres (p. ex. un immeuble de 2 étages par opposition à un immeuble de 20 étages).

La fonction de mise hors service est estimée par la méthode du maximum de vraisemblance qui tient compte du problème de préférence de chiffres constaté dans la base de données. L'existence de ce problème signifie que la mesure de la variable indépendante (temps) est entachée d'une erreur. Pour y remédier, on remplace cette variable indépendante par une nouvelle variable pour l'âge quand un problème de préférence de chiffres est décelé, comme il est expliqué à la section précédente et à l'équation (24).

Les équations (19), (23) et (24) sont estimées conjointement par la méthode d'estimation du maximum de vraisemblance, qui donne les estimations de la loi de Weilbull et du TAD. Partant de ces estimations, on obtient ensuite les taux géométriques d'amortissement en calculant $TAD / E(t)$.

5 Résultats empiriques

À la section précédente, on a décrit la nature des méthodes d'estimation utilisées. À la présente section, on présente les estimations des taux d'amortissement obtenues en utilisant la méthode d'estimation simultanée, pour une variété de catégories d'actifs et pour trois périodes de référence, à savoir 1985 à 2001, 2002 à 2010, et 1985 à 2010.

Bien qu'elle soit riche en renseignements détaillés, la base de données peut poser des problèmes qu'il faut résoudre. Un problème important tient au fait que l'échantillon pourrait ne pas être suffisamment aléatoire.

Les analystes ne doivent jamais perdre de vue que les données qu'ils utilisent n'ont pas nécessairement été obtenues aléatoirement et que la méthode d'échantillonnage pourrait produire un échantillon susceptible d'induire un biais important dans les estimations. L'adoption d'un plan de sondage classique vise à réduire ces problèmes. Toutefois, même ici, des difficultés peuvent survenir durant le processus de sondage. Ainsi, les méthodologistes d'enquête ont conçu des méthodes qui permettent de procéder à une repondération après l'enquête afin de résoudre le problème.

Les données pourraient ne pas être aléatoires en raison de la méthode d'échantillonnage « au jugé » utilisée pour générer celles qui sont reliées à l'acquisition des actifs. Notre méthode d'estimation s'appuie sur la disposition des actifs. Par conséquent, les données sur la disposition ne sont peut-être pas idéales pour l'estimation. L'une des manifestations de ce problème est la présence d'« agrégats » que l'on observe parfois dans les données à certains âges de l'actif. Le cas échéant, la gamme d'observations dont on dispose est trop étroite pour pouvoir estimer des taux d'amortissement variant des âges très précoces aux âges très avancés. Ou bien, si on considère l'autre dimension des données, c'est-à-dire le ratio des prix variant de 0 à 1, on voit un plus grand nombre d'observations dans certains groupes que dans d'autres.

Pour résoudre ce problème, on introduit une repondération dans la méthode d'estimation (voir Statistique Canada, 2007, annexe C).

5.1 Estimations des taux *ex post* d'amortissement

Les estimations du taux moyen d'amortissement, selon le type d'actif dans notre échantillon, sont présentées au tableau 4 pour les machines et le matériel et au tableau 5 pour les bâtiments. Ces tableaux ne comprennent que les actifs pour lesquels on dispose d'un nombre suffisant d'observations pour calculer les taux d'amortissement dans Statistique Canada (2007). Les différences entre les résultats pour les diverses périodes de référence permettent de tester l'hypothèse selon laquelle la durée de vie des actifs diminue et les taux d'amortissement augmentent. Pour cela, on présente aux tableaux 6 et 7 les erreurs-types des estimations des taux d'amortissement pour différentes périodes de référence, ainsi que la statistique t utilisée pour tester les écarts entre les taux d'amortissement.

Les comparaisons de l'ensemble de résultats pour les diverses périodes de référence permettent d'évaluer l'effet de l'extension de la période. De 1985 à 2001 et de 2002 à 2010, les écarts entre les taux d'amortissement pour la plupart des catégories de machines et matériel ne sont pas statistiquement significatifs. Les moyennes non pondérées sont égales à 18,2 % et à 19,9 % pour les première et deuxième périodes, respectivement.

L'écart est statistiquement significatif au seuil de signification de 5 % pour 4 catégories d'actifs sur 19 seulement. Ces catégories sont le mobilier de bureau (6001), les ordinateurs et le matériel connexe (6002), le matériel de communication (6403 et 6603) et les autres machines et matériel (6007 et 8999) (tableau 6). Par exemple, le taux d'amortissement des ordinateurs est passé de moins de 0,4 à environ 0,48. Cette augmentation reflète l'essor d'Internet et de la technologie informatique mobile au cours de la période d'après 2000, laquelle a donné lieu à une obsolescence plus rapide du matériel informatique et à une révision importante de la série d'indices des prix. Des scénarios similaires s'appliquent au matériel de communication et matériel connexe. Les taux d'amortissement pour les automobiles, les autobus et les camions ont diminué légèrement de la première période à la période plus récente, mais les variations ne sont pas statistiquement significatives.

Tableau 4
Taux d'amortissement pour certaines catégories de machines et matériel

	1985 à 2001	2002 à 2010	1985 à 2010
		taux	
Description et code d'actif			
Meubles et ameublement de bureau (pupitres, chaises, étagères, etc.) (6001)	0,200	0,282	0,227
Ordinateurs, matériel connexe incluant logiciel et machines de traitement de texte (6002)	0,385	0,479	0,431
Autres meubles, ameublement et appareils (articles de cuisine dans les restaurants, matériel récréatif, meubles dans les hôpitaux, les magasins et les hôtels) (6003)	0,224	0,259	0,240
Matériel scientifique, professionnel et médical (6004)	0,197	0,198	0,189
Matériel de chauffage, d'électricité, de plomberie, de climatisation et de réfrigération (6005)	0,132	0,204	0,130
Matériel de dépollution (6006)	0,115	0,146	0,125
Moteurs, génératrices, transformateurs, turbines, compresseurs et pompes de tous genres (6009)	0,117	0,106	0,103
Matériel lourd de construction (chargement, remorquage, malaxage, pavage, terrassement) (6010)	0,149	0,155	0,157
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (porteurs-tracteurs, voir le code 6203) (6011)	0,151	0,175	0,170
Outillage capitalisé et autres outils (manuels, électriques, industriels) (6012)	0,211	0,221	0,229
Installations de forage (6013)	0,168	0,128	0,156
Automobiles et principales pièces de rechange (6201)	0,295	0,287	0,279
Autobus (de tous genres) et principales pièces de rechange (6202)	0,125	0,098	0,103
Camions, fourgonnettes, porteurs-tracteurs, camions-remorques et principales pièces de rechange (6203)	0,203	0,192	0,201
Autre matériel de transport (6299)	0,177	0,171	0,162
Machines et matériel assistés par ordinateur (6401, 6402)	0,142	0,134	0,134
Non assistés par ordinateur (6601, 6602)	0,136	0,137	0,125
Machines et matériel pour les systèmes de communication (6403, 6603)	0,188	0,222	0,201
Matériel de sécurité (y compris les armes à feu) et autres machines et matériel (non spécifié ailleurs) (6007, 8999)	0,145	0,185	0,167
Moyenne, tous actifs confondus	0,195	0,256	0,218
		erreur-type	
Erreur-type de la moyenne, tous actifs confondus	0,004	0,008	0,003

Note : Le regroupement de 6401 et 6402, 6601 et 6602, 6403 et 6603, et 6007 et 8999 est dû à la concordance des codes d'actifs entre les deux sous-périodes.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Dans l'ensemble, le taux moyen d'amortissement de ces catégories de machines et de matériel, pondéré par leurs parts de l'investissement en dollars enchaînés[20], a augmenté pour passer de 0,20 à 0,26 entre la période de 1985 à 2001 et celle de 2002 à 2010 (tableau 4). Même si les variations des taux d'amortissement ne sont significatives que pour quatre catégories d'actifs, l'augmentation du taux moyen d'amortissement est statistiquement significative (tableau 6). Cette situation est principalement attribuable à l'importance accrue des quatre catégories d'actifs qui ont connu un changement significatif au cours des deux périodes de référence; leur part de l'investissement en dollars enchaînés augmente, pour passer de 20 % durant la première période à plus de 40 % durant la période plus récente.

20. La moyenne pondérée s'appuie sur l'investissement en dollars enchaînés calculé d'après les totaux pour l'ensemble du secteur des entreprises, et non pas simplement pour les échantillons étudiés.

Les estimations pour la période complète, s'étendant de 1985 à 2010, sont obtenues en combinant les échantillons pour les deux périodes et en produisant les estimations pour les deux échantillons conjointement. Par conséquent, les taux d'amortissement pour la période de 1985 à 2010, pour la plupart des actifs de la catégorie des machines et du matériel, sont compris entre les estimations calculées pour les deux sous-périodes (tableau 4)[21]. Globalement, le taux moyen pondéré d'amortissement pour les machines et le matériel observé durant la période complète de 1985 à 2010 est de 0,22.

Tableau 5
Taux d'amortissement pour certaines catégories de bâtiments

	1985 à 2001	2002 à 2010	1985 à 2010
		taux	
Description et code d'actif			
Usines de fabrication, de traitement et d'assemblage (1001)	0,08	0,08	0,07
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	0,06	0,09	0,06
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	0,07	0,08	0,07
Immeubles à bureaux (1013)	0,06	0,10	0,07
Centres commerciaux et magasins (1016)	0,11	0,18	0,16
Autres constructions industrielles et commerciales (1099)	0,07	0,11	0,10
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	0,14	0,16	0,14
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	0,10	0,09	0,10
Moyenne, tous actifs confondus	0,09	0,13	0,10
		erreur-type	
Erreur-type de la moyenne, tous actifs confondus	0,01	0,04	0,02

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Si on examine maintenant les bâtiments, les taux d'amortissement de la moitié des huit actifs choisis (les entrepôts [1006], les immeubles à bureaux [1013], les centres commerciaux [1016] et les autres constructions industrielles et commerciales [1099]) ont augmenté et leurs âges de mise hors service et de revente ont diminué (tableau 5). En particulier, de la première sous-période à la sous-période récente, l'âge moyen de leur mise hors service, qui était d'environ 20 ans, s'est établi à 11 ans seulement et leur âge moyen de revente, qui était d'environ 17 ans, s'est établi à 15 ans. Ces différences donnent des estimations beaucoup plus petites de la durée de vie prévue pour la sous-période plus récente, causant une augmentation des taux d'amortissement. Cette hausse pourrait aussi être attribuée à la restructuration de certaines industries — transport, commerce de détail et commerce de gros — après 2000.

Ces estimations diffèrent peu de celles calculées récemment pour le Japon. Nomura et Momose (2008) et Nomura et Suga (2014) estiment les taux d'amortissement en utilisant les données sur les machines et le matériel ainsi que sur les bâtiments provenant de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et les cessions réalisées au Japon entre 2005 et 2006. Les estimations pour les bâtiments varient de 0,08 à 0,15.

