

Citius, Altius, Fortius : Red Queen Effect et course aux pixels

Manuel Cartier
DMSP – DRM UMR 7088
Université Paris Dauphine
Place du Maréchal de Lattre de Tassigny
75775 Paris cedex 16
Tél. : (+33) 1 44 05 44 62
Fax : (+33) 1 44 05 44 49
manuel.cartier@dauphine.fr

Hélène Delacour
CEREFIGE - EA 3942
Université de Lorraine
Boulevard Albert 1er
54 000 Nancy
Tél. : (+33) 3 54 50 50 70
helene.delacour@univ-lorraine.fr

Sébastien Liarte
CEREFIGE - EA 3942
Université de Lorraine (ISAM-IAE)
25 rue Baron Louis
54 000 Nancy
Tél. : (+33) 3 54 50 35 83
sebastien.liarte@univ-lorraine.fr

Résumé

Dans certaines industries, l'offre est caractérisée par la prédominance d'une caractéristique technique centrale qui permet de mesurer les positions de chaque entreprise. Afin d'obtenir ou de préserver un avantage concurrentiel, les entreprises doivent égaler voire surpasser la valeur de référence de cette caractéristique technique centrale pour chaque nouveau produit. Les entreprises adoptant toutes le même comportement, il se met en place dans l'industrie un *Red Queen Effect*. Cet effet conduit à l'accroissement constant de la valeur moyenne de la caractéristique

technique centrale de l'offre, sans changement des positions concurrentielles. L'objectif de cet article est de centrer l'analyse sur la manière dont les relations entre concurrents influencent cette dynamique de type *Red Queen*. L'utilisation d'un modèle de simulation informatique couplée à l'étude de l'évolution de l'industrie de la photographie numérique de 1994 à 2011 permet de montrer que la dynamique concurrentielle dans un contexte de *Red Queen Effect* conduit à l'apparition d'un tunnel d'évolution encadrant l'évolution des produits lancés par les concurrents sur leur caractéristique technique centrale.

Mots Clefs

Concurrence - *Red Queen Effect* – Simulation – Innovation - Photographie

Citius, Altius, Fortius : Red Queen Effect et course aux pixels

Les entreprises évoluant dans un environnement hypercompétitif doivent fréquemment mettre en place des mouvements concurrentiels afin de créer et maintenir leur avantage concurrentiel (d'Aveni, 1994 ; Young, Smith et Grimm, 1996 ; d'Aveni, Dagnino et Smith, 2010). En effet, plus que de son positionnement concurrentiel initial (à travers les stratégies génériques porteriennes par exemple), les performances des entreprises sont dépendantes de l'enchaînement des mouvements et des contre-mouvements ayant lieu dans l'industrie (Day et Reibstein, 1997 ; Grimm, Lee et Smith, 2005). Cette dynamique concurrentielle s'apparente à une course dans laquelle seules réussissent les organisations qui sont capables de réagir afin de ne pas se laisser dépasser ou simplement retrouver leur position antérieure (Ferrier, Smith et Grimm, 1999 ; Smith, Ferrier et Grimm, 2001). Dans les industries technologiques, l'entretien d'un flux constant d'innovations s'avère être le moyen privilégié des entreprises pour préserver et défendre leur avantage concurrentiel (Lengnick-Hall, 1992 ; Porter, 1998). Cette course à l'innovation est d'autant plus importante dans ce type d'industrie en raison de la prédominance d'une caractéristique technique centrale qui permet de mesurer les positions de chacun. La vitesse de l'horloge (Mhz), la taille des disques durs (Go) dans l'informatique, l'efficacité énergétique dans l'aéronautique ou l'automobile (MJ/pkm) sont autant d'exemples de caractéristique technique centrale sur laquelle porte la course à l'innovation dans ces industries. Pour chaque nouveau produit, les entreprises doivent égaler voire surpasser la valeur de référence pour cette caractéristique afin de maintenir ou d'accroître leur position concurrentielle.

Des recherches ont montré qu'une telle course à l'innovation conduisait à une dynamique de *Red Queen Effect* (Van Valen, 1973 ; Derfus et al., 2008 ; Barnett, 2008). La dynamique de *Red Queen Effect* met en évidence un accroissement de l'intensité concurrentielle sans modification des positions concurrentielles. Dans ces conditions, les entreprises développent des produits toujours plus performants au

niveau de la caractéristique technique centrale de l'offre proposée dans l'industrie afin d'améliorer leur situation concurrentielle. Mais, afin de ne pas être devancés à leur tour, les concurrents vont adopter le même comportement. Il en résulte que si la valeur moyenne de la caractéristique technique centrale de l'offre ne fait que croître, chaque concurrent peut, au final, ne pas observer de modifications positives de sa position concurrentielle. Le *Red Queen Effect* décrit ainsi « l'activité et le développement continu et croissant de participants essayant de maintenir leur adaptation relative dans un système dynamique » (Derfus et al., 2008 : 69).

Les recherches portant sur le *Red Queen Effect* se sont tout d'abord intéressées au lien entre ce processus et la performance de l'entreprise (Barnett, 1994 ; Barnett et Hansen, 1996 ; Barnett, 1997 ; Barnett et Sorenson, 2002 ; Lampel et Shamsie, 2005). Ensuite, les travaux ont porté sur l'identification des principaux facteurs pouvant jouer un rôle de modérateur dans cette dynamique (Barnett, 2008 ; Barnett et McKendrick, 2004 ; Barnett et Pontikes, 2008 ; Derfus et al., 2008).

En s'inscrivant dans la continuité des travaux passés, l'objectif de cette recherche est d'aller plus loin en centrant l'analyse sur les relations entre concurrents et plus précisément sur la manière dont ces dernières influencent la dynamique concurrentielle dans un contexte de *Red Queen Effect*. D'une part, il s'agit d'évaluer l'incidence du nombre de relations entre les concurrents sur l'évolution de cette dynamique et par conséquent, sur l'évolution d'une caractéristique technique centrale de l'offre dans une industrie donnée. D'autre part, il s'agit d'étudier les formes de trajectoire d'évolution de l'industrie et la manière dont ces trajectoires influencent les choix des entreprises.

Dans une première partie, les mécanismes sous-jacents et les tendances d'évolution théoriques liés au *Red Queen Effect* sont avancés. Dans une deuxième partie, un modèle de simulation informatique est présenté et utilisé afin de mesurer l'impact de la concurrence sur la tendance d'évolution de la caractéristique technique centrale. Dans une troisième partie, une étude empirique, l'industrie de la photographie numérique de 1994 à 2011, est réalisée afin d'analyser la tendance d'évolution de la résolution (megapixels) des appareils photos lancés par les différents concurrents.

Une quatrième partie permet de détailler et d'analyser les résultats. Enfin, les résultats ainsi que les limites et voies de recherche sont discutés.

1. REVUE DE LITTERATURE

Dans cette revue de littérature, nous verrons tout d'abord comment une dynamique concurrentielle particulière peut influencer l'évolution de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre. Ensuite, dans ce contexte de dynamique concurrentielle particulière, nous mettons en évidence l'influence de facteurs externes, la concentration de l'industrie et la quantité de produits lancés sur le marché sur l'évolution de la caractéristique technique centrale. Enfin, la dynamique interne liée exclusivement à la concurrence et son influence sur l'évolution de la caractéristique technique centrale sont étudiées.

1.1. Influence de la dynamique concurrentielle sur l'évolution de la caractéristique technique centrale

Lorsque les environnements sont turbulents, incertains ou particulièrement intenses au niveau concurrentiel, il apparaît de plus en plus difficile pour une entreprise de construire et de conserver un avantage concurrentiel durable (d'Aveni, Battista Dagnino et Smith, 2010). Dans ces environnements, l'entretien d'un flux régulier d'innovations s'avère être le principal moyen pour chaque entreprise pour préserver et défendre son avantage concurrentiel (Lengnick-Hall, 1992 ; Porter, 1998). L'avantage que retire une entreprise de ses actions est condamné à être perpétuellement remis en cause par les actions menées en parallèle par ses concurrents.

En effet, lorsque les entreprises doivent faire face à une forte intensité concurrentielle, l'innovation est un moyen de se différencier des concurrents. A leur tour, pour ne pas se laisser dépasser, les concurrents vont avoir recours à l'innovation afin de rattraper leur retard, voire de dépasser les entreprises en place. Les entreprises innoveront sans cesse afin de se démarquer et se constituer un avantage concurrentiel face à des concurrents qui, de leur côté, adoptent le même comportement afin de ne pas voir leur propre position sur le marché se dégrader. Il s'ensuit une situation dite de *Red Queen Effect* ou RQE (Barnett, 2008). Cette situation peut être considérée comme une course dans laquelle les performances de chaque entreprise dépendent de sa capacité à égaler,

voire à dépasser les actions de ses concurrents (Derfus, et al., 2006). Le terme de RQE a été instauré par le biologiste Van Valen (1973) en référence à un passage de l'ouvrage *De l'autre côté du miroir*, suite d'*Alice aux pays des merveilles* de Lewis Carroll dans lequel la Reine de Cœur signale à Alice « [qu']ici, vous voyez, il faut courir aussi vite que vous le pouvez, pour rester au même endroit. Si vous voulez aller quelque part, vous devez courir au moins deux fois plus vite que cela ! » (Carroll, 1965 : 210).

Les entreprises dans une situation de type RQE sont à la fois acteur et cible des stratégies d'innovation et de la compétition qui en découlent. Pour assurer leur survie, elles se voient dans l'obligation de répondre à tout mouvement de la part de leurs concurrents. En répondant à ces actions et en s'améliorant, elles obligent leurs concurrents à se surpasser et à agir en retour. Comme le soulignent Barnett et McKendrick (2004 : 542), « même une organisation qui rencontre le succès brandit une épée à double tranchant dans le processus, car une amélioration significative de ladite organisation est susceptible de déclencher de manière proportionnée de grandes améliorations (par l'apprentissage et la sélection) chez ses concurrents – ce faisant, elle intensifie la concurrence à laquelle elle va être confrontée à l'avenir ». Les entreprises sont ainsi incitées, pour survivre, à adopter une stratégie d'innovation continue (Verona et Ravasi, 2003) qui les conduit à lancer sur le marché de multiples innovations qu'elles soient mineures ou importantes afin de faire face à une intensité concurrentielle particulièrement forte.