Dans l'ensemble, le taux moyen d'amortissement des bâtiments est égal à environ 0,09 durant la période de 1985 à 2001, et augmente pour atteindre 0,13 durant la période de 2002 à 2010. Cependant, cette augmentation n'est pas statistiquement significative au seuil de signification

21. Pour certains actifs, les estimations calculées à l'aide de l'échantillon ne sont pas comprises entre les estimations obtenues pour les deux sous-périodes, parce que la repondération appliquée à l'échantillon regroupé pourrait différer des pondérations utilisées pour les deux sous-périodes.

de 5 % (tableau 7). Sur la période complète allant de 1985 à 2010, le taux moyen d'amortissement est égal à environ 0,1.

Tableau 6
Erreurs-types pour certaines catégories de machines et matériel et test des différences entre les périodes

	Estimation du taux de dépréciation		Différence des estimations entre les périodes
	1985 à 2001	2002 à 2010	
	erreur-type		test t
Description et code d'actif			
Meubles et ameublement de bureau (pupitres, chaises, étagères, etc.) (6001)	0,005	0,009	7,761 *
Ordinateurs, matériel connexe incluant logiciel et machines de traitement de texte (6002)	0,014	0,016	4,416 *
Autres meubles, ameublement et appareils (articles de cuisine dans les restaurants, matériel récréatif, meubles dans les hôpitaux, les magasins et les hôtels) (6003)	0,010	0,048	0,730
Matériel scientifique, professionnel et médical (6004)	0,011	0,020	0,039
Matériel de chauffage, d'électricité, de plomberie, de climatisation et de réfrigération (6005)	0,011	0,490	0,147
Matériel de dépollution (6006)	0,010	0,013	1,855
Moteurs, génératrices, transformateurs, turbines, compresseurs et pompes de tous genres (6009)	0,006	0,006	1,285
Matériel lourd de construction (chargement, remorquage, malaxage, pavage, terrassement) (6010)	0,008	0,013	0,409
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (porteurs-tracteurs, voir le code 6203) (6011)	0,007	0,014	1,564
Outillage capitalisé et autres outils (manuels, électriques, industriels) (6012)	0,013	0,238	0,042
Installations de forage (6013)	0,013	0,032	1,165
Automobiles et principales pièces de rechange (6201)	0,017	0,046	0,161
Autobus (de tous genres) et principales pièces de rechange (6202)	0,023	0,007	1,097
Camions, fourgonnettes, porteurs-tracteurs, camions-remorques et principales pièces de rechange (6203)	0,008	0,007	1,029
Autre matériel de transport (6299)	0,010	0,008	0,442
Machines et matériel assistés par ordinateur (6401, 6402)	0,018	0,007	0,386
Non assistés par ordinateur (6601, 6602)	0,007	0,009	0,057
Machines et matériel pour les systèmes de communication (6403, 6603)	0,012	0,010	2,231 *
Matériel de sécurité (y compris les armes à feu) et autres machines et matériel (non spécifié ailleurs) (6007, 8999)	0,007	0,013	2,689
Moyenne, tous actifs confondus	0,004	0,008	7,122 *

* valeur significativement différente de l'estimation pour la catégorie de référence (p<0,05)

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau 7
Erreurs-types pour certaines catégories de bâtiments et test des différences

	Estimation du taux de dépréciation		Différence des estimations entre les périodes
	1985 à 2001	2002 à 2010	
	erreur-type		test t
Description et code d'actif			
Usines de fabrication, de traitement et d'assemblage (1001)	0,004	0,012	0,259
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	0,004	0,011	2,012 *
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	0,006	0,585	0,013
Immeubles à bureaux (1013)	0,004	0,008	4,104 *
Centres commerciaux et magasins (1016)	0,012	0,011	4,322 *
Autres constructions industrielles et commerciales (1099)	0,005	0,016	2,306 *
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	0,059	0,026	0,361
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	0,009	0,008	0,890
Moyenne, tous actifs confondus	0,007	0,037	1,029

* valeur significativement différente de l'estimation pour la catégorie de référence (p<0,05)

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

5.2 Estimations *ex ante* et *ex post* de la dépréciation et de la durée de vie

Les estimations directes de δ peuvent aussi être calculées d'après des données sur la durée de vie de l'actif (T). Pendant de nombreuses années, cette méthode a été la plus courante et l'on déterminait T d'après des renseignements comptables, souvent associés aux lois fiscales.

Le modèle linéaire de dépréciation suppose que la diminution de la valeur monétaire de l'actif est la même à toutes les étapes de son cycle de vie. Pour un dollar investi, la dépréciation par période prend la forme

$$D = \frac{1}{T}$$

où T est la durée de vie utile de l'actif. Bien que la perte monétaire soit égale de période en période, le taux d'amortissement, c'est-à-dire la variation en pourcentage de la valeur de l'actif de période en période augmentera progressivement au cours de la vie utile de l'actif.

Les taux géométriques constants peuvent aussi être calculés indirectement d'après des estimations de la durée de vie d'un actif (T) tirées du code de l'impôt comme étant

$$\delta = \frac{TAD}{T}$$

où T est la durée de vie utile, et TAD est le taux d'amortissement dégressif choisi de manière exogène pour donner un profil décroissant. La valeur du TAD détermine, toutes choses étant égales par ailleurs, la mesure dans laquelle la valeur de l'actif s'érode plus rapidement au début qu'à la fin de la vie utile de ce dernier (Fraumeni, 1997). Plus le TAD appliqué est élevé, plus la diminution de la valeur de l'actif au début de sa vie utile est importante et plus le profil de dépréciation est convexe (c.-à-d. plus la dépréciation est accélérée).

La méthode de l'amortissement dégressif à taux double (ADTD), qui consiste à fixer la valeur du TAD à 2, est très répandue en pratique. Christensen et Jorgenson (1969) l'ont appliquée pour estimer les taux d'amortissement économique en vue de produire leurs estimations du stock de capital. L'un des avantages de l'ADTD tient au fait qu'elle établit un « lien » conceptuel avec le modèle linéaire, car les points médians des deux courbes de dépréciation sont fixés à un même point de l'échelle d'âge. En effet, dans le cas du modèle linéaire, le taux moyen d'amortissement concordera avec le taux constant calculé en fixant la valeur du TAD à 2.

L'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations réalisée par Statistique Canada comprend non seulement des questions sur le prix des actifs au moment de la disposition, mais aussi sur la durée de vie utile prévue au moment où les immobilisations sont déclarées pour la première fois à Statistique Canada. L'utilisation de la durée de vie utile anticipée et d'un amortissement dégressif constant offre un autre moyen d'estimer le taux moyen d'amortissement (δ=TAD/L — voir Statistique Canada, 2007).

Les estimations de la dépréciation obtenues en utilisant la durée de vie prévue sont des mesures *ex ante* qui pourraient souffrir des prévisions inexactes de la durée de vie *ex ante*. Des différences peuvent aussi avoir lieu si la durée de vie utile évolue avec le temps et que les taux *ex post* sont calculés d'après des données qui précèdent celles utilisées pour produire les estimations *ex ante*.

Les taux *ex ante* peuvent différer des taux *ex post* pour des raisons qui sont liées au concept d'une durée de vie anticipée et qui émanent toutes du fait que les gestionnaires peuvent avoir en tête un autre concept que celui de l'âge prévu de la mise hors service. Par exemple, les gestionnaires pourraient penser au laps de temps prévu avant la cession de l'actif, laquelle pourrait être le moment auquel ce dernier est vendu plutôt que celui auquel il est mis hors service. Ainsi, les acheteurs d'un parc d'automobiles peuvent considérer le moment auquel ils céderont l'automobile après l'échéance du premier bail (trois ans). Ou bien, ils peuvent penser au moment auquel ils prévoient que l'actif aura perdu la moitié de sa valeur. Dans les deux cas, le concept *ex ante* pourrait correspondre à une valeur inférieure à l'estimation *ex post*.

Une autre cause possible des divergences éventuelles entre les taux *ex ante* et *ex post* est l'hétérogénéité de certaines catégories d'actifs. Dans ce cas, la composition de l'échantillon de mises hors service peut être assez différente de la population d'immobilisations utilisée pour calculer la durée de vie *ex ante*. La catégorie des centres commerciaux et magasins (1016) en est un bon exemple. Les grands centres commerciaux représentent d'importantes immobilisations dont la durée de vie utile est longue et ils dominent probablement la population d'immobilisations qui fournit les taux *ex ante*. Par ailleurs, les centres commerciaux linéaires dont la durée de vie est plus courte possèdent vraisemblablement une plus forte pondération parmi les observations des mises hors service. Ces situations produiront une estimation *ex ante* plus élevée que l'estimation *ex post* calculée d'après la courbe de mise hors service réelle.

La source de données d'après laquelle est produite une estimation de la durée de vie prévue *ex ante* offre un nombre d'observations par actif beaucoup plus grand qu'il n'en existe pour le calcul de l'estimation *ex post*, ce qui représente définitivement un avantage. Par exemple, les données pour la période allant de 1985 à 2001 permettent de générer des estimations de la durée de vie prévue *ex ante* pour 139 actifs, et plus de 90 000 observations en tout. Les données pour la période plus récente, allant de 2002 à 2010, contiennent plus de 167 000 observations pour près de 200 actifs.

Aussi intéressante que soit cette méthode *ex ante* de rechange, elle requiert encore l'estimation (le choix) du taux d'amortissement dégressif (TAD). Le choix d'un TAD comporte, en soi, une incertitude. On peut prendre un TAD de 2, ce qui est un choix de taux d'amortissement fréquent en comptabilité. Mais ce choix s'appuie essentiellement sur l'hypothèse que la frontière

d'efficacité ou de capacité connexe de l'actif est constante. Si le profil est concave, le TAD sera généralement supérieur à 2, et inférieur à 3[22].

Afin de comparer les estimations *ex post* aux estimations *ex ante*, on utilise les valeurs du TAD produites par la méthode *ex post*, et on les introduit dans la formule $\delta = \mathrm{TAD/T}$ en utilisant une durée de vie *ex ante* pour calculer un taux d'amortissement. Les estimations par actif de la durée de vie utile moyenne *ex ante* (T) sont tirées de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations[23]. Les estimations résultantes sont ensuite comparées aux taux *ex post* qui sont calculés d'après les ensembles de données pour les deux périodes, conjointement, aux tableaux 8 et 10.

Pour les bâtiments, les deux ensembles d'estimations sont assez semblables (tableau 8). Le taux moyen d'amortissement *ex post* des bâtiments est de 9,7 %, tandis que l'estimation *ex ante* calculée d'après les TAD estimés et les durées de vie *ex ante* est de 9,2 %.

Le tableau 8 présente aussi les estimations de l'âge prévu de mise hors service des bâtiments obtenues d'après l'estimation simultanée et d'après la durée de vie prévue *ex ante* jusqu'à la mise hors service. Les deux valeurs sont assez proches, soit 25,6 ans et 25,1 ans, respectivement. En conclusion, pour les actifs de la catégorie des bâtiments dont la durée de vie est longue, les données ne permettent pas de faire la distinction entre les estimations *ex post* et *ex ante*, sauf pour le groupe des centres commerciaux et magasins, qui peut présenter le problème mentionné plus haut. Pour les centres commerciaux, l'estimation *ex post* de l'âge prévu de mise hors service est d'environ 15 ans, soit une valeur nettement inférieure à la durée de vie utile moyenne *ex ante* déclarée de 26 ans. Pour la présente étude et pour les comptes de productivité, il a été décidé d'utiliser le taux d'amortissement *ex ante* d'environ 9,1 % au lieu du taux *ex post* de 16 % pour les centres commerciaux.