Dans les secteurs où l'offre est fortement centrée sur une caractéristique technique centrale, les mouvements concurrentiels vont se faire par le lancement d'innovations améliorant cette caractéristique. La dynamique concurrentielle induite par le RQE va conduire à un accroissement fort de cette caractéristique technique centrale.

H1 : La valeur de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre dans une industrie donnée a tendance à s'accroître avec le temps de manière exponentielle.

Après avoir précisé le contexte étudié, c'est-à-dire la dynamique concurrentielle particulière propre au RQE, nous allons maintenant nous intéresser aux facteurs

modérateurs externes qui peuvent influencer l'évolution de la caractéristique technique centrale à travers l'industrie puis le marché.

1.2. Influence de l'industrie et du marché sur l'évolution de la caractéristique technique centrale

Afin de prendre en compte l'influence de l'industrie sur l'évolution de la valeur de la caractéristique technique centrale, nous étudions son niveau de concentration. Parallèlement, afin de prendre en compte l'influence externe du marché sur l'évolution de cette caractéristique, nous étudions le nombre de lancements de nouveaux produits.

Concentration de l'industrie. Les performances des entreprises peuvent être améliorées par l'observation des précédentes actions menées par leurs concurrents. Les contacts au sein du réseau inter-organisationnel peuvent être source d'information au niveau des performances des différentes actions stratégiques (Haunschild et Becman, 1998 ; Rogers, 1995). Néanmoins, même sans lien de communication directe entre les acteurs, les entreprises peuvent apprendre de manière vicariante à travers l'observation des actions des autres entreprises (Baum, Li, et Usher, 2000 ; Levitt et March, 1988). L'apprentissage vicariant est défini comme la forme d'apprentissage qui apparaît lorsque les entreprises modifient leurs comportements en réponse aux comportements des autres entreprises (Bandura, 1962; Srinivasan, Haunschild, et Grewal, 2007). Les recherches empiriques passées mettent à jour trois types d'apprentissage vicariant : l'apprentissage basé sur la fréquence, sur les traits et sur les résultats (Haunschild et Miner, 1997). A travers l'apprentissage basé sur la fréquence, les entreprises apprennent à partir des pratiques dans une population d'organisations. A travers l'apprentissage basé sur les traits, les entreprises apprennent à partir des pratiques des autres entreprises sélectionnées en fonction d'un certain nombre de caractéristiques ou traits (similarité en termes de taille, etc.). A travers l'apprentissage fondé sur les résultats, les entreprises apprennent à partir des résultats associés aux pratiques des autres entreprises. En observant leurs concurrents,

les entreprises peuvent potentiellement observer puis répliquer un large éventail de stratégies diverses, de pratiques, et de technologies mises à jour grâce au processus d'exploration conduit par leurs concurrents. Les imiter peut ainsi conduire au succès (Levinthal et March, 1993).

Un apprentissage précis nécessite, pour les apprenants, d'avoir à disposition un échantillon représentatif de la population concernée (Denrell, 2003). Or, l'échantillon produit par la simple expérience est généralement plus la représentation des processus sociaux en cours dans l'industrie plutôt que la représentation d'un processus d'échantillonnage aléatoire. En effet, les structures sociales et les préférences individuelles déterminent les caractéristiques des individus et des institutions avec lesquelles les personnes sont en contact. Ainsi, l'expérience fournit souvent des individus possédant des échantillons d'observation biaisés. Apprendre des autres implique de construire des inférences à partir de données incorporant du bruit. Accroître la taille des échantillons est un moyen efficace de résoudre ce problème. Plus il y a d'entreprises à observer dans l'industrie, plus un processus d'apprentissage précis est possible.

H2 : Moins l'industrie est concentrée, plus l'évolution de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre sur un marché est importante.

Nombre de lancement de nouveaux produits. Lorsque l'intensité concurrentielle met à mal les avantages concurrentiels passés, les entreprises ont tendance à rechercher des performances supérieures à travers des avantages à court terme (Nayyar et Bantel, 1994). Cela se traduit par une accélération des mouvements stratégiques et par conséquent, par une multiplication de lancements de nouveaux produits (Nayyar et Bantel, 1994). En effet, la dynamique concurrentielle du RQE oblige les entreprises à innover afin de saisir les nouvelles opportunités à travers une offre sans cesse renouvelée.

La capacité à proposer des nouveaux produits traduit une capacité de l'entreprise à réagir dans les environnements fortement évolutifs (Bourgeois et Eisenhardt, 1988 ; Eisenhardt, 1989 ; Judge et Miller, 1991). Cette capacité de réaction rapide va de pair, pour les entreprises, avec des performances plus élevées que la moyenne (Bower

et Hout, 1988 ; Smith, Grimm, Gannon et Chen, 1991 ; Stalk, 1988 ; Stalk, Evans et Shulman, 1992).

Les concurrents qui souhaitent demeurer dans la course à l'innovation sont alors dans l'obligation de lancer régulièrement de nouveaux produits leur permettant de maintenir voire d'accroître leur position concurrentielle. Dans les secteurs où l'offre est fortement centrée sur une caractéristique technique centrale, chaque nouveau lancement va aller de pair avec un accroissement de cette caractéristique. Par conséquent, le nombre de lancements de nouveaux produits influence considérablement l'évolution de cette caractéristique technique centrale dans l'industrie.

H3 : Plus le nombre de lancements de nouveaux produits dans l'industrie est élevé, plus l'évolution de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre sur un marché est importante.

Après s'être intéressé à des facteurs externes comme l'industrie et le marché pouvant avoir une influence sur l'évolution de la caractéristique technique centrale, nous allons maintenant chercher à prendre en compte l'influence de la position de l'entreprise par rapport à ses concurrents sur l'évolution de cette caractéristique.

1.3. Influence de la position de l'entreprise par rapport à la tendance de l'évolution de l'industrie sur l'évolution de la caractéristique technique centrale

Pour évaluer leur position par rapport à la tendance de l'évolution de l'industrie, les entreprises peuvent s'appuyer sur l'observation de leurs concurrents à travers des comportements mimétiques ou leurs capacités d'absorption.

En ce qui concerne l'écartement possible par le haut vis-à-vis de la tendance, tant des comportements de rationalité économique que de pressions sociales peuvent expliquer une volonté pour les entreprises de revenir vers la tendance centrale. En mettant en place une stratégie d'innovation, les entreprises cherchent régulièrement à être les premières à mettre sur le marché le produit le plus en avance technologiquement (Green, Barclay, et Ryans, 1995 ; Lieberman et Montgomery, 1988 ; Schnaars, 1994). Cette stratégie procure un certain nombre d'avantages regroupés sous le terme

« d'avantages pionniers » (Lieberman et Montgomery, 1988 ; Carpenter et Nakamoto, 1989). Toutefois, cette stratégie ne s'avère pas nécessairement être une stratégie optimale sur le long terme. Comme le souligne Porter (1996), l'entreprise qui obtient un avantage concurrentiel significatif attire l'attention des concurrents qui chercheront à l'imiter, annulant ainsi l'avantage concurrentiel créé. En étant à la fois acteur et cible de la concurrence, les entreprises pionnières donnent des informations à leurs concurrents sur la manière de répondre et de se surpasser (Barnett et McKendrick, 2004). En effet, l'innovation génère pour les concurrents de l'information exploitable dans le but de répondre à la dynamique concurrentielle existante (Cohen et Levinthal, 1989). La recherche régulière d'avantages concurrentiels peu importants peut alors apparaître comme une meilleure stratégie que la recherche d'un fort avantage qui ne sera que temporaire et risque, de surcroît, de conduire à une progression plus rapide de l'ensemble des concurrents.

Pressions mimétiques. Des pressions institutionnelles peuvent exercer une force limitant un écart important avec la tendance. Le souci de se conformer à une pratique perçue comme légitime explique un certain nombre de comportements des entreprises (Meyer et Rowan, 1977 ; Suchman, 1995). Afin d'obtenir une certaine légitimité dans leur industrie, les entreprises répondent à des pressions régulatrices et normatives similaires (Orru, Biggart et Hamilton, 1991), imitent d'autres entreprises (Haveman, 1993) ou simplement adoptent les pratiques les plus courantes, propres à l'industrie dans laquelle elles évoluent. Ne pas chercher à se démarquer trop fortement au travers d'une caractéristique technique centrale peut relever de cette logique sociologique. Dans l'industrie informatique, la vitesse des micro-processeurs lancés sur le marché a, dans les années les plus récentes, été choisie pour respecter *a posteriori* la loi de Moore considérée comme une institution dans le secteur. Le respect de cette loi va théoriquement de pair avec la légitimité puisque, selon Scott (1995 : 45), la légitimité est « une condition reflétant l'alignement culturel, le soutien normatif, ou la consonance avec des règles et des lois appropriées ». Une entreprise qui se démarque trop sur la caractéristique technique centrale sur ses nouveaux produits sera incitée à revenir à des valeurs de cette caractéristique plus proches de la tendance centrale de l'industrie.

En ce qui concerne le retour à la tendance centrale de l'industrie en cas d'écart vers le bas par les entreprises, l'imitation des *leaders* à travers la mise en place de véritables capacités d'absorption est un élément permettant d'apporter des réponses. En effet, les activités d'innovation sont généralement conduites par quelques *leaders* dans l'industrie (Scotchmer, 1991 ; Merges et Nelson, 1994). Ensuite, l'ensemble des autres entreprises de l'industrie cherche à imiter ces pionniers (Mukoyama, 2003). Face à l'afflux d'informations nouvelles générées par les innovations des concurrents, les entreprises développent des capacités d'identification, d'assimilation et d'exploitation de la connaissance disponible dans l'environnement à travers le développement de capacités d'absorption (Cohen et Levinthal, 1989, 1990 ; Zahra et George, 2002). Le transfert et l'imitation des capacités organisationnelles sont des éléments centraux de la concurrence dans les marchés centrés sur l'innovation (Zander et Kogut, 1995).

H4 : Le fait que la valeur de la caractéristique technique centrale du dernier produit lancé par une entreprise soit supérieure à la tendance d'évolution dans l'industrie va réduire la progression de cette caractéristique pour le prochain produit lancé par cette entreprise. Inversement, le fait que la valeur de la caractéristique technique centrale du dernier produit lancé par une entreprise soit inférieure à la tendance d'évolution dans l'industrie va accroître la progression de cette caractéristique pour le prochain produit lancé par cette entreprise.

Capacités d'absorption. Plus une entreprise se trouve éloignée en termes des ressources et compétences de ses concurrents, plus elle doit développer ses capacités d'absorption afin d'être en mesure de s'adapter de manière importante. Or, l'investissement dans la capacité d'absorption doit être continu et les investissements nécessaires sont proportionnels à l'écart existant entre les ressources et compétences des différents concurrents. Lorsqu'un écart trop important existe entre les concurrents, l'entreprise subissant un retard conséquent cesse peu à peu d'investir dans cette capacité et n'est plus en mesure d'assimiler et d'exploiter les nouvelles informations qui arrivent.

De plus, la capacité d'absorption a une dimension cumulative. L'investissement marginal nécessaire dans la capacité d'absorption est d'autant plus grand en période t que l'investissement initial dans cette capacité a été réduit en $t-1$. En effet, comme le

souligne Reich (1987 : 64), « chaque nouvelle génération de technologie s'appuie sur ce qui est venu avant. Une fois en dehors de l'escalator technologique, il est difficile d'y revenir¹ ». Une absence d'investissement dans la capacité d'absorption peut *in fine* conduire l'entreprise à ne plus créer de savoirs nouveaux ou détecter les signaux externes. Le risque d'inertie comportementale induite par la réduction du champ des possibles est alors important.

H5 : Plus la valeur de la caractéristique technique centrale du dernier produit lancé par une entreprise s'écarte de la tendance d'évolution (vers le haut comme vers le bas), moins la progression de la valeur de cette caractéristique pour le prochain nouveau produit sera importante pour cette entreprise.

2. LA DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE ET LE RQE : UNE SIMULATION

Avant de tester les différentes hypothèses issues de la littérature sur des données empiriques, la dynamique du RQE va être formalisée dans un modèle de simulation. Ce modèle est issu, comme le concept de RQE, du champ biologique et doit permettre de comprendre les processus en œuvre ainsi que les variables qui les conduisent. Ce modèle permet ainsi d'ancrer les résultats de cet article dans une logique évolutionniste.

Il existe plusieurs tentatives passées de modélisation du RQE dans le champ biologique. Par exemple, Dieckmann, Marrow et Law (1995) ont créé un système d'équations dynamiques qui montre que la vitesse d'évolution d'une espèce dépend de la vitesse d'évolution des espèces concurrentes, rendant possible une co-évolution cyclique. Van der Laan et Hogeweg (1995) ont également étudié les dynamiques d'évolution à partir d'un modèle proie/prédateur de type Lotka-Volterra (Lotka, 1925). Ensuite, Savill et Hogeweg (1997) ont présenté un modèle individuel stationnaire, modèle répliqué par de Back, de Jong et Wiering (2006). Enfin, Ottino-

¹ Traduction de « each new generation of technology builds on that which came before, once of the technological escalator it's difficult to get back on ».

Loffler, Rand et Wilensky (2007) ont développé un modèle de concurrence spatiale au sein duquel deux espèces voient leur vitesse d'adaptation co-évoluer.

C'est sur ces bases que nous avons développé un modèle sous NetLogo pour simuler le RQE. Notre modèle s'inscrit dans la tradition biologique proie-prédateur dans un espace concurrentiel donné (Ottino-Loffler, Rand et Wilensky, 2007).

Dans ce modèle, la domination n'est pas liée à la nature de l'espèce, comme dans les modèles intégrant, par exemple, des « agneaux » et des « loups » (Wilensky et Reisman, 2006). Au contraire, chaque membre d'une espèce peut être le prédateur si sa caractéristique concurrentielle est meilleure que celle du membre d'une autre espèce qu'il rencontre. En effet, à la différence des modèles biologiques dans lesquels la nature impose la nature de la proie et du prédateur, notre modèle reproduit le comportement d'un marché au sein duquel chaque entreprise peut potentiellement être dans une situation dominante. Ainsi, chaque individu est défini par le type d'espèce à laquelle il appartient et par la valeur de sa caractéristique concurrentielle. Comme une entreprise présente sur un marché grâce à plusieurs offres, les espèces occupent, dans le modèle, l'espace concurrentiel par leurs membres.

La concurrence entre les espèces est locale. L'espace concurrentiel est modélisé par une grille, technique souvent utilisée dans le champ de la théorie des organisations (Lomi et Larsen, 1996). Au cours du temps, chaque individu se déplace dans une direction aléatoire sur cette grille. La rencontre d'un concurrent (individu membre d'une autre espèce) donne lieu à un affrontement, au cours duquel seul l'individu ayant la caractéristique concurrentielle la plus élevée sort vivant, l'autre disparaissant ainsi de l'espace concurrentiel. La disparition du dernier individu amène à l'extinction de l'espèce, modélisant la sortie d'un concurrent d'un marché.

Au cours du temps, chaque individu renforce sa position concurrentielle par un processus de transformation. Par ailleurs, chaque individu peut également se reproduire, c'est-à-dire donner naissance à un membre supplémentaire de l'espèce. Ceci modélise la prolifération des offres d'une entreprise qui rencontre le succès sur un marché.

L'objectif de ce modèle est donc de parvenir à simuler le RQE par un processus collectif d'adaptation (selon des mécanismes darwiniens classiques de sélection naturelle). En effet, les luttes dans l'espace concurrentiel aboutissent à une disparition des membres d'espèces les plus faibles suite à la confrontation à des individus d'autres espèces. Ce mécanisme de sélection va réduire la population de l'espèce mais augmenter sa caractéristique concurrentielle moyenne. Si l'espèce ne disparaît pas, elle peut se développer par la reproduction de ses membres et rattraper voir dépasser le(s) premier(s) gagnant(s) de la compétition. Une course entre les espèces présentes dans l'espace concurrentiel va donc avoir lieu, chaque espèce devant sa survie à une augmentation de la caractéristique concurrentielle de ses membres, forçant ainsi les concurrents à augmenter également leur caractéristique concurrentielle pour ne pas disparaître.

2.1. Les paramètres du modèle

La devise *Keap It Simple Stupid* (Carley et Svoboda, 1996) invite à réaliser un modèle parcimonieux, représentation simplifiée de la réalité au sein de laquelle le phénomène auquel on s'intéresse est cerné par un ensemble restreint de variables et de liens entre ces variables. Le modèle a 6 paramètres :

1. Le nombre d'espèces et la taille (nombre de membres) initiale de chaque espèce.
2. La valeur moyenne initiale de la caractéristique concurrentielle d'une espèce. La comparaison des caractéristiques concurrentielles permet de déterminer le vainqueur d'une confrontation entre deux individus. Par convention, ne peuvent survivre que les individus ayant une caractéristique concurrentielle positive.
3. Le taux de mutation. Les individus peuvent améliorer leur variable concurrentielle, la hissant au niveau des espèces concurrentes. Le taux de mutation est la probabilité pour un individu, à chaque période, de copier les caractéristiques des concurrents.
4. Le taux de reproduction. A chaque période, les individus peuvent se reproduire. Le taux de reproduction est la probabilité pour un individu, à chaque période, de créer un autre membre de son espèce, ayant la même caractéristique concurrentielle que lui.

5. La taille maximum d'une espèce. Chaque espèce lutte pour la même ressource, voyant ainsi une limite à la croissance du nombre de ses membres. L'alimentation est souvent la cause de ce type de limite dans les modèles biologiques. Concernant les entreprises, ces limites peuvent être dues aux contraintes de référencement, de communication ou de production.

6. L'espace concurrentiel. Une grille sur laquelle les individus de chaque espèce sont placés représente l'espace concurrentiel (figure 1). A chaque période, chaque individu se déplace sur cet espace.

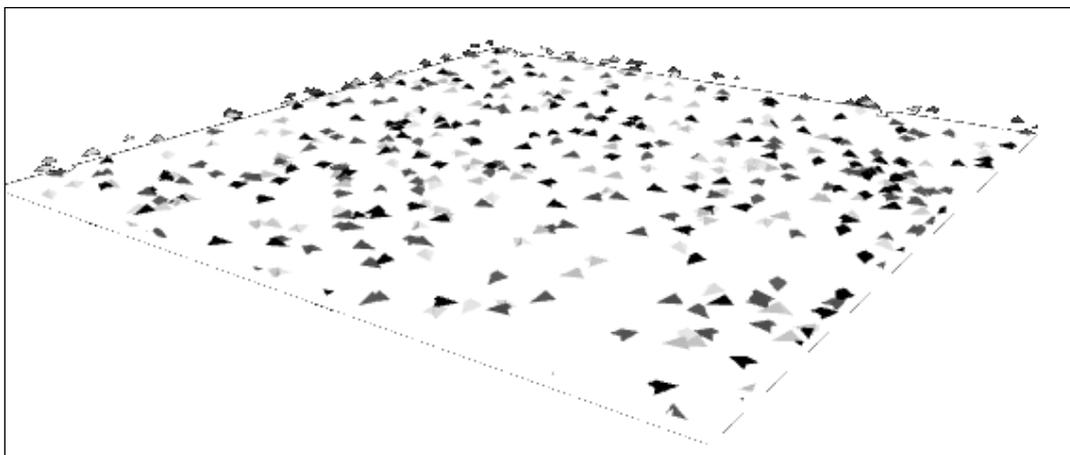


Figure 1 – Modélisation de la concurrence entre différentes espèces dans l'espace concurrentiel

Une simulation simple (paramétrages dans le tableau 1) donne les résultats suivants (figure 2).