Le tableau 9 comprend la durée de vie prévue d'un ensemble choisi de travaux de génie pour lesquels des données appropriées sont disponibles afin d'estimer la fonction de mise hors service, même si le ratio de survie du prix laisse vraisemblablement à désirer (parce que la plupart des actifs sont mis hors service à un prix nul et ne sont pas vendus à un prix positif). De nouveau, les estimations *ex post* sont proches des estimations *ex ante* pour les actifs dont la durée de vie est longue, soit 29 ans par opposition à 25 ans.

D'après ces deux résultats, l'utilisation des estimations *ex ante* de la durée de vie, avec une valeur imputée du TAD, pour les actifs de longue durée dont les ventes sont peu fréquentes et pour lesquels il n'existe pas de prix des actifs usagés, pourrait être un moyen raisonnable de combler les lacunes de l'ensemble de données sur les taux d'amortissement pour les catégories pour lesquelles les prix des actifs usagés ne sont pas disponibles.

Comme le montre le tableau 10, pour les machines et le matériel, il existe des écarts entre les estimations *ex post* et *ex ante* de la dépréciation et de la durée de vie. Les estimations moyennes de la durée de vie calculées *ex post* sont plus élevées que les estimations de la durée de vie utile prévue *ex ante*, soit 11,5 ans contre 8,2 ans. Par conséquent, le taux *ex post* moyen d'amortissement est de 21,8 % par opposition à 29,7 % pour l'estimation *ex ante*.

22. Il convient de souligner que, si la frontière d'efficacité prend le profil d'une courbe logistique (concave au départ mais s'inversant ensuite pour devenir convexe), le TAD peut être supérieur à 3.
23. Pour chaque actif, la durée de vie utile moyenne *ex ante* est pondérée par la valeur déclarée correspondante de l'investissement (convertie en dollars de 1997 en utilisant un indice des prix propres à l'actif).

Tableau 8
Taux d'amortissement e*x post* et *ex ante* pour les bâtiments, 1985 à 2010

	Taux de dépréciation		Durée de vie prévue	
	Estimation simultanée *ex post*	Taux d'amortissement dégressif *ex ante* d'après l'estimation simultanée	Estimation simultanée *ex post*	Enquête *ex ante*
	taux		années	
Description et code d'actif				
Usines de fabrication, de traitement et d'assemblage (1001)	0,072	0,082	29,2	25,4
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	0,064	0,082	33,0	25,4
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	0,066	0,077	31,8	27,2
Immeubles de bureaux (1013)	0,067	0,078	31,4	27,0
Centres commerciaux et magasins (1016)	0,156	0,091	14,9	25,8
Autres constructions industrielles et commerciales (1099)	0,096	0,095	21,8	22,1
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	0,137	0,164	19,4	16,2
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	0,099	0,133	27,0	20,1
Moyenne, tous actifs confondus	0,097	0,092	25,6	25,1

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau 9
Durée de vie e*x post* et *ex ante* pour les travaux de génie, 1985 à 2010

	Durée de vie prévue	
	Ex post	***Ex ante***
	années	
Description et code d'actif		
Grandes routes, routes, chemins, y compris les chemins d'exploitation, les panneaux de signalisation, les parapets, l'éclairage, etc. (2202)	22,1	28,7
Rails et plateformes, y compris les panneaux de signalisation et les dispositifs d'enclenchement (2204)	39,9	26,5
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	19,4	16,2
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	27,0	20,1
Conduites principales de gaz et conduites de branchement (3201)	43,0	42,3
Réservoirs de stockage (3204)	24,9	26,4
Moyenne, tous actifs confondus	29,4	25,3

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau 10
Taux d'amortissement e*x post* et *ex ante* pour les machines et le matériel, 1985 à 2010

	Taux de dépréciation		Durée de vie prévue	
	Estimation simultanée *ex post*	Taux d'amortissement dégressif *ex ante* d'après l'estimation simultanée	Estimation simultanée *ex post*	Enquête *ex ante*
	taux		années	
Description et code d'actif				
Meubles et ameublement de bureau (pupitres, chaises, étagères, etc.) (6001)	0,227	0,275	9,2	7,6
Ordinateurs, matériel connexe incluant logiciel et machines de traitement de texte (6002)	0,431	0,430	4,9	4,9
les hôpitaux, les magasins et les hôtels) (6003)	0,240	0,293	9,7	7,9
Matériel scientifique, professionnel et médical (6004)	0,189	0,243	11,1	8,6
Matériel de chauffage, d'électricité, de plomberie, de climatisation et de réfrigération (6005)	0,130	0,161	16,8	13,5
Matériel de dépollution (6006)	0,125	0,167	16,8	12,5
Moteurs, génératrices, transformateurs, turbines, compresseurs et pompes de tous genres (6009)	0,103	0,112	20,3	18,8
Matériel lourd de construction (chargement, remorquage, malaxage, pavage, terrassement) (6010)[1]	0,157	0,285	14,4	7,9
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (porteurs-tracteurs, voir le code 6203) (6011)[1]	0,170	0,322	13,6	7,2
Outillage capitalisé et autres outils (manuels, électriques, industriels) (6012)	0,229	0,309	10,2	7,5
Installations de forage (6013)	0,156	0,182	14,2	12,1
Automobiles et principales pièces de rechange (6201)[1]	0,279	0,495	7,5	4,2
Autobus (de tous genres) et principales pièces de rechange (6202)[1]	0,103	0,170	22,0	13,4
Camions, fourgonnettes, porteurs-tracteurs, camions-remorques et principales pièces de rechange (6203)	0,201	0,304	10,5	6,9
Autre matériel de transport (6299)	0,162	0,279	13,0	7,5
Machines et matériel assistés par ordinateur (6401, 6402)	0,134	0,177	15,6	11,8
Non assistés par ordinateur (6601, 6602)	0,125	0,190	16,7	11,0
Machines et matériel pour les systèmes de communication (6403, 6603)	0,201	0,233	10,4	9,0
Matériel de sécurité (y compris les armes à feu) et autres machines et matériel (non spécifié ailleurs) (6007, 8999)	0,167	0,220	13,7	10,4
Moyenne, tous actifs confondus	0,218	0,297	11,5	8,2

1. Catégories d'actifs pour lesquelles il existe une différence significative entre les durées de vie *ex ante* et *ex post.*

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

La plupart des écarts importants se retrouvent dans cinq catégories — matériel lourd de construction (6010), tracteurs (6011), automobiles (6201), autobus (6202) et camions (6203) — pour lesquelles environ 70 % de l'accroissement des résultats moyens résultent du passage des taux d'amortissement *ex post* à *ex ante*. Ces catégories comprennent toutes du matériel moteur lourd. Les écarts observés sont compatibles avec la notion voulant que certains gestionnaires appliquent le concept de « durée jusqu'à la cession » au lieu de « durée jusqu'à la mise hors service » pour répondre à la question sur la durée de vie prévue *ex ante*. Et cela peut se produire si le matériel est acheté pour des projets de construction particuliers. L'utilisation de l'estimation *ex ante* du TAD moyen pour la catégorie des machines et du matériel en général, ainsi que la durée de vie *ex ante* pour des actifs particuliers lorsque l'on ne dispose pas de suffisamment d'observations pour estimer le taux d'amortissement *ex post* semble une méthode prometteuse pour obtenir des estimateurs robustes du stock de capital.

Les explications des écarts entre les estimations *ex ante* et *ex post* doivent aussi tenir compte du fait que, pour plusieurs raisons, les prix des actifs usagés ne reflètent peut-être qu'imparfaitement le flux de revenus futurs produit par ces actifs. Les actifs usagés non vendus peuvent comprendre une proportion plus élevée de « citrons » que le stock de capital en général et, donc, ne pas refléter la valeur moyenne en production. En outre, les données sur les prix utilisées pour estimer les profils âge-prix pourraient contenir un plus grand nombre d'erreurs de déclaration que les données sur la durée de vie prévue. Étant donné ces problèmes éventuels, il est peut-être étonnant de constater que les deux types d'estimations soient si congruents.

6 Stock de capital

6.1 L'effet de l'utilisation de divers taux d'amortissement sur le stock de capital

À la section précédente, on a présenté les estimations des taux d'amortissement pour deux périodes distinctes, ainsi qu'un nouvel ensemble pour les deux périodes regroupées. La question qui se pose est celle de savoir si les taux de croissance du stock de capital et les niveaux du stock de capital diffèrent en raison de l'ajout des nouvelles observations à la base de données.

Afin d'évaluer les estimations calculées sur différentes périodes pour l'ensemble complet d'actifs utilisés dans les comptes de productivité, on a adopté l'approche suivante.

1. Pour les actifs pour lesquels existent des prix d'actifs usagés pour calculer les estimations *ex post* de la dépréciation, on utilise le taux d'amortissement calculé par la méthode d'estimation simultanée.
2. Pour ces estimations, on calcule un TAD implicite en utilisant l'équation (4), le taux d'amortissement *ex post* et la durée de vie *ex ante*.
3. Pour les actifs des catégories des machines et du matériel et des bâtiments pour lesquels l'hétérogénéité ou la disponibilité des données nous empêche d'estimer un taux d'amortissement *ex post* pertinent, on obtient un taux d'amortissement *ex ante* en divisant un TAD imputé par la durée de vie utile *ex ante*. Le TAD imputé pour un actif donné est calculé d'après le TAD moyen correspondant, au niveau des 22 groupes d'actifs s'il est disponible et sinon, au niveau de la catégorie générale de l'actif.
4. Pour les actifs de la catégorie des travaux de génie, les estimations *ex post* pouvant servir de guides sont peu nombreuses. Par conséquent, on calcule les taux d'amortissement *ex ante*. Toutefois, le TAD imputé utilisé est établi en combinant les estimations *ex post* disponibles pour tous les actifs de la catégorie des bâtiments et des travaux de génie.
5. Les actifs de la catégorie de l'exploration minière, pétrolière et gazière sont traités différemment. Pour l'exploration minière, la durée de vie *ex ante* est tirée de la moyenne des durées de vie *ex ante* des travaux de génie liés à l'exploitation minière et pour l'exploration pétrolière et gazière, des durées de vie *ex ante* des travaux de génie liés à l'exploitation du pétrole et du gaz.
6. Pour les services de recherche-développement, on adopte les estimations utilisées dans les Comptes nationaux du Canada. Autrement dit, on suppose que la durée de vie utile *ex ante* est de sept ans et que le TAD est de 1,65.
7. Pour les logiciels, on adopte aussi les estimations utilisées dans les Comptes nationaux du Canada, en supposant que le TAD est égal à 1,65.
8. Pour simplifier, on calcule la moyenne des TAD sur l'ensemble des actifs des catégories des machines et du matériel, l'ensemble des bâtiments, et l'ensemble des travaux de génie, ce qui donne les estimations de 2,2, de 2,2 et de 2,4, respectivement, que l'on utilise avec les durées de vie prévues *ex ante*[24]. Les TAD moyens montrent que le taux de diminution de la valeur de l'actif est légèrement supérieur à celui de 2 de l'ADTD.