1. Nombre et taille des espèces	3 espèces de 150 individus
2. Valeur initiale du facteur de compétition	0
3. Taille maximale de chaque espèce	500 individus
4. Taux de reproduction	5%
5. Taux de mutation	5%
6. Taille de l'espace concurrentiel	Grille de 100 par 100, d'une case par période

Tableau 1- Paramétrage du modèle de simulation

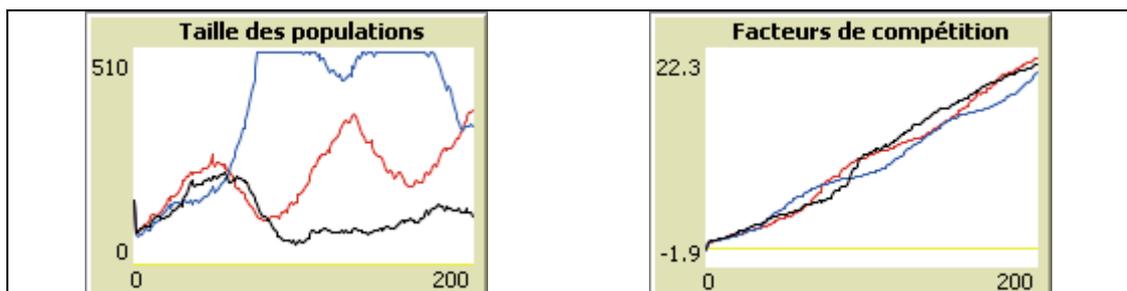


Figure 2 – Simulation du RQE

Comme il est possible de l'observer, une fois les trois espèces en place dans l'espace concurrentiel (et disparition des individus ayant une caractéristique concurrentielle négative), chacune voit sa population augmenter. Les rencontres entre individus dans l'espace concurrentiel sont peu fréquentes, compte tenu de la faible densité des populations. L'entrée de nouveaux individus (par reproduction) excède, pour toutes les espèces, leur sortie (par disparition d'un individu suite à la confrontation à un concurrent). Au bout de quelques dizaines de période, les rencontres se multiplient. L'espèce ayant le facteur de compétition (moyenne des caractéristiques concurrentielles de leurs membres) le plus élevé prend le pas sur les espèces concurrentes. Sa population grandit alors que les autres diminuent. La diminution de la population de ces espèces se fait par la disparition de leurs membres les plus faibles, entraînant une augmentation de leur facteur de compétition. L'espèce peut à nouveau se développer, ses membres armés pour la course avec les individus des espèces concurrentes.

Ce modèle simule le RQE dans la mesure où, pour conserver une population stable (« rester à la même place »), les espèces doivent en permanence s'améliorer (« courir deux fois plus vite »). Ce modèle explicite l'idée (Hypothèse 1) selon laquelle le RQE est un processus sans fin. Les entreprises répondent aux mouvements des concurrents, obligeant ainsi leurs concurrents à réagir. Cette stratégie d'innovation continue (Verona et Ravasi, 2003) est émergente dans le modèle de simulation. Elle résulte de variation des densités des espèces en concurrence.

2.2. L'expérimentation

La simulation autorise autant de manipulations que la puissance des ordinateurs le permet. Une fois spécifiés les invariants du modèle de base, on peut choisir certains paramètres, comme les règles de comportements, la situation initiale ou l'intensité de certaines variables et construire un plan expérimental.

La taille initiale des espèces et la valeur initiale de la variable de compétition n'ont pas été manipulées. Les variations de ces deux variables n'engendrent pas de modifications profondes de co-évolution. Ensuite, le nombre de périodes de chaque simulation a été arbitrairement fixé à 500, ce qui permet visuellement de se

représenter le mouvement à l'œuvre au sein de chaque espèce dans chacun des modèles. Par ailleurs, seules 10 simulations ont été effectuées pour chaque case de l'expérimentation, compte tenu du temps nécessaire pour faire tourner le modèle dans ses configurations les plus complexes (5 espèces, 2000 individus par espèce par exemple). L'objectif n'est pas de démontrer la significativité statistique de différence entre les configurations mais de comprendre les principales dynamiques à la source du *RQE*. Le tableau 2 indique les valeurs prises par les variables du modèle dans les différentes simulations.

Nombre d'espèces	2, 3, 4 et 5 espèces
Taille initiale de chaque espèce	150 individus
Valeur initiale moyenne de la variable de compétition	0
Taille maximale de chaque espèce	500, 1000, 2000 et 4000 individus
Taux de reproduction	5%, 10%, 15% et 20%
Taux de mutation	5%, 10%, 15% et 20%

Tableau 2- Paramétrage du modèle de simulation

2.2.1. Nombre d'espèces et taux de reproduction

Dans cette expérimentation (tableau 3), la nombre d'espèces et le taux de reproduction varient, les autres variables restant constantes, soit une taille maximale des espèces de 500 individus, une population initiale de 150 individus par espèce avec une variable de compétition initiale égale en moyenne à 0 et un taux de mutation de 5%.

		Taux de reproduction			
		5%	10%	15%	20%
Nombre d'espèces	2	20,1	51,4	59,9	63,5
	3	22,7	53,7	71,6	86,1
	4	24,3	55,1	74,0	96,8
	5	26,7	56,8	79,4	103,6

Tableau 3 - Facteurs de compétition moyen fonction du nombre d'espèces et du taux de reproduction

Le nombre d'espèces est positivement relié à la valeur finale du facteur de compétition. En effet, le nombre de contacts entre individus concurrents, c'est-à-dire appartenant à des espèces différentes, augmente avec le nombre d'espèces, ce qui accélère la co-évolution.

Par ailleurs, plus le nombre d'espèces augmente, plus le taux de reproduction doit être important pour que survivent les différentes espèces. Chaque individu est confronté à un nombre de prédateurs potentiellement plus important. A un niveau faible de taux

de reproduction, le nombre d'espèces influence peu la vitesse de co-évolution, dans la mesure où les espèces les plus faibles sont rapidement sorties du jeu (figure 3, deuxième modèle). A un taux de reproduction plus élevé, les espèces les plus faibles peuvent générer de nouveaux membres plus rapidement ce qui assure leur survie et accélère ainsi l'augmentation du facteur de compétition (figure 2, troisième modèle).

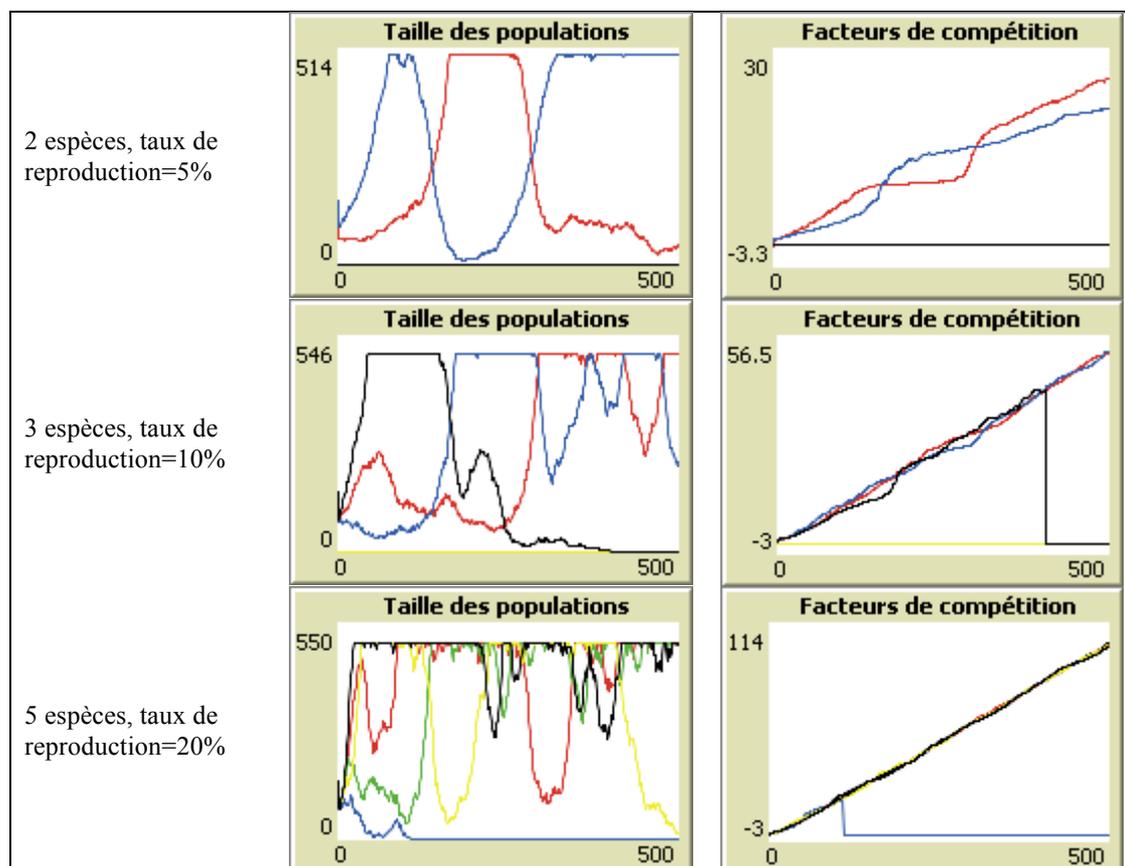


Figure 3 – Le RQE dans différentes configurations du nombre d'espèces et du taux de reproduction

Ainsi, le modèle de simulation illustre notre hypothèse 2, selon laquelle le nombre d'entreprises dans un secteur accélère le RQE, soit la vitesse de co-évolution du facteur de compétition. L'évolution provient ici d'un apprentissage contraint, par la disparition des offres les moins concurrentielles, cet apprentissage supposant la survie des entreprises considérées, question non triviale dans un environnement hyper compétitif (d'Aveni, Battista Dagnino et Smith, 2010).

2.2.2. Taux de mutation et de reproduction

Dans cette expérimentation (tableau 3), le taux de mutation et le taux de reproduction varient, les autres variables restant constantes, soit 2 espèces d'une taille maximale de

500 individus avec une population initiale de 150 individus, dotées d'un facteur de compétition initial égale en moyenne à 0.

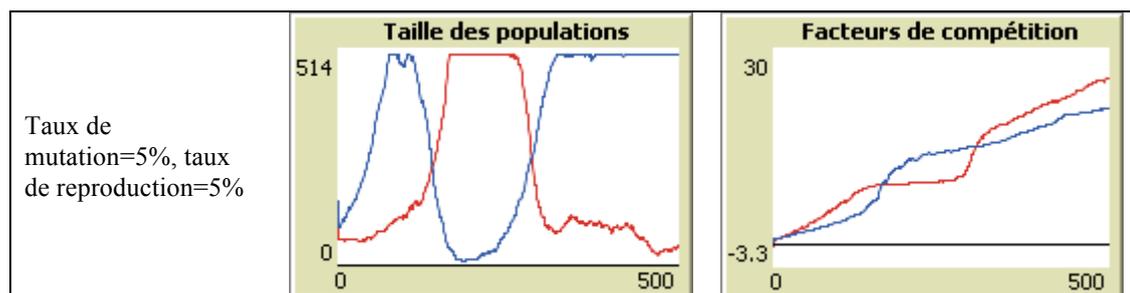
		Taux de reproduction			
		5%	10%	15%	20%
Taux de mutation	5%	20,1	51,4	59,9	63,5
	10%	22,3	52,9	60,5	63,8
	15%	24,5	54,4	61,6	63,3
	20%	25,1	55,7	62,1	63,1

Tableau 3 - Facteur de compétition moyen fonction du taux de mutation et du taux de reproduction

Plus le taux de reproduction est élevé, plus la co-évolution est forte. Les facteurs de compétition de chaque espèce augmentent plus rapidement. Le RQE, ou course de vitesse concurrentielle, est important. L'espèce mise en minorité, mais avec le facteur de compétition moyen le plus élevé, parvient à augmenter plus rapidement la taille de sa population. Ce développement rapide réduit d'autant la population de l'autre espèce, augmentant à son tour son facteur de production, et ainsi de suite (figure 2, deuxième configuration).

Pour des taux faibles de reproduction, la hausse du taux de mutation augmente la vitesse de co-évolution. En effet, la mutation permet à l'espèce dominante en nombre d'augmenter seul son facteur de compétition. Même si la population de la seconde espèce n'augmente que peu, les facteurs de compétition augmentent simultanément, par mutation pour l'espèce dominante en nombre, par reproduction pour l'espèce la moins nombreuse (figure 2, troisième configuration).

A des taux élevés de reproduction, la hausse du taux de mutation n'a plus ou presque d'impact sur la vitesse de co-évolution. Dans ces configurations, les populations ne diminuent pas, les niveaux moyens des facteurs de compétition sont très proches, ce qui rend la mutation inopérante.



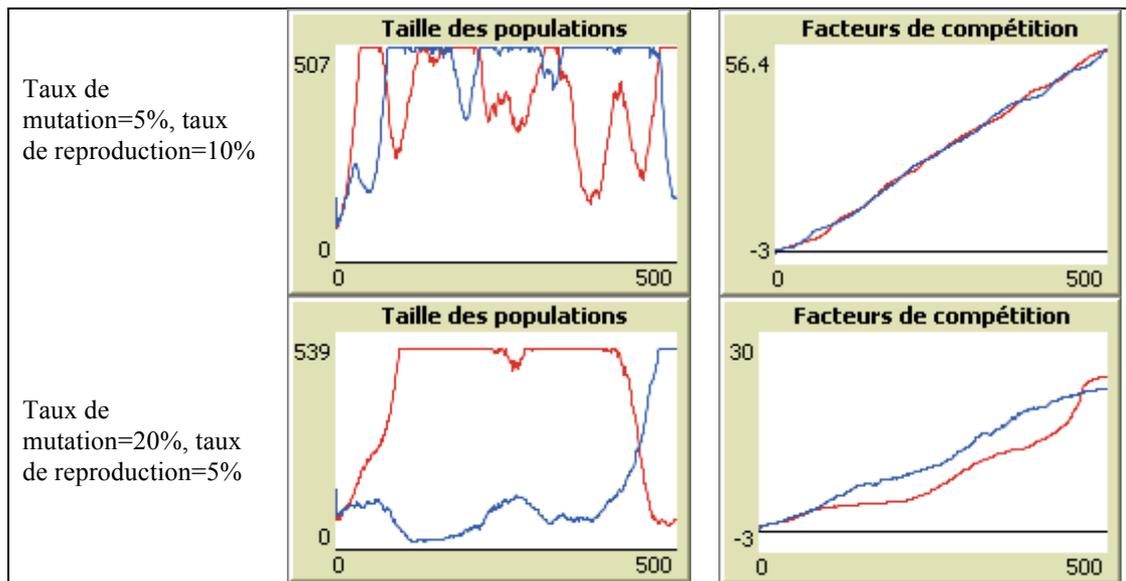


Figure 4 - Le RQE dans différentes configurations de taux de mutation et de taux de reproduction

Nayyar et Bantel (1994) nommeraient la combinaison d'une forte propension à la mutation et à la reproduction l'« agilité concurrentielle »², fondée sur la vitesse de mise en place de nouvelles offres et sur la diversité de ces dernières. Cette première expérimentation explicite les processus conduisant à une accélération du RQE dans les industries au sein desquelles le nombre de produits lancés est important (hypothèse 3).

2.2.3. Taille maximale des espèces et taux de reproduction

Dans cette expérimentation (tableau 5), la taille maximale des espèces et le taux de reproduction varient, les autres variables restant constantes, soit 2 espèces de 150 individus chacune avec une variable de compétition initiale égale en moyenne à 0 et un taux de mutation de 5%.

		Taux de reproduction			
		5%	10%	15%	20%
Taille maximale des espèces	500	20,1	51,4	59,9	63,5
	1000	18,3	55,9	77,5	87,5
	2000	17,5	52,3	80,1	103,0
	4000	16,8	50,3	76,3	108,2

Tableau 5 - Facteur de compétition moyen fonction de la taille maximale des espèces et du taux de reproduction

² Traduction de "competitive agility".

Lorsque la taille d'une espèce est moins limitée, cela endigue le potentiel de RQE. L'une ou l'autre des espèces prend rapidement l'ascendant sur sa concurrente réduisant dans certains cas à néant l'autre espèce. Quoiqu'il arrive, cela rend difficile son expansion, ce qui limite à terme sa propre évolution, la prédation ne jouant plus son rôle moteur dans la co-évolution des espèces (figure 5, deuxième modèle). A des taux de reproduction plus élevés, la population mise en minorité parvient à augmenter plus rapidement sa population. Dans ce cas, la taille maximale de la population des espèces est positivement liée à la croissance du facteur de compétition (figure 5, troisième modèle).

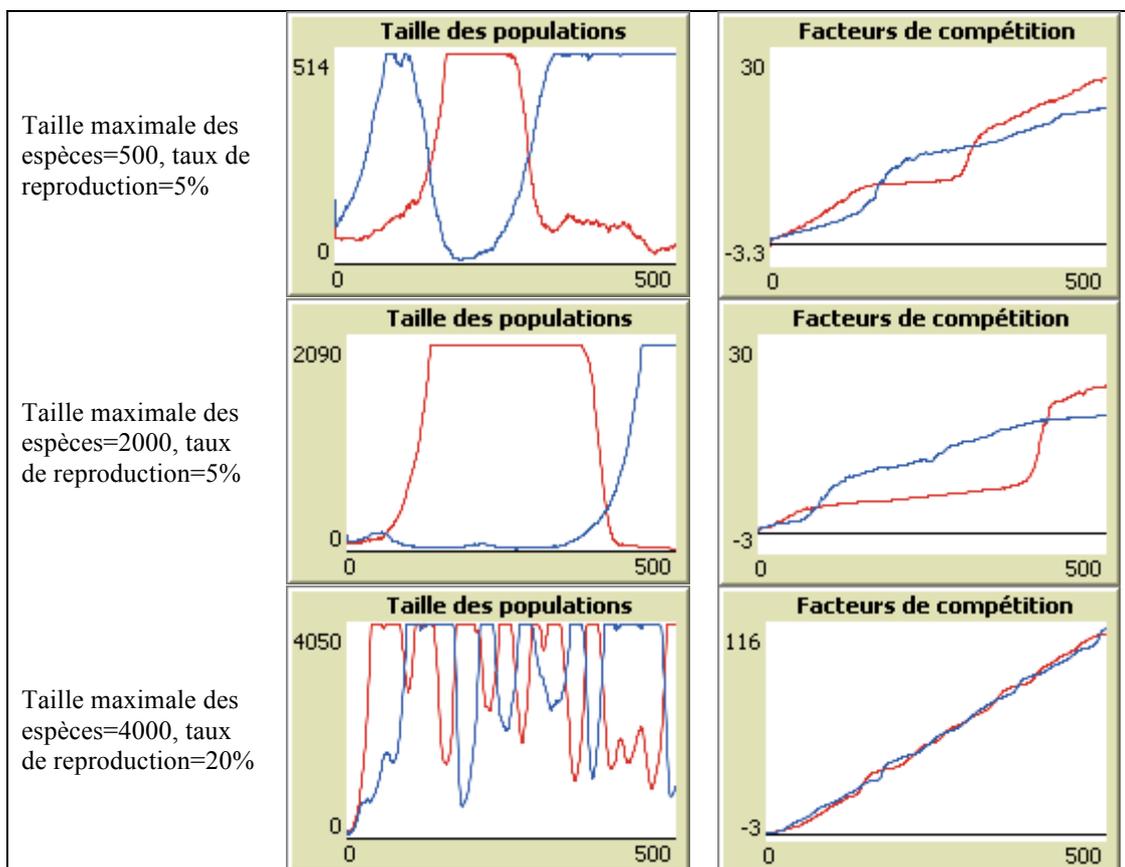


Figure 5 - Le RQE dans différentes configurations de taille maximale des espèces et de taux de reproduction

Le modèle de simulation a permis d'étudier en profondeur les phénomènes de RQE dans un monde virtuel idéalisé. Mais l'absence de représentativité reste l'une des limites de cette méthode (Carley et Svoboda, 1996 ; Davis *et al.*, 2007). C'est pourquoi les hypothèses issues de la littérature et illustrées par la simulation vont être testées dans une troisième partie.