Afin de faciliter les comparaisons, les estimations résultantes de la dépréciation sont présentées au tableau 11 pour 21 catégories agrégées d'actifs et au tableau C.1, à l'annexe C, pour des catégories détaillées d'actifs conformément aux nouveaux codes de classification des actifs. En moyenne, les taux d'amortissement utilisés pour calculer les anciennes et les nouvelles estimations sont très proches (tableau 11). Le taux moyen pondéré d'amortissement pour les

24. Sauf les quatre actifs pour lesquels la durée de vie *ex ante* était significativement plus courte que la valeur *ex post*. Dans ces cas, on a utilisé la valeur *ex post*.

bâtiments utilisé dans Statistique Canada (2007) est de 0,074 tandis qu'il est de 0,077 dans la présente étude. Le taux moyen pondéré d'amortissement pour les travaux de génie utilisé dans Statistique Canada (2007) est de 0,122, tandis qu'il est de 0,079 dans la présente étude. Le taux moyen pondéré d'amortissement pour les machines et le matériel utilisé dans Statistique Canada (2007) est de 0,228, tandis qu'il est de 0,234 dans la présente étude.

Après avoir obtenu ces estimations, on calcule le taux de croissance du stock total de capital dans le secteur des entreprises au cours de la période allant de 1960 à 2010. On donne aussi les résultats obtenus pour les sous-périodes de 1960 à 2000 et de 2001 à 2010 en utilisant les nouveaux et les anciens taux d'amortissement.

Les estimations du stock de capital sont produites en se servant du modèle de l'inventaire permanent,

$$K(t) = I(t) + (1-\delta)K(t-1) \tag{27}$$

où δ représente un taux géométrique (constant) d'amortissement qui a été estimé.

Tableau 11
Taux d'amortissement par catégorie agrégée d'actifs

Description et code d'actif	Nouveau (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]
	pourcentage	
Bâtiments industriels (4001)	7,3	8,9
Bâtiments commerciaux (4002)	7,8	6,9
Bâtiments institutionnels (4003)	6,2	6,8
Travaux de génie maritimes (5001)	7,9	7,7
Travaux de génie liés aux transports (5002)	7,1	6,9
Travaux de génie liés aux services d'eau (5003)	5,7	7,0
Travaux de génie liés aux réseaux d'égouts (5004)	7,4	9,3
Travaux de génie liés à l'énergie électrique (5005)	5,8	5,6
Travaux de génie liés aux communications (5006)	12,8	12,0
Travaux de génie liés au pétrole et au gaz (5007)	7,4	15,3
Travaux de génie miniers (5008)	15,7	14,5
Autres travaux de génie (5089)	10,9	9,0
Camions, châssis porteurs, fourgonnettes, véhicules utilitaires sport et principales pièces de rechange (6001)	20,1	22,7
Automobiles, fourgonnettes, véhicules utilitaires sport et principales pièces de rechange (6003)	27,9	28,0
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (6011)	17,0	17,1
Matériel de transport (7001)	18,5	13,7
Machines industrielles (7002)	17,2	17,7
Matériel de télécommunication (7003)	24,9	22,0
Mobilier (7004)	24,8	22,2
Autres machines et matériel (7089)	20,2	18,6
Ordinateurs (8001)	43,1	46,7

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Les taux de croissance du stock de capital sont présentés au tableau 12. Le taux de croissance du stock de capital dans le secteur des entreprises pour la période allant de 1961 à 2010 est de 3,58 % si l'on se sert des anciens taux d'amortissement, et de 3,65 % si l'on se sert des nouvelles estimations. Il existe aussi de petits écarts pour deux sous-périodes seulement : 3,81 % par opposition à 3,85 % pour la période de 1961 à 2000, et 2,7 % par opposition à 2,9 %, pour la période de 2001 à 2010. Les différences de taux de croissance pour différentes catégories de capital sont également faibles. Pour les machines et le matériel, le chiffre est de 4,28 % pour la période complète en appliquant les nouveaux taux d'amortissement par opposition à 4,36 % en utilisant les anciens taux, et pour les bâtiments et les travaux de génie, le chiffre est de 3,41 % en utilisant les nouveaux taux d'amortissement contre 3,28 % en se servant des anciens.

Brièvement, l'extension de la base de données, l'amélioration des méthodes d'imputation et l'expérimentation de méthodes d'estimation supplémentaires ont une incidence minime sur les estimations de la croissance du stock de capital qui avaient été calculées antérieurement (Statistique Canada, 2007).

Tableau 12
Estimations des anciens et des nouveaux taux de croissance annuelle du stock de capital

	1961 à 2000	2001 à 2010	1961 à 2010
		pourcentage	
Stock de capital total			
Avec les anciens taux de dépréciation	3,81	2,69	3,58
Avec les nouveaux taux de dépréciation	3,85	2,90	3,65
Machines et matériel			
Avec les anciens taux de dépréciation	4,63	3,32	4,36
Avec les nouveaux taux de dépréciation	4,56	3,21	4,28
Bâtiments et travaux de génie			
Avec les anciens taux de dépréciation	3,50	2,45	3,28
Avec les nouveaux taux de dépréciation	3,58	2,78	3,41

Sources : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur des données tirées de sources multiples.

7 Conclusion

Des estimations de la dépréciation sont nécessaires pour appliquer la méthode de l'inventaire permanent qui consiste à cumuler les estimations des immobilisations antérieures pour obtenir des mesures sommaires de la quantité de capital net affectée au processus de production.

L'obtention d'estimations du taux d'amortissement pose de nombreuses difficultés. Bien que la dépréciation soit un concept appliqué directement aux comptes des entreprises et qu'il entre dans le calcul de l'impôt qu'elles doivent verser au gouvernement, les estimations habituellement utilisées dans les bilans ne sont pas toujours perçues comme étant celles dont a besoin le programme de productivité. Cela peut tenir à plusieurs raisons, notamment le fait que la déduction pour la dépréciation utilisée à des fins fiscales diffère parfois du taux « réel » parce que le régime fiscal est en retard sur l'évolution de la durabilité et de la longévité des actifs ou qu'il applique délibérément un taux différent du taux « réel » dans le but de stimuler l'investissement.

Au lieu de tirer simplement les estimations de la dépréciation de sources comptables, les statisticiens ont élaboré d'autres méthodes d'estimation des taux d'amortissement. Tant aux États-Unis qu'au Canada, le taux d'amortissement, c'est-à-dire le taux auquel la valeur de l'actif diminue avec l'usage, est estimé à l'aide des prix des actifs usagés. La différence entre les deux pays tient au fait qu'aux États-Unis, les estimations sont tirées de nombreuses bases de données non reliées qui fournissent les prix du matériel usagé, tandis qu'au Canada, les prix proviennent de la seule Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations dont les données remontent jusqu'aux années 1980 et dans le cadre de laquelle sont aussi demandés les prix des actifs vendus.

Le programme des Comptes canadiens de productivité effectue aussi un recoupement de ses estimations de la dépréciation, calculées d'après les prix des actifs usagés, avec les estimations calculées d'après les estimations *ex ante* de la durée de vie dérivées d'une question de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations à propos de la durée de vie prévue de l'actif au moment de l'investissement initial, en formulant plusieurs hypothèses au sujet du profil du taux de diminution de la valeur d'un actif en utilisation (appelé taux d'amortissement dégressif ou TAD). Ce dernier est estimé d'après la courbe réelle de diminution dérivée de la trajectoire des prix des actifs usagés au fil du temps.

La présente étude s'appuie sur les travaux antérieurs (Statistique Canada, 2007). Elle comprend un élargissement de la base de données sur les prix des actifs usagés et l'application de techniques de vérification supplémentaires à ces données. Ces améliorations ont permis de porter le nombre d'observations à environ 52 000, soit une taille qui rend la base de données unique.

Plusieurs résultats méritent d'être soulignés. En premier lieu, les estimations antérieures décrites dans Statistique Canada (2007) sont généralement confirmées sous plusieurs aspects. Les profils de dépréciation produits par les méthodes économétriques sont, dans l'ensemble, accélérés, produisant des courbes âge-prix convexes. La plupart des estimations antérieures ne sont pas modifiées par l'ajout d'observations à la base de données pour une période subséquente. En outre, il existe peu de preuves que les taux d'amortissement ont augmenté ces dernières années, quoiqu'il y ait eu une évolution de la composition des actifs vers ceux dont les taux d'amortissement sont plus élevés, ce qui entraîne une augmentation du taux moyen d'amortissement.

En deuxième lieu, comme cela était le cas dans Statistique Canada (2007), les estimations calculées suivant l'approche économétrique *ex post*, en utilisant la trajectoire des prix des actifs usagés, sont du même ordre que celles calculées par la méthode *ex ante*, en utilisant les estimations de la durée de vie prévue des actifs dérivées de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations. Il est important de savoir si les deux estimations donnent à peu près les mêmes résultats, puisque cela signifierait que les gestionnaires peuvent prédire correctement la durée de vie de leurs actifs. Il est également important de savoir si les estimations *ex post* et *ex ante* sont à peu près les mêmes, puisque cette information est utilisée pour produire des estimations de la dépréciation des actifs pour lesquels on ne dispose pas d'un nombre adéquat d'observations pour calculer les estimations par la méthode *ex post*. Pour un grand nombre d'actifs fixes classés dans les catégories des bâtiments et des travaux de génie, il existe une prédiction *ex ante* de la durée de vie, mais le nombre de transactions concernant les actifs usagés n'est pas suffisamment grand pour appliquer la méthode *ex post*.

En troisième lieu, les méthodes *ex ante* et *ex post* donnent à peu près les mêmes résultats pour les actifs pour lesquels le nombre d'observations est suffisant pour calculer les estimations par les deux méthodes. Cette conclusion est importante, parce que l'approche *ex ante* souffre d'un certain nombre de problèmes possibles. Les gestionnaires doivent prévoir correctement la durée de vie des actifs dans un monde en évolution. Ils doivent aussi avoir à l'esprit un calendrier d'entretien optimal lorsqu'ils indiquent leurs attentes concernant la durée de vie. L'approche *ex post*, quant à elle, pose d'autres difficultés. Les données sur les mises hors service peuvent présenter plusieurs imperfections, la moindre n'étant pas la remémoration incorrecte du prix d'achat original, de toutes les mises à niveau pertinentes et de l'âge de l'actif. En outre, le problème des actifs de qualité inférieure ou « citrons » peut se poser pour les prix des actifs usagés. Malgré ces problèmes, les deux méthodes produisent des résultats étonnamment semblables. Il est rare qu'en pratique les économistes aient à leur disposition diverses sources de données pour évaluer la validité des résultats.

Par conséquent, l'information découlant des deux approches est combinée pour produire, pour les diverses catégories d'actifs, les taux d'amortissement qui sont utilisés pour estimer le stock de capital dans les Comptes canadiens de productivité. Les renseignements *ex ante* tirés des enquêtes réalisées par Statistique Canada n'ont trait qu'à la durée de vie utile prévue de l'actif. Le calcul d'un taux d'amortissement (géométrique) d'après la durée de vie prévue de l'actif nécessite un paramètre de forme du taux, le TAD. Ce paramètre détermine quelle part de la dépréciation totale au cours de la durée de vie utile a lieu au début de la vie de l'actif. Les comptes de productivité se servent de renseignements sur des actifs similaires pour lesquels la valeur probable du TAD a été inférée par l'approche *ex post*.

Les nouveaux taux de croissance du stock de capital et des services de capital obtenus après avoir mis à jour la base de données et apporté de légères améliorations aux méthodes d'estimation diffèrent peu de ceux calculés auparavant.

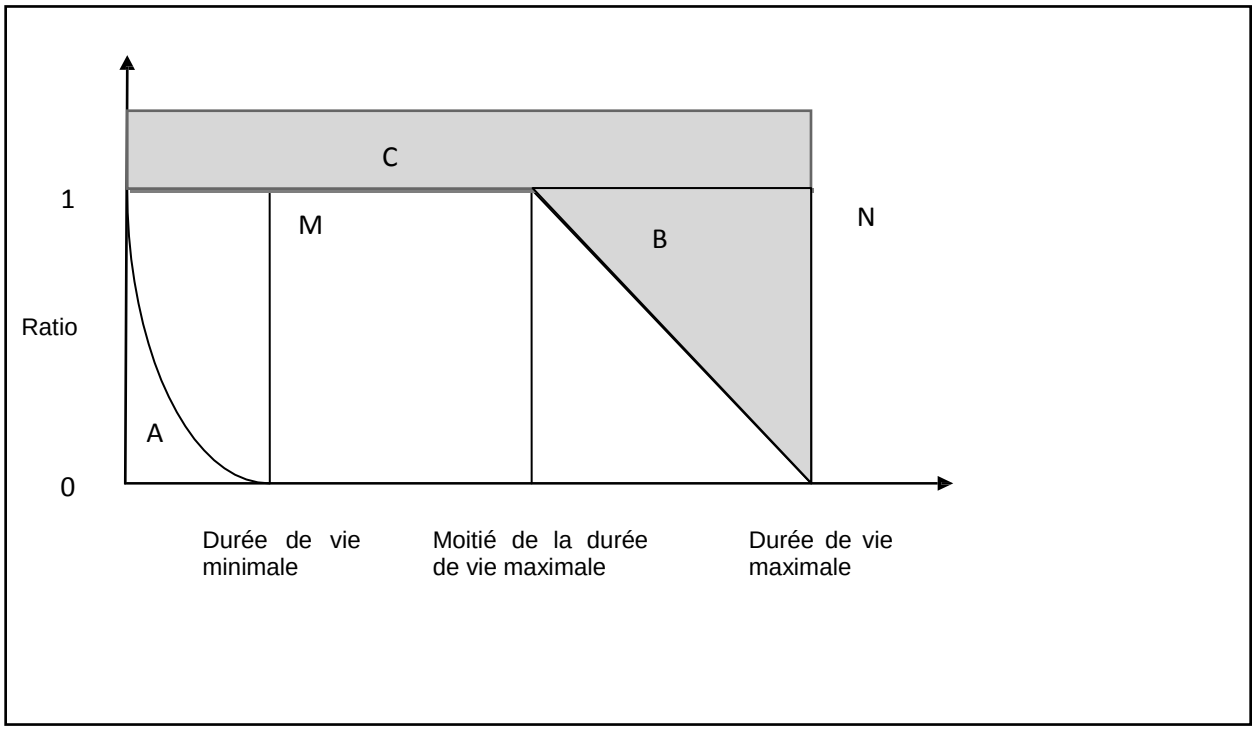
Annexe A Vérification des données

La stratégie de vérification suivante, utilisée dans la présente étude, est résumée dans l'étude réalisée par Statistique Canada (2007).

Pour commencer, on a éliminé les observations qui présentaient soit un prix de revente fortement sous-estimé au tout début de la vie utile de l'actif, soit un prix de revente fortement surestimé à la fin de la vie utile de ce dernier, comparativement à la majorité des observations recueillies dans les catégories auxquelles appartenaient les actifs en question. De cette façon, les durées de survie minimale et maximale pour un actif donné sont calculées en utilisant les renseignements sur les deux mises hors service. Ces durées de vie découlent des observations pour lesquelles le prix de vente est nul, mais qui contiennent des renseignements sur la valeur comptable brute (VCB) et l'âge, ainsi que sur la durée de vie déterminée *ex ante* par enquête. Les derniers renseignements sont utilisés en même temps que ceux sur la mise hors service, parce que, pour les bâtiments, les âges de mise hors service au cours de la deuxième période, c'est-à-dire de 2002 à 2010, sont plus petits en moyenne que ceux observés au cours de la première période. Si l'on se servait uniquement de l'âge de mise hors service, les observations pour les bâtiments dont la durée de vie est plus longue seraient censurées, ce qui causerait une augmentation des taux d'amortissement.

On suppose que l'âge de mise hors service d'un actif (exprimé sous forme logarithmique) suit une distribution normale. Cette hypothèse est représentée graphiquement à la figure A.1. Les limites inférieure et supérieure correspondent aux âges le plus précoce et le plus avancé de mise hors service au niveau de signification de 10 %. On définit la durée minimale de survie comme étant la borne inférieure et la durée maximale de survie comme étant la borne supérieure, pondérée par un facteur de correction de 1,2[25].

Figure A.1
Détection des valeurs aberrantes



Source : Statistique Canada.

25. Cette correction par pondération est faite afin de définir des zones de rejet à peu près symétriques de part et d'autre de la distribution.

Toutes les observations comprises dans les zones A, B et C sont supprimées de l'échantillon. La zone A comprend les observations pour lesquelles le taux de survie est « déraisonnablement faible » à un âge précoce. Cette zone est limitée par une frontière quadratique et l'âge minimal M (c.-à-d. la borne inférieure en deçà de laquelle les prix de vente nuls sont rejetés). La zone B comprend les observations pour lesquelles le taux de survie est « déraisonnablement élevé » à un stade avancé de la durée de vie utile. Cette zone est limitée par une frontière linéaire et le point N (durée de vie maximale). La zone C comprend toutes les observations pour lesquelles le taux de survie est supérieur à l'unité (c.-à-d. les actifs dont la valeur en dollars constants augmente).

Deuxièmement, on élimine les observations sur les mises hors service d'actifs pour lesquelles la VCB est importante, le processus de dépistage portant dans ce cas sur l'ensemble des données, plutôt que sur une cohorte d'âges particulière.

Troisièmement, on élimine les observations présentant un ratio des prix « anormalement » faible pour des bâtiments relativement jeunes, ainsi que les observations sur les bâtiments pour lesquelles la valeur de l'âge était trois fois plus élevée que la durée de vie utile moyenne prévue indiquée par les enquêtes.

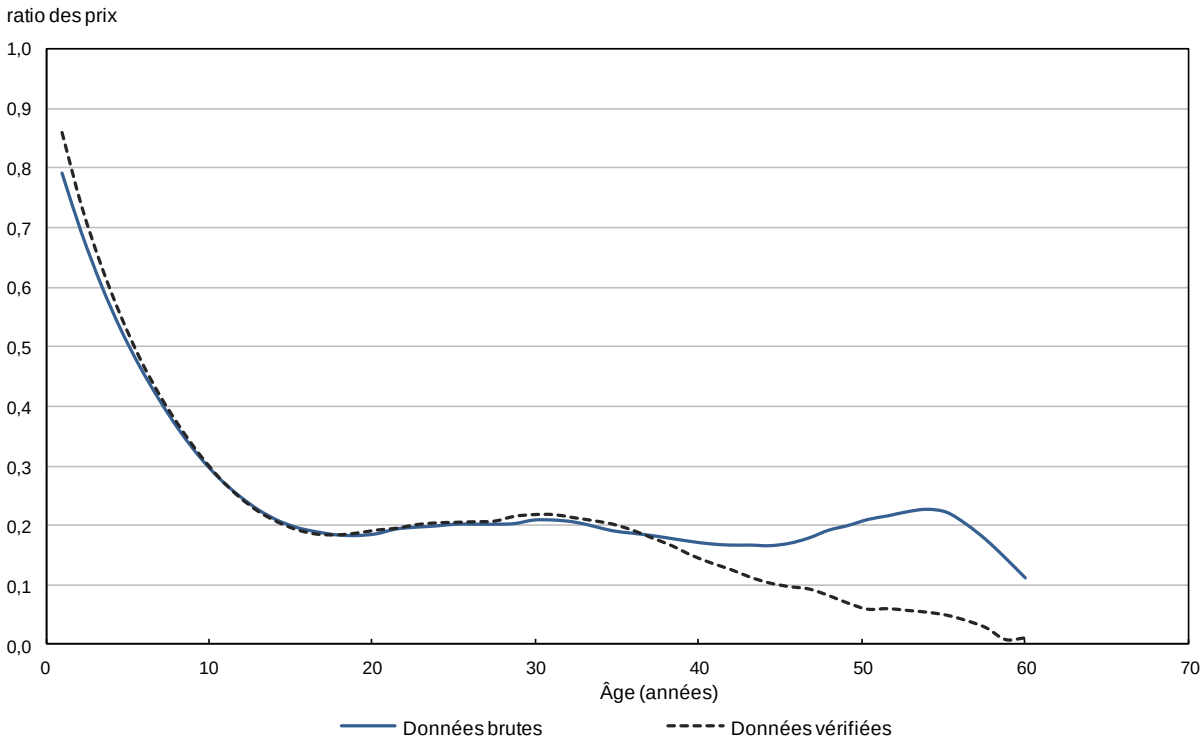
Quatrièmement, on élimine les observations supplémentaires pour lesquelles la VCB était extrêmement élevée (et qui avaient « échappé » aux filtres antérieurs).

Cinquièmement, on élimine les observations faites dans le secteur public et dans les industries financières et de location concernant les automobiles.

Une bonne stratégie de vérification doit préserver les caractéristiques globales des données brutes, tout en éliminant les valeurs aberrantes. Les graphiques B.1 à B.4 à l'annexe B donnent le tracé des profils âge-prix lissés en appliquant une méthode par polynômes locaux à quatre types d'actifs, à savoir les usines, le mobilier de bureau, les ordinateurs et les automobiles, pour les données brutes ainsi que pour les données vérifiées. Le degré de proximité des deux profils âge-prix laisse entendre que notre routine de vérification donne de bons résultats à cet égard.