3. ÉTUDE EMPIRIQUE

Les hypothèses et le modèle élaborés précédemment sont testés dans l'industrie de la photographie numérique. Plus précisément, les appareils lancés depuis l'origine de l'industrie (1994) jusqu'au 31 décembre 2011 par les 22 plus grandes entreprises du secteur ont été recensés. Les informations (nom, marque, type d'appareil, date d'annonce du modèle, résolution maximale) de 1787 modèles ont ainsi été collectées, à partir de la *Digital Photography Review* qui recense, donne les caractéristiques techniques et des avis d'experts sur les nouveaux appareils numériques. La fiabilité de cette base a été vérifiée sur certaines marques et périodes grâce au site web des entreprises concernées et aux chapitres *Photographic News and Review* des publications de la *Photo Marketing Association*.

3.1. L'industrie photographique numérique

L'industrie considérée est celle des fabricants d'appareils photographiques numériques. L'industrie photographique a été beaucoup étudiée selon l'angle de la rupture technologique (Tripsas, 2009 ; Benner, 2010), dans des perspectives visant à comprendre comment les entreprises peuvent s'adapter à la disparition des techniques argentiques basées sur la chimie en reconfigurant leur chaîne de valeur autour de la technologie numérique (Munir et Phillips, 2002). L'effondrement des ventes d'appareils 35 mm a en effet conduit à la faillite de plusieurs centaines d'entreprises, dont Kodak, placée sous le régime du chapitre 11 depuis janvier 2012. Ainsi, les difficultés de Kodak à répondre à cette technologie *disruptive* sous l'angle de la diversification (Nohria et al., 2002), l'inertie de Polaroid (Tripsas et Gavetti, 2000) ou les succès technologiques paradoxalement combinés aux difficultés financières de l'entreprises suédoise Hasselblad (Sandstrom, 2011) sont documentées dans la littérature.

Mais l'industrie photographique est également un terrain d'étude du *Red Queen Effect*. En effet, une caractéristique technique centrale cristallise l'attention des consommateurs, comme des producteurs : la résolution maximale des prises de vue associée à chaque appareil photo, exprimée en *megapixels*. La résolution d'un appareil photo reste, en effet, l'un des seuls attributs objectifs comparables, et ainsi un facteur majeur de compétition (Hsee et al., 2009). Alors que le premier appareil

numérique lancé en 1994 était doté de trois cents mille pixels, les appareils actuels dépassent les vingt millions. Il existe par ailleurs peu de limites techniques à l'augmentation du nombre de pixels, si ce n'est la capacité des infrastructures associées, comme les cartes mémoire ou la vitesse des connexions internet permettant le transfert des prises de vue. Une université américaine a ainsi proposé, en juin 2012, un appareil photo avec une résolution de un milliard de pixels, qui sera à priori utilisé par l'armée américaine. Il s'agit donc pour les constructeurs de proposer des appareils ayant une valeur relative forte par rapport à leurs concurrents. La valeur absolue importe en effet assez peu, les consommateurs novices ayant une idée floue de ce que représente un *megapixel* (Nam et Wang, 2012) et ne mettant pas cette variable en adéquation avec la résolution d'un écran sur lequel la photo sera projetée ou d'un papier sur lequel elle sera imprimée.

Si l'on s'intéresse à l'avis d'experts (photographes, *bloggers* et/ou technophiles) concernant l'augmentation continue de la résolution des photographies numériques, leur jugement est sans appel :

- La précision des écrans, des impressions comme de l'œil humain réduit l'intérêt d'une augmentation de la résolution. Pour Mathis (2011), « après un minimum de 3 ou 4 millions, le nombre de pixels a peu de valeur pour déterminer la qualité des photos ; à présent, la plupart des appareils ont 7 ou 8 *megapixels* voire plus, ce n'est plus un facteur de qualité »³.

- La focalisation des acteurs de l'industrie autour de cet attribut de l'appareil freine l'innovation sur d'autres attributs de l'appareil photos qui permettraient d'en améliorer la qualité. Pour Sorrel (2008), « un ralentissement dans la course aux *megapixels* permettrait aux ingénieurs de Canon et Nikon de se concentrer sur de nouvelles voies destinées à fabriquer de meilleurs appareils pour les photographes, au lieu de tenter de presser toujours plus de données dans leurs puces »⁴.

³ Traduction de "After a minimum of about 3 or 4 meg, the number of mega-pixels a camera has is of little value in determining the quality of the photos. Now that most cameras have 7 or 8 million pixels or more, this is no longer a factor in quality".

⁴ Traduction de "A slowdown in the megapixel arms race would leave the technicians at Canon and Nikon to concentrate on new ways to make the cameras better for the photographer, instead of labouring to squeeze yet more dots onto their chips".

- L'augmentation continue du nombre de pixels peut à terme paradoxalement dégrader la qualité des photos. Selon un membre de la *Digital Photography Review*, « le bruit dans les capteurs à deux cause, la première provient de la température et la constante de Boltzmann, la seconde de la quantisation lorsque le nombre de photons capté par la cellule n'excède pas la résolution de l'appareil. Toute accroissement du nombre de pixels au-delà de 15 millions n'augmente pas la résolution mais diminue la qualité de l'image »⁵.

- Cette escalade devrait donc rationnellement prendre fin. Le cabinet Gfk, dans une étude de 2011, pose la question suivante. « Maintenant, nous allons atteindre environ 18 *megapixels*. Cela a-t-il du sens ? Est-ce que l'industrie développe des appareils dont les photographes n'ont pas besoin ? »⁶. Ainsi, « les appareils dotés d'une haute résolution sont nécessaires dans l'industrie cinématographique et pour les éditeurs de magazines; pour le reste, ce n'est qu'un artifice »⁷.

Malgré tout, la course aux pixels continue. Pour Hsee et al. (2009 : 952), « même si les consommateurs peuvent essayer les produits et que leur spécification fournissent peu ou pas de nouvelles information, leur préférence est toujours guidée par ces spécifications, y compris celles qui sont auto-produites et par définition fausses, ainsi que les spécifications que les consommateurs eux-mêmes savent non informatives »⁸. Cette démonstration est effectuée aussi bien pour la résolution d'un appareil photo numérique, la puissance d'un amplificateur audio ou le nombre de calories d'un cookie. De plus, ce facteur majeur de compétition sert également à inférer la qualité d'autres attributs du produit difficile à évaluer (Kim et Park, 2008). Ainsi, un appareil doté d'un nombre de pixels plus important verra, toutes choses égales par ailleurs, son

⁵ Traduction de "Sensor noise is caused by two effects. One is caused by thermal effects according to temperature and Boltzmann's constant and the other by quantisation when the number of photons caught by a sensor cell does not exceed the intensity resolution by far. Any further increase of pixel count, above 15 megapixels, does not improve resolution but decreases image quality", The pixel race goes on !, *Digital Photography Review*, Discussion Forum, 29/08, 2010.

⁶ Traduction de "Now we are going to get about 18 megapixels. Does that make any sense? Is industry developing cameras the photographers don't need?", Gfk Group (2011). "Technical innovation drives global digital camera market", www.gfk.com.

⁷ Traduction de "High megapixels cameras are necessary for the movie industry and for of top magazine publishers. Other than that it's all gimmicks", *Megapixels to the finish line?*, 04/03, 2011. www.photographytalk.com/forum

⁸ Traduction de "even when consumers can directly experience the relevant products and the specifications carry little or no new information, their preference is still influenced by specifications, including specifications that are self-generated and by definition spurious, and specifications that the respondents themselves deem uninformative".

flash ou la qualité de son écran LCD mieux évalué. Si des variables spécifiques, comme l'expertise des consommateurs, peuvent réduire l'importance du nombre de pixels (Nam et Wang, 2012) cet élément de l'appareil reste crucial pour la plupart des consommateurs, le processus de décision des consommateurs n'obéissant pas à une logique multi attributs classique (Fishbein et Ajzen, 1980).