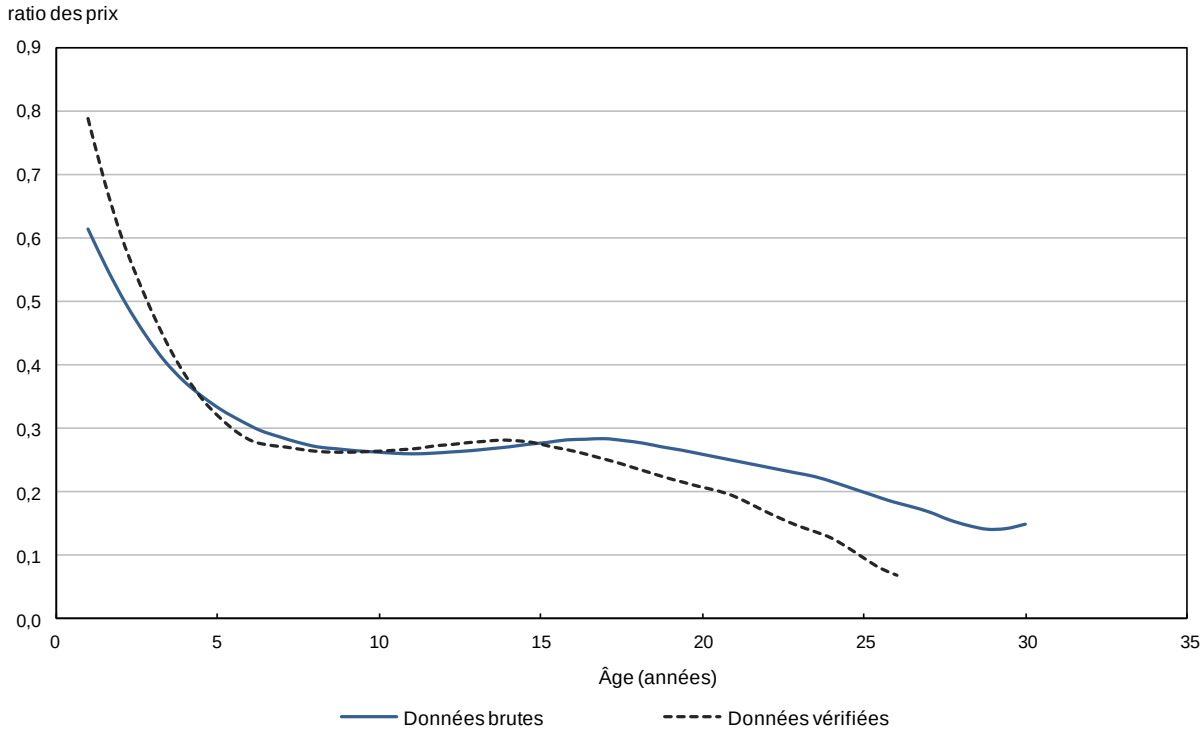
Annexe B Profils âge-prix pour les données brutes et les données vérifiées pour certains actifs

Graphique B.1
Usines de fabrication



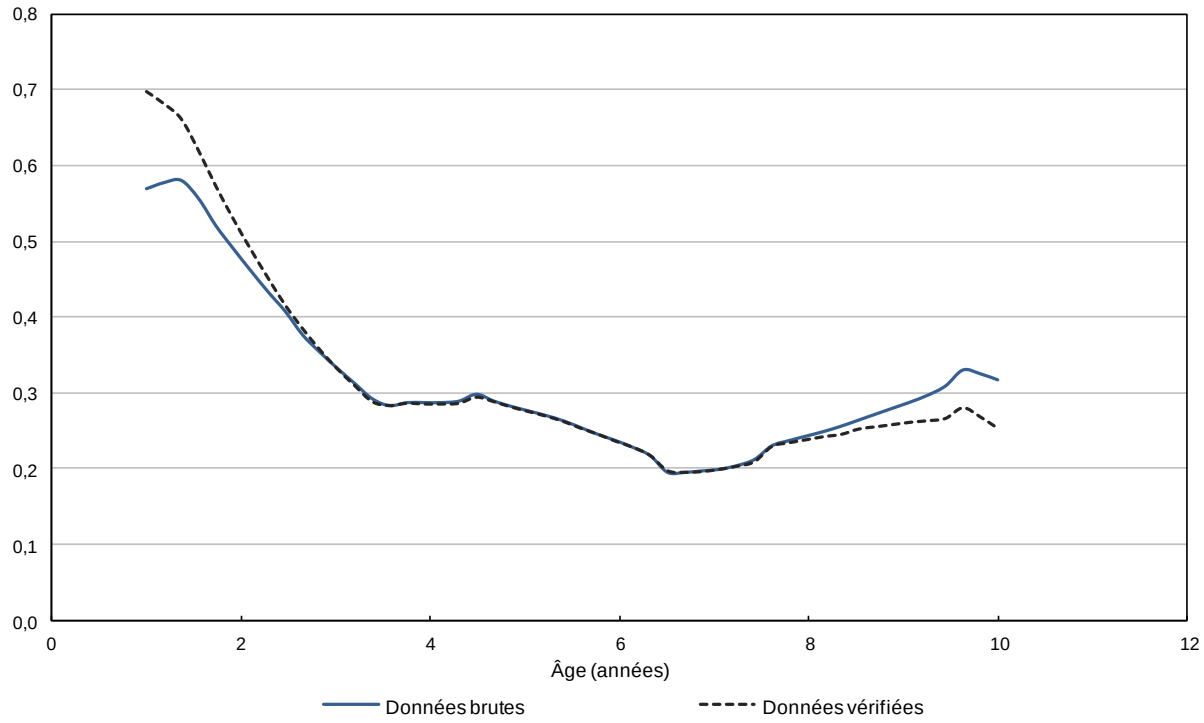
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Graphique B.2
Mobilier de bureau



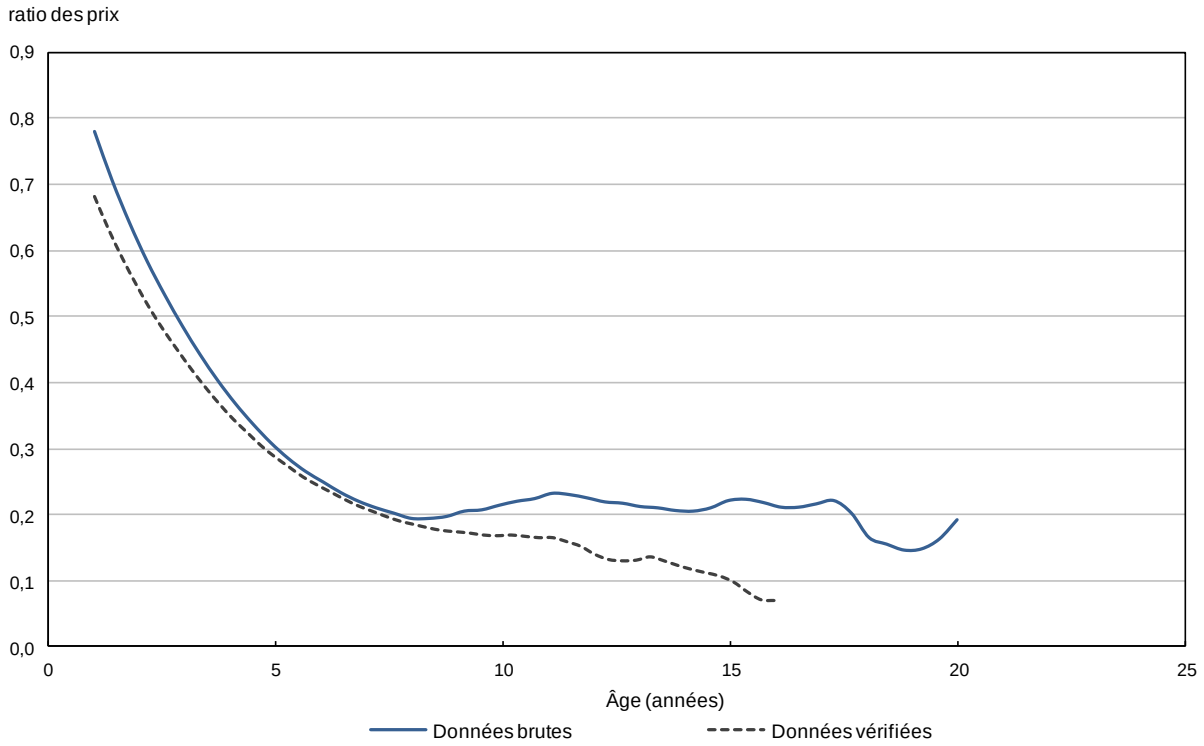
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Graphique B.3
Ordinateurs



Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Graphique B.4
Automobiles



Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Annexe C Taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs

Tableau C.1-1
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Bâtiments (industriels, commerciaux et institutionnels)

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête (1985 à 2010)
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	
	taux		années
Bâtiments industriels			
Usines de fabrication (1001)	0,072	0,089	25,4
Garages, ateliers et entrepôts de matériel (1008)	0,066	0,084	27,2
Ateliers de réparation de wagons et rotondes à locomotives (1009)	0,056	0,080	37,3
Hangars d'aéronefs (1010)	0,078	0,096	26,9
Bâtiments de ferme (1021)	0,079	0,095	26,6
Autres constructions industrielles (1097)	0,081	0,085	25,8
Bâtiments commerciaux			
Laboratoires et centres de recherche et de développement (1004)	0,069	0,066	31,9
Entrepôts, bâtiments d'entreposage frigorifique et gares de marchandises (1006)	0,064	0,068	25,4
Silos à céréales et terminaux céréaliers (1007)	0,080	0,071	27,4
Stations-service (inclure les stations de libre-service et les lave-autos) (1011)	0,080	0,123	17,3
Concessionnaires d'automobiles (1012)	0,100	0,087	22,0
Immeubles à bureaux (1013)	0,067	0,060	27,0
Hôtels, motels et centres de congrès (1014)	0,081	0,059	27,1
Restaurants, restaurants d'aliments prêts à manger, bars et boîtes de nuit (1015)	0,089	0,087	23,5
Centres commerciaux et magasins (1016)	0,091	0,070	25,8
Théâtres, cinémas et centres culturels (1018)	0,068	0,067	32,1
Centres de loisirs intérieurs (p. ex. les complexes sportifs, les pavillons et les stades couverts) (1019)	0,074	0,069	29,9
Pavillons-dortoirs, dortoirs, cuisines de chantier, camps (1022)	0,163	0,161	13,4
Autres constructions commerciales (1098)	0,101	0,085	20,7
Résidences d'étudiants (exclure la construction résidentielle) (1202)	0,056	0,055	39,4
Bureaux de poste (1212)	0,067	0,118	32,5
Gares de voyageurs (p. ex. les avions, les bateaux, les autobus, les trains et autres) (2201)	0,075	0,065	29,5
Immeubles de diffusion et de communication (3001)	0,086	0,086	24,7
Bâtiments institutionnels			
Écoles (inclure les écoles de formation technique et professionnelle), collèges, universités et autres établissements d'enseignement (1201)	0,055	0,062	39,6
Églises et autres immeubles religieux (1203)	0,055	0,047	39,5
Hôpitaux, centres de santé, cliniques et autres établissements de soins de santé (exclure la construction résidentielle) (1204)	0,061	0,061	35,7
Maisons de soins infirmiers et résidences pour personnes âgées (1205)	0,062	0,060	35,2
Garderies (1206)	0,068	0,076	31,9
Bibliothèques (1207)	0,055	0,059	39,5
Lieux historiques (1208)	0,066	0,094	32,9
Pénitenciers, centres de détention et palais de justice (1209)	0,056	0,060	38,8
Musées, centres scientifiques et archives publiques (1210)	0,066	0,046	33,1
Postes de pompiers (1211)	0,059	0,081	37,1
Manèges militaires, casernes, salles d'exercice et autres structures militaires (1214)	0,069	0,096	31,5
Autres constructions institutionnelles et gouvernementales (1299)	0,073	0,075	29,6
Autres bâtiments (1999)	0,061	0,071	35,4

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau C.1-2
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Travaux de génie (maritimes et liés aux transports, aux services d'eau, aux réseaux d'égout et à l'énergie électrique)

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	(1985 à 2010)
	taux		années
Travaux de génie maritimes			
Bassins, quais, jetées et terminaux (p. ex. charbon, pétrole, gaz naturel, conteneurs, marchandises générales) (2001)	0,078	0,078	28,5
Dragage et enfonçage de pieux (2002)	0,091	0,104	24,4
Brise-lames (2003)	0,056	0,211	39,7
Canaux et voies navigables (2004)	0,089	0,046	25,1
Autres constructions maritimes (2099)	0,076	0,071	29,3
Travaux de génie liés aux transports			
Terrains et garages de stationnement (1017)	0,098	0,085	22,9
Grandes routes, routes, chemins (inclure les chemins d'exploitation, les panneaux de signalisation, les parapets, l'éclairage, l'aménagement paysager, les trottoirs, les clôtures) (2202)	0,106	0,089	28,7
Pistes d'atterrissage et de décollage (inclure l'éclairage) (2203)	0,107	0,073	20,8
Rails et plates-formes (inclure les panneaux de signalisation et les dispositifs d'enclenchement) (2204)	0,053	0,060	26,5
Ponts, viaducs et ponts sur chevalets (2205)	0,064	0,062	34,9
Tunnels (2206)	0,042	0,039	52,7
Autres travaux de génie liés aux transports (2299)	0,080	0,073	28,0
Travaux de génie liés aux services d'eau			
Réservoirs (y compris les barrages) (2401)	0,059	0,056	37,9
Conduites principales de distribution pour services d'eau (2402)	0,055	0,077	40,7
Stations de pompage (eau) et usines de filtrations (2412)	0,058	0,062	38,8
Réservoirs d'eau (2413)	0,041	0,207	55,1
Autres constructions liées aux services d'eau (2499)	0,089	0,092	25,1
Travaux de génie liés aux réseaux d'égout			
Installations d'épuration et d'évacuation des eaux usées (inclure les stations de pompage) (2601)	0,078	0,099	28,6
Égouts vannes, égouts pluviaux, égouts collecteurs et fossés (2602)	0,053	0,076	42,4
Lagunes (2603)	0,096	0,081	23,2
Autres constructions de réseaux d'égouts (2699)	0,094	0,100	23,8
Travaux de génie liés à l'énergie électrique			
Construction de centrales électriques (2801)	0,075	0,096	29,7
Centrale énergétique thermale (2811)	0,059	0,055	37,9
Centrale énergétique nucléaire (2812)	0,069	0,051	32,3
Centrale énergétique hydraulique (2813)	0,040	0,048	55,3
Lignes aériennes (inclure les poteaux, tours et tous les autres parties et coûts reliés et capitalisés à cette catégorie) (lignes de transmission) (2814)	0,051	0,051	43,5
Lignes souterraines, tunnels et tous les autres coûts reliés et capitalisés à cette catégorie (lignes de transmission) (2815)	0,049	0,049	45,2
Lignes aériennes (inclure les poteaux, tours et tous les autres parties et coûts reliés et capitalisés à cette catégorie) (lignes de distribution) (2816)	0,075	0,067	32,8
Lignes souterraines, tunnels et tous les autres coûts reliés et capitalisés à cette catégorie (lignes de distribution) (2817)	0,059	0,063	38,1
Autres constructions (non spécifiées ailleurs) (2899)	0,081	0,063	27,6

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau C.1-3
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Travaux de génie liés communications et au pétrole et au gaz, travaux de génie miniers et autres travaux de génie

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête (1985 à 2010)
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	
	taux		années
Travaux de génie liés aux communications			
Lignes de téléphone et de télédistribution, câbles souterrains et marins (3002)	0,137	0,122	16,2
Tours de communication, antennes, stations terrestres, y compris les réflecteurs paraboliques pour la réception des communications (3003)	0,099	0,107	20,1
Fibres optiques (p. ex. aériennes, souterraines et sous-marines) (3022)	0,127	0,122	17,5
Autres constructions liées aux communications (3099)	0,142	0,146	15,7
Travaux de génie liés au pétrole et au gaz			
Raffineries de pétrole (1002)	0,126	0,118	17,8
Usines de traitement du gaz naturel (1003)	0,080	0,106	27,8
Conduites principales et conduites de branchement (3201)	0,062	0,070	42,3
Stations de pompage (pétrole) (3202)	0,082	0,296	27,2
Stations de pompage (gaz) (3203)	0,075	0,083	29,8
Réservoirs de stockage (3204)	0,102	0,113	26,4
Pipelines (pétrole) (3205)	0,078	0,116	28,7
Pipelines (gaz) (3206)	0,066	0,081	33,9
Forage de développement (3217)	0,072	0,167	31,0
Installations de production dans les travaux de génie pour le pétrole et le gaz (3218)	0,072	0,167	31,0
Projets de récupération assistée (3219)	0,072	0,167	31,0
Dépenses de forage, préalables à l'extraction, recherche et autres (3220)	0,072	0,167	31,0
Autres installations de pétrole et de gaz (3299)	0,074	0,074	30,1
Travaux de génie miniers			
Bâtiments de la mine (3401)	0,156	0,180	14,3
Bâtiments de la mine servant à l'enrichissement des minéraux (exclusion des fonderies et des raffineries) (3402)	0,136	0,168	16,4
Puits de mine, montages, galeries à flanc de coteau et autres chantiers souterrains (puits inclinés, rampes) (3403)	0,170	0,147	13,1
Systèmes pour disposer des résidus, bassins de décantation (3404)	0,168	0,157	13,3
Site de développement minier (3412)	0,157	0,137	14,2
Autres travaux de génie			
Dépollution (1005)	0,106	0,095	21,0
Installations de loisirs extérieurs comme les parcs, les stades ouverts, les terrains de golf et les centres de ski (1020)	0,092	0,099	24,2
Installations d'élimination des déchets (1213)	0,069	0,087	32,2
Projets d'irrigation et de mise en valeur des terres (2005)	0,106	0,049	21,0
Autres travaux de génie (4999)	0,111	0,122	20,1
Autre construction (5999)	0,132	0,150	23,8
Camions, châssis porteurs, fourgonnettes, véhicules utilitaires sport et principales pièces de rechange utilisés pour le transport de marchandises (sauf camions hors route) (6001)	0,201	0,227	6,9
Automobiles, fourgonnettes, véhicules utilitaires sport et principales pièces de rechange utilisés pour le transport de passagers (sauf les corbillards et les ambulances) (6003)	0,279	0,280	4,2
Tracteurs de tout genre et autre matériel agricole mobile (6011)	0,170	0,171	7,2

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.
Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau C.1-4
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Matériel de transport et machines industrielles

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête (1985 à 2010)
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	
	taux		années
Matériel de transport			
Autobus, châssis d'autobus et principales pièces de rechange (6002)	0,103	0,149	13,4
Remorques et semi-remorques pour le transport de marchandises (y compris les principales pièces de rechange) (6004)	0,338	0,227	6,2
Locomotives, matériel roulant, tramways, voitures de métro, autre matériel de transport rapide et principales pièces de rechange (6006)	0,096	0,103	18,2
Aéronefs, hélicoptères, moteurs d'aéronef et principales pièces de rechange (sauf les satellites et les simulateurs de vol) (6007)	0,137	0,082	16,1
Navires, bateaux et bâtiments flottants (y compris les appareils de forage) et principales pièces de rechange (6008)	0,109	0,104	20,3
Carrosseries de camions, carrosseries d'autobus et conteneurs de fret (6009)	0,225	0,188	9,8
Autres véhicules automobiles (p. ex. camions hors route, véhicules tout terrain, corbillards, ambulances, motocyclettes) (y compris les principales pièces de rechange) (6010)	0,280	0,201	7,5
Autre matériel de transport (6099)	0,167	0,201	13,3
Machines industrielles			
Véhicules automobiles d'usage spécial et principales pièces de rechange (p. ex. camions-grues, tours de forage, bétonnières, chasse-neige) (6005)	0,197	0,201	10,6
Matériel pour la filtration et l'épuration des gaz (p. ex. séparateurs d'air, filtres électrostatiques) - assisté par ordinateur (7101)	0,143	0,183	14,6
Matériel pour la filtration et l'épuration des liquides (sauf les boissons autres que l'eau et la préparation de produits alimentaires) (p. ex. eau, traitement des eaux d'égout, traitement des déchets industriels) - assisté par ordinateur (7102)	0,158	0,183	13,3
Machines et matériel à usiner le métal (p. ex. fondeuses, tubes broyeurs et laminoirs, machines à cintrer, à découper ou à poinçonner) - non assistés par ordinateur (7205)	0,142	0,168	14,8
Machines-outils et accessoires - non assistés par ordinateur (7206)	0,269	0,168	7,8
Autres machines et matériel de traitement industriel (p. ex. matériel pour la préparation industrielle des aliments et des boissons, machines d'impression, presses à injecter) - non assistés par ordinateur (7207)	0,167	0,168	12,5
Machines à empaqueter et embouteilleuses (p. ex. lavage, séchage, remplissage, fermeture, scellage, capsulage ou étiquetage de contenants; empaquetage ou emballage) - assistées par ordinateur (7103)	0,189	0,183	11,1
Machines utilisées pour l'exploitation forestière et matériel pour la fabrication de la pâte, du papier ou du carton - assistées par ordinateur (7104)	0,129	0,183	16,2
Machines et matériel à usiner le métal (p. ex. fondeuses, tubes broyeurs et laminoirs, machines à cintrer, à découper ou à poinçonner) - assistés par ordinateur (7105)	0,150	0,183	14,0
Machines-outils et accessoires - assistés par ordinateur (7106)	0,273	0,183	7,7
Autres machines et matériel de traitement industriel (p. ex. machines pour la préparation industrielle ou la fabrication d'aliments et de boissons, machines d'impression, presses à injecter) - assistés par ordinateur (7107)	0,183	0,183	11,5

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau C.1-5
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Machines industrielles (suite)