Le secteur des appareils photos représentait, en 2010, 65% des revenus de l'industrie photographique, à hauteur de 22 milliards d'euros. Un recueil de données exhaustif au niveau de la population des fabricants d'appareils est délicat. En effet, le recoupement de plusieurs listes proposées par des associations professionnelles (*Photo Marketing Association, Future Image Report, etc.*) a permis d'identifier 341 fabricants de matériel photographique. Parmi ces fabricants ont été exclus les fabricants de sous-modules du produit (optique par exemple, comme Carl Zeiss, ou électronique), les PME (moins de 250 salariés) et les entreprises ayant lancé moins de 10 appareils sur la période considérée. Ainsi, la population finale comprend 22 entreprises. Sur cette population, 14 entreprises étaient présentes sur le marché des 35 mm en 1994 (Eastman Kodak et Leica) pour les plus anciens, 8 venant donc d'autres secteurs comme l'électronique (Sony, Samsung) ou l'informatique (Toshiba, Hewlett Packard). Cette distinction est d'importance, dans la mesure où les choix de conception de nouveaux appareils sont en partie dictés par la représentation de l'industrie photographique, elle même issue du secteur d'origine de l'entreprise (Benner et Tripsas, 2012). Ces entreprises sont considérées leaders à la fois au niveau commercial (les onze plus gros groupes cumulent en 2010 des parts de marché de 93,3% au niveau mondial, Canon en tête avec 19% des ventes en valeur)⁹ et au niveau¹⁰.

3.2. L'opérationnalisation des variables

Afin de tester les hypothèses et le modèle construit, une opérationnalisation des différents concepts a été nécessaire.

⁹ International Data Corp (2010). "Worldwide digital camera market share by vendor" www.idc.com

¹⁰ L'intensité technologique reste importante dans l'industrie photographique numérique avec un pic en 2000. Cette année, parmi les 25 entreprises qui ont déposé dans le monde le plus de brevets (d'après un rapport de Ificlaimes Patent Services), 12 d'entre elles fabriquaient des appareils photographiques : Canon (n°3), Sony (n°6), Toshiba (n°8), Matsushita (n°11), Hitachi (n°13), Mitsubishi (n°14), HP (n°16), Kodak (n°17), Philips (n°18), Texas Instrument (n°21), Sharp (n°22) et Fuji (n°25).

- La caractéristique technique centrale, pour les raisons évoquées précédemment, est le nombre de pixels de chaque appareil photo ($megapix_{t,t-1}$).

- La concentration de l'industrie a été opérationnalisée par le nombre d'entreprises, à un instant t, présentes dans l'industrie ($densfirm_t$). Cette densité apparaît dans la figure 6. On peut noter une période d'entrée nette d'entreprises sur le marché de 1994 à 2002, suivie par une concentration de l'industrie depuis 2003.

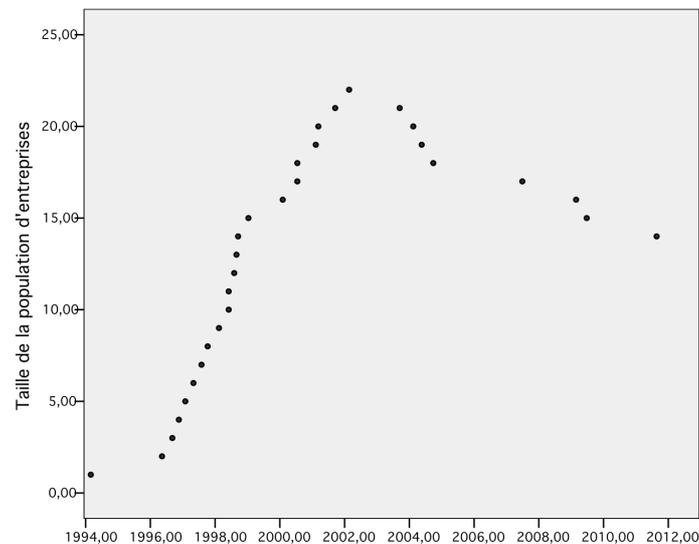


Figure 6 – Evolution du nombre d'entreprises dans l'industrie photographique numérique

- La prolifération de l'offre est opérationnalisée par le nombre de produits lancés dans une période de temps donnée ($densprod_t$). Pour des raisons pratiques, le mois a été choisi comme période de référence. Ceci permet donc de rendre compte de la saisonnalité de l'industrie. On note ainsi que les mois de janvier et février sont ceux qui affichent les huit périodes au cours desquelles le plus grand nombre d'appareils, plus de 40, est annoncé. La figure 7 présente l'évolution du nombre de produits sur chaque mois allant de mars 1994 à décembre 2011. La technologie étant de plus en plus mature, le marché de plus en plus segmenté, on observe le phénomène de longue traîne (Anderson, 2006) soit une augmentation dans le temps des produits introduits sur le marché.

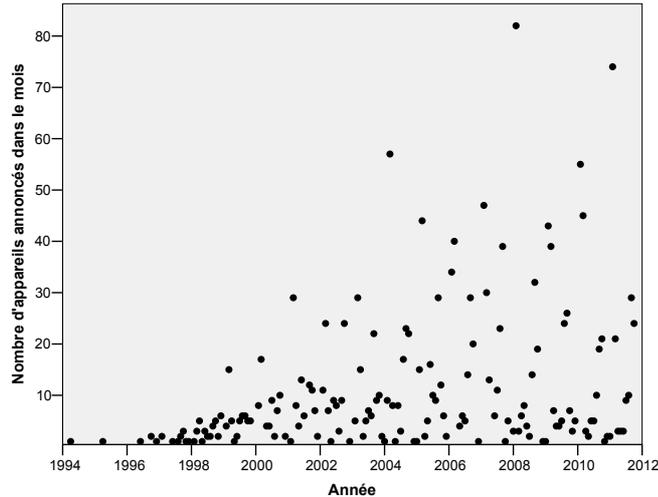


Figure 7 – Evolution du nombre de lancements d’appareils dans l’industrie photographique numérique

- L'écart par rapport à la tendance d'évolution ($ecartend_{i,t-1}$) est mesuré par la différence entre la résolution du dernier appareil lancé par l'entreprise considérée ($megapix_{i,t-1}$) et la valeur prédite par le modèle de régression reliant la date d'annonce et la résolution des appareils ($megâpix_{i,t-1}$). Une variable binaire a été créée ($ecarposi_{i,t-1}$) qui prend la valeur « 1 » si l'écart à la tendance est positif, « 0 » s'il est négatif. Par ailleurs, la valeur absolue de l'écart à la tendance a été utilisé pour mesurer la distance entre la position technologique de l'entreprise et le rythme suivi par l'industrie ($|ecartend_{i,t-1}|$).

3.3. Variables de contrôle

Les résultats des tests d'hypothèses sont contrôlés à l'aide de deux variables.

- Le jour d'annonce de l'appareil (*date*) compte tenu du fait que le rythme d'évolution de la caractéristique technique centrale peut structurellement varier au cours du temps.

- L'industrie d'origine de l'entreprise qui introduit sur le marché un nouvel appareil. En effet, Benner et Tripsas (2012) ont montré que les caractéristiques techniques des nouveaux appareils numériques étaient impactées par la diversité des histoires sectorielles des entreprises. Trois variables muettes : « photo » (*induphot*),

« électronique » (*induelec*), « autre industrie » (*induautr*) prennent la valeur « 1 » si l'appareil est commercialisé par une entreprise originaire de ce secteur, « 0 » sinon.

4. RESULTATS

Le tableau 6 présente l'ensemble des variables quantitatives à travers des éléments de statistiques descriptives.

	<i>megapix</i>	<i>densfirm</i>	<i>densprod</i>	<i>ecartend</i>
Moyenne	7,64	17,36	28,6	1,35
Médiane	7,1	17	24	0,82
Ecart type	4,49	2,72	21,55	1,96
Maximum	24,6	22	82	17,32
Minimum	0,3	1	1	0

Tableau 6 - Statistiques descriptives des variables quantitatives

Afin de tester H1, une régression par ajustement de fonction a été réalisée. La résolution des appareils est expliquée par le temps (la date de leur annonce). Le test *Anova* du modèle de régression est significatif au seuil de 0,1%. Le R^2 de ce modèle ou coefficient de détermination est égal à 0,815. Il est supérieur à ceux des modèles de régression alternatifs, notamment le modèle linéaire.

H1 (*La valeur de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre dans une industrie donnée a tendance à s'accroître avec le temps de manière exponentielle*) est donc validée. La figure 8 présente la fonction issue du modèle de régression.

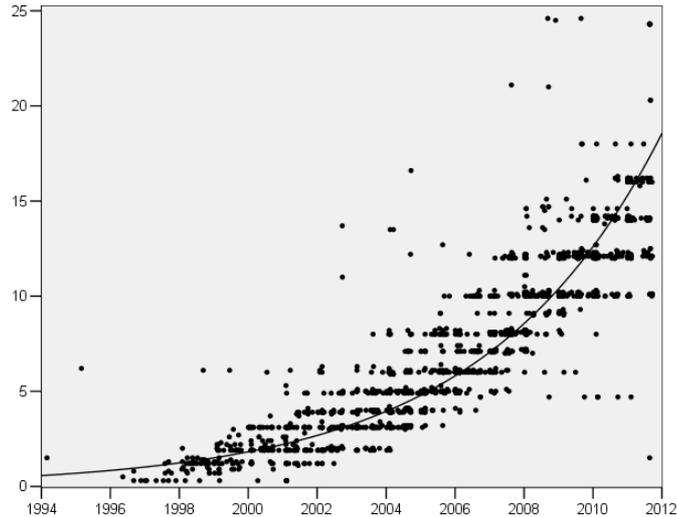


Figure 8 - Résolution (en megapixels) des nouveaux appareils en fonction de leur date d'annonce

Cette évolution continue de la résolution des appareils numériques remet en cause les principaux modèles de maturation des technologies.

Elle démontre par ailleurs que le rythme d'évolution d'une technologie ne dépend pas de contraintes techniques et économiques mais bien des relations concurrentielles qu'entretiennent les acteurs sur un marché. Ainsi, dans le secteur informatique, la loi de Moore, formulée par le co-fondateur d'Intel Gordon Moore, érige en principe le doublement de la puissance des microprocesseurs tous les 18 mois. Un maintien d'un tel rythme d'évolution a permis à Intel de conserver une longueur d'avance sur son principal concurrent (AMD, privé en 1985 des accords de *second sourcing* lui permettant d'accéder à la technologie d'Intel) et de coordonner les efforts des partenaires d'Intel (assembleurs, éditeurs de logiciels, etc.). Si une telle loi n'a pas été formulée dans l'industrie photographique, la progression de la résolution des appareils suit une même tendance exponentielle, ici un doublement tous les quatre ans environ.

Ainsi, alors que les technologies sont souvent présentées comme des sources d'avantage concurrentiel durable (Barney, 1991), elles sont ici au cœur d'une lutte continue entre les multiples entreprises en place. Pour Barnett (2008 : 2), « lors d'une concurrence *Red Queen*, l'apprentissage ne conduit pas à un avantage concurrentiel

durable ; au contraire, l'apprentissage est la raison de la perte répétée de cet avantage »¹¹.

Pour tester les hypothèses 2 à 5, le modèle de régression suivant est retenu :

$$megapix_{i,t} - megapix_{i,t-1} = \beta_0 + \beta_1 densfirm_t + \beta_2 densprod_t + \beta_3 ecarposi_{i,t-1} + \beta_4 |ecartend_{i,t-1}| + \beta_5 date + \beta_6 induphot + \beta_7 induelec + \varepsilon$$

La variable dépendante représente la progression de la résolution entre deux appareils sortis successivement par la même entreprise. Il s'agit d'un proxy des efforts de l'entreprise dans la course aux pixels à l'origine du RQE. Les variables indépendantes sont la densité d'entreprises, la densité de produits, la place du dernier appareil lancé par l'entreprise considérée (0 si en dessous de la tendance, 1 si au dessus) et enfin l'écart, en valeur absolue, entre la résolution du dernier appareil lancé et la tendance d'évolution.

Le tableau 7 présente les résultats de la régression linéaire OLS pour le modèle retenu. Si la colinéarité peut biaiser l'estimation des Betas standardisés (Belsay, 1991), son niveau a été mesuré par les facteurs d'inflation de la variance (VIF), compris entre 1,03 et 1,23 pour les variables indépendantes, entre 1,08 et 1,51 pour les variables de contrôle, soit largement inférieur au maximum (VIF=10) indiqué par Hair, Anderson, Tatham et Black (1998).

Variables		Modèle	
Indépendantes	Densité d'entreprises	,070***	(0,003)
	Densité de produits	,010	(0,250)
	Sens de l'écart à la tendance	-,256***	(0,117)
	Valeur de l'écart à la tendance	-,454***	(0,031)
De contrôle	Date	,120***	(0,020)
	Présence dans l'industrie photo	,045*	(-,736)
	Présence dans l'industrie électronique	-,013	(-,390)
R ²		0,277	
N=1765		Signification : + p<0.1 * p<0.05 ** p<0,01 *** p<0,001	

Beta standardisé (Erreur standard)

Tableau 7 – Résultats du modèle de régression

¹¹ Traduction de "In Red Queen competition, learning does not lead to sustained advantage; to the contrary, learning is the reason that advantage repeatedly is lost".

La progression de la caractéristique centrale s'accélération avec le temps, il est logique que cette dernière soit reliée positivement à la variable de contrôle, *date*. Par ailleurs, une variable de contrôle liée à l'histoire industrielle des entreprises est significative (*induphot*), on peut en conclure que les entreprises historiques de l'industrie photographique ont, au cours du temps, rattrapé leur retard technologique sur les nouveaux entrants.

H2 (moins l'industrie est concentrée, plus l'évolution de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre sur un marché est importante) est validée.

La présence d'un nombre plus important d'entreprises (dans le cas de l'industrie photographique entre 2000 et 2004) entraîne, toutes choses égales par ailleurs, une accélération du RQE. Comme les travaux sur le RQE le suggèrent, la réponse à une intensité concurrentielle croissante, fonction du nombre d'entreprises présentes dans le secteur, conduit à une course toujours plus rapide. Au lieu de courir plus vite, les entreprises soumises à une concurrence forte doivent changer les règles, travailler différemment. Ainsi, selon Voelpel et al. (2005 : 40), « pour les entreprises engagées et peut-être bloquées dans une course *Red Queen*, l'avantage compétitif est conféré à celles qui dépassent la focalisation sur les situations existantes pour réinventer leur modèle d'affaire »¹².

H3 (plus le nombre de lancements de nouveaux produits dans l'industrie est élevé, plus l'évolution de la caractéristique technique centrale des produits constituant l'offre sur un marché est importante) n'est pas validée.

La progression de la résolution d'un appareil par rapport à l'appareil précédent n'est pas significativement reliée au nombre d'appareils lancés dans le mois. Si H3 n'est pas validée au niveau d'un lancement d'un produit, elle l'est si l'on considère le RQE au niveau de l'entreprise. En effet, dans les périodes au cours desquelles le nombre de produits est plus important, la course aux pixels s'intensifie, la progression d'un appareil donné étant indépendante du nombre d'appareils introduits.

¹² Traduction de “*For companies engaged and perhaps ‘locked’ in a Red Queen race, sustainable competitive advantage comes to those who move beyond focusing on existing situations to reinvent their business models*”.

Par ailleurs, le nombre d'appareils lancés par mois, même s'il est faiblement corrélé à la date de lancement en raison d'une forte saisonnalité, est de plus en plus élevé d'année en année. Si Lampel et Shamsie (2005) démontrent dans l'industrie cinématographique l'existence de rendements décroissants des dépenses de production et de marketing des films, nous pouvons nous demander si le RQE dans l'industrie photographique numérique ne se situe pas également à un autre niveau que celui de la résolution des appareils comme dans le nombre d'appareils lui-même. Le phénomène de longue traîne (Anderson, 2009) peut ainsi être assimilé à une prolifération des offres n'ayant pas ou peu d'impact sur l'équilibre des forces dans l'industrie. Néanmoins, l'industrie photographique numérique ayant été en croissance forte au cours des années 2000, l'impact négatif de la prolifération des offres est à relativiser. En effet, « au regard de la concurrence *Red Queen*, les environnements à forte croissance fournissent un terrain fertile pour la recherche de nouvelles opportunités et l'apprentissage, et limitent les effets négatifs que de telles actions ont sur les concurrents »¹³ (Derfus et al., 2008 : 66).

H4 (Le fait que la valeur de la caractéristique technique centrale du dernier produit lancé par une entreprise soit supérieure à la tendance d'évolution dans l'industrie va réduire la progression de cette caractéristique pour le prochain produit lancé par cette entreprise. Inversement, le fait que la valeur de la caractéristique technique centrale du dernier produit lancé par une entreprise soit inférieure à la tendance d'évolution dans l'industrie va accroître la progression de cette caractéristique pour le prochain produit lancé par cette entreprise) est validée.

Les résultats soulignent un effet « élastique » autour de la tendance d'évolution. La convergence vers la tendance centrale implique un rattrapage des concurrents en retard ainsi qu'un frein des concurrents en avance sur le rythme de l'industrie. Pour Barnett (2008 : 4), « les membres des organisations tentent d'obtenir pour leur organisation un niveau de performance satisfaisant. Quand la performance tombe en dessous de ce niveau, ils essaient de restaurer cette performance »¹⁴. L'objectif des

¹³ Traduction de "In regard to Red Queen competition, high-growth environments provide fertile ground for searching and learning about new opportunities to act, and limit the negative effect such actions have on competitors".

¹⁴ Traduction de "Members of organizations try to make their organizations perform at a satisfactory level. When performance falls below that level, people in organizations attempt to restore performance".

entreprises de l'industrie semble clair : se maintenir dans le « peloton » dont les caractéristiques des produits lancés progressent continuellement. Il apparaît que la progression de la résolution des appareils répond à une volonté de conserver face aux concurrents une valeur relative forte. Ce n'est pas la valeur absolue de la résolution qui compte mais le fait qu'elle soit au moins égale à celle des appareils concurrents. Pour Nam et Wang (2012 : 736), « les concurrents sont constamment à la recherche d'un point de différence qui fait ressortir leur marque parmi ses concurrents »¹⁵.

H5 (plus la valeur de la caractéristique technique centrale du dernier produit lancé par une entreprise s'écarte de la tendance d'évolution, moins la progression de cette caractéristique pour le produit suivant sera importante) est validée.

La progression des entreprises est d'autant plus rapide que les produits lancés se trouvent dans le tunnel d'évolution. Dès que le rythme d'évolution d'une entreprise l'a conduit à s'éloigner de la tendance globale de l'industrie, elle ralentit (si sa caractéristique centrale est supérieure à la tendance), ou décroche (si sa caractéristique centrale est inférieure à la tendance). Ceci peut expliquer la sortie de plusieurs entreprises de l'industrie photographique. Pour Barnett (2008 : 7), « le processus de sélection œuvres souvent pour éliminer les organisations qui se sont détournées du droit chemin »¹⁶.

Conclusion : Apports, limites et voies de recherche

Cet article montre que les relations qu'entretiennent les concurrents entre eux influencent la dynamique inhérente au *Red Queen Effect*. Cette influence est d'autant plus importante que les concurrents trouvent un élément de comparaison objectif, partagé par tous, une caractéristique technique centrale des produits mis sur le marché. Outre la mise en lumière de cet accroissement constant de la valeur de cette

¹⁵ Traduction de “Companies are constantly strategizing to identify a point of difference that makes a brand stand out among its competitors”.

¹⁶ Traduction de “selection processes often operate to eliminate organizations that have gone too far astray”.

caractéristique technique centrale et l'influence du nombre de concurrents et de produits lancés sur le marché (c'est-à-dire la multiplication des occasions d'observation entre concurrents), cet article s'intéresse à la manière dont se positionnent les concurrents les uns par rapport aux autres et l'incidence de ce positionnement sur la dynamique concurrentielle. Les résultats montrent plus particulièrement qu'il existe un tunnel d'évolution de la concurrence. Les valeurs minimale