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête (1985 à 2010)
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	
	taux		années
Machines industrielles (suite)			
Robots industriels capables d'accomplir des fonctions variées en utilisant différents outils (sauf le matériel de manutention de matériaux, les systèmes d'irrigation et le matériel de soudage électrique) - assistés par ordinateur (7108)	0,222	0,183	9,4
Machines pour le triage, le criblage, la séparation, le lavage, le concassage, le mélange ou le malaxage des matières minérales sous forme solide - assistées par ordinateur (7109)	0,177	0,183	11,8
Autres machines et matériel de transformation - assistés par ordinateur (7199)	0,199	0,183	10,5
Matériel pour la filtration et l'épuration des gaz (p. ex. séparateurs d'air, filtres électrostatiques) - non assisté par ordinateur (7201)	0,146	0,168	14,4
Matériel pour la filtration et l'épuration des liquides (sauf les boissons autres que l'eau et la préparation de produits alimentaires) (p. ex. eau, traitements des eaux d'égout, traitement des déchets industriels) - non assisté par ordinateur (7202)	0,142	0,168	14,7
Machines à empaqueter et embouteilleuses (p. ex. lavage, séchage, remplissage, fermeture, scellage, capsulage ou étiquetage de contenants; empaquetage ou emballage) - non assistées par ordinateur (7203)	0,201	0,168	10,4
Machines utilisées pour l'exploitation forestière et matériel pour la fabrication de la pâte, du papier ou du carton - non assistées par ordinateur (7204)	0,144	0,168	14,5
Robots industriels capables d'accomplir des fonctions variées en utilisant différents outils (sauf le matériel de manutention de matériaux, les systèmes d'irrigation et le matériel de soudage électrique) - non assistés par ordinateur (7208)	0,231	0,168	9,1
Machines pour le triage, le criblage, la séparation, le lavage, le concassage, le mélange ou le malaxage des matières minérales sous forme solide - non assistées par ordinateur (7209)	0,190	0,168	11,0
Autres machines et matériel de transformation - non assistées par ordinateur (7299)	0,174	0,168	12,0
Générateurs à gaz, turbines, moteurs à combustion interne et autres moteurs (sauf les moteurs destinés au matériel de transport) et matériel de transmission d'énergie mécanique (9001)	0,080	0,130	26,0
Pompes ne distribuant pas de carburant, compresseurs d'air et de gaz et ventilateurs (9002)	0,070	0,130	29,8
Matériel de climatisation (sauf les climatiseurs portables), de réfrigération ou de congélation (9003)	0,182	0,167	12,0
Fours industriels ou de laboratoire, et brûleurs et matériel connexe (9004)	0,138	0,167	15,8
Installations de forage et d'entretien de puits (autres que flottantes) (9005)	0,156	0,192	12,1
Chariots à fourche et chariots d'entrepôt (9007)	0,253	0,168	8,3
Machines pour la construction et machines pour l'extraction minière et l'exploitation pétrolière et gazière (p. ex. machines pour le terrassement, le nivellement, l'excavation, le compactage, l'extraction ou le forage de la terre, des minéraux, des minerais ou de la neige) (sauf les tracteurs pour le travail agricole) (9008)	0,157	0,172	7,9
Outillage capitalisé (9015)	0,229	0,233	7,5
Générateurs et turbines à gaz (9050)	0,078	0,130	27,7
Turbines à vapeur (9051)	0,078	0,130	27,7
Chauffe-eau électriques (9092)	0,185	0,167	11,6
Pièces et éléments combustibles pour réacteurs nucléaires (9093)	0,107	0,130	20,1
Turbines hydrauliques (9094)	0,045	0,130	47,9

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau C.1-6
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Machines industrielles (suite), matériel de télécommunication, mobilier et autres machines et matériel

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête (1985 à 2010)
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	
	taux		années
Machines industrielles (suite)			
Convoyeurs, élévateurs, machines de levage, de chargement et de déchargement (assistés par ordinateur) (9106)	0,204	0,183	10,3
Convoyeurs, élévateurs, machines de levage, de chargement et de déchargement (non assistés par ordinateur) (9206)	0,150	0,168	14,0
Matériel de télécommunication			
Matériel de diffusion et de communication radio (sauf le matériel de transmission) (8107)	0,275	0,220	7,6
Instruments et appareils radars et de navigation (p. ex. matériel radar et sonore, appareils de radioguidage, récepteurs GPS) (8109)	0,160	0,220	13,1
Matériel de commutation de réseau, y compris les commutateurs IP (routeurs) et les commutateurs privés utilisés comme commutateurs publics (sauf les logiciels de commutation) (8116)	0,232	0,220	9,0
Équipement terminal (p. ex. commutateurs privés, combinés téléphoniques, téléphones cellulaires, systèmes à clés, modems, pilotes de poche, télécopieurs, téléavertisseurs, terminaux satellites, antennes paraboliques, décodeurs, boîtes de décodage (8117)	0,329	0,220	6,4
Matériel de transmission (p. ex. transpondeurs, récepteurs, connexions transversales, multiplexes, dispositifs optoélectroniques, stations terriennes de télécommunications par satellite, équipement de stations cellulaires, antennes, équipement et composants de tête de ligne, systèmes de câblodistribution, installations) (8127)	0,204	0,220	10,3
Autre matériel de communication (8199)	0,200	0,220	10,5
Matériel de communication conventionnel (8299)	0,242	0,220	8,7
Mobilier			
Mobilier de bureau (8004)	0,261	0,235	8,0
Autres machines et matériel			
Autres meubles, mobilier et appareils d'éclairage (p. ex. mobilier et appareils d'éclairage d'hôtels, de motels, de restaurants, d'hôpitaux ou de magasins) (8005)	0,240	0,214	7,9
Machines et matériel de bureau (sauf le matériel téléphonique) (8003)	0,306	0,235	6,8
Radios, téléviseurs, systèmes stéréo, magnétoscopes à cassettes, bandes et disques enregistrés (8013)	0,227	0,214	5,5
Moteurs électriques et génératrices (9009)	0,130	0,130	16,1
Transformateurs, convertisseurs, bobines d'induction, appareillage de commutation et autre matériel électrique industriel (9010)	0,099	0,130	21,2
Instruments et appareils optiques et matériel de laboratoire, scientifique et d'essai de matériaux (y compris les simulateurs de vol) (9011)	0,196	0,229	10,7
Matériel médical, chirurgical, dentaire ou vétérinaire, ou à usage connexe (9012)	0,276	0,229	7,6
Matériel de mesure, de vérification ou de contrôle automatique (sauf les compteurs de gaz, d'eau ou d'électricité) (9013)	0,171	0,233	12,3
Outils à main et outils électriques à main (9014)	0,250	0,233	9,3
Moteurs électriques et génératrices (9052)	0,130	0,130	16,1

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Tableau C.1-7
Liste des taux d'amortissement selon les nouveaux codes de classification des actifs — Autres machines et matériel (suite), exploration pétrolière et gazière, exploration minière, recherche et développement, et logiciels

Grand groupe, description et code d'actif	Taux de dépréciation		Durée de vie selon l'enquête (1985 à 2010)
	Mis à jour (1985 à 2010)	Statistique Canada (2007)[1]	
	taux		années
Autres machines et matériel (suite)			
Transformateurs, convertisseurs statiques et inducteurs (9053)	0,099	0,130	21,2
Appareillage de commutation électrique (9054)	0,099	0,130	21,2
Matériel de commande électrique et de protection (9055)	0,170	0,229	12,3
Matériel de mesure, de vérification ou de contrôle automatique (9056)	0,170	0,233	12,3
Compteurs électriques (9091)	0,091	0,233	24,1
Chaudières (9095)	0,180	0,166	12,1
Autres machines et matériel (p. ex. réservoirs de stockage, véhicules de lutte contre les incendies, climatiseurs portables, matériel électrique de contrôle de la circulation, compteurs de gaz, compteurs d'eau, compteurs d'électricité, chaudières de chauffage central, matériel de soudure) (9099)	0,196	0,166	11,7
Autres machines et matériel (9999)	0,189	0,166	12,1
Ordinateurs et machines et matériel connexes (sauf les logiciels achetés séparément) (8001)	0,431	0,467	4,9
Exploration pétrolière et gazière			
Forage d'exploration (3216)	0,072	0,167	31,0
Dépenses géologiques, géophysiques et autres coûts d'exploration et d'évaluation (3221)	0,072	0,167	31,0
Exploration minière			
Sites d'exploration minière (3411)	0,157	0,137	14,2
Dépenses d'exploration en dehors du site minier (3413)	0,157	0,137	14,2
Recherche et développement			
Services de recherche et développement (6551)	0,236	0,236	7,0
Services de recherche et développement pour compte propre (sauf le développement de logiciels) (6552)	0,236	0,236	7,0
Logiciels			
Logiciels standard et de série (8021)	0,550	0,550	3,0
Logiciels personnalisés préparés par d'autres entreprises (8022)	0,330	0,330	5,0
Logiciels développés pour compte propre (8023)	0,330	0,330	5,0

1. Statistique Canada, 2007, *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité,* La revue canadienne de productivité, n° 5, Ottawa.

Source : Statistique Canada, calculs des auteurs fondés sur les données de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et réparations.

Bibliographie

Akerlof, G. 1970. « The market for 'lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism ». *Quarterly Journal of Economics*. 84 (3) : 488 à 500.

Cox, D.R., et D. Oakes. 1984. *Analysis of Survival Data*. New York : Chapman and Hall.

Fraumeni, B.M. 1997. « The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts ». *Survey of Current Business* Juillet : 7 à 23.

Gellatly, G., M. Tanguay et B. Yan. 2002. « Une méthode alternative d'estimation de la dépréciation économique : Nouveaux résultats obtenus au moyen d'un modèle de survie ». Dans *Croissance de la productivité au Canada* – 2002, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, chapitre 2, p. 25 à 69. Produit n° 15-204-X au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Hall, R.E. 1971. « The Measurement of Quality Changes from Vintage Price Data ». *Price Indexes and Quality Change*, publié sous la direction de Z. Griliches, p. 240 à 271. Cambridge : Harvard University Press.

Hulten, C.R., et F.C. Wykoff. 1981. « The measurement of economic depreciation ». *Depreciation, Inflation, and the Taxation of Income from Capital*, publié sour la direction de C.R. Hulten, p. 81 à 125. Washington, D.C. : The Urban Institute Press.

Lagakos, S.W. 1979. « General Right Censoring and Its Impact on the Analysis of Survival Data ». *Biometrics* 35 (1) : 139 à 156.

Nelson, W.B. 1982. *Applied Life Data Analysis*. New York : J. Wiley and Sons.

Nomura, K., et F. Momose. 2008. *Measurement of Depreciation Rates based on Disposal Asset Data in Japan*. Economic and Social Research Institute (ESRI) working paper. Gouvernement du Japon.

Nomura, K., et Y. Suga. 2014. *Asset Service Lives and Depreciation Rates Based on Disposal Data in Japan.* Economic and Social Research Institute (ESRI) working paper. Gouvernement du Japon.

Statistique Canada. 2007. *Taux de dépréciation pour les comptes de la productivité*. La revue canadienne de productivité, n° 5. Produit n° 15-206-X au catalogue de Statistique Canada. Ottawa : Statistique Canada.

Tanguay, M. 2005. « Linking Physical and Economic Depreciation: A Joint Density Approach ». Ottawa : Division de l'analyse microéconomique, Statistique Canada. Polycopié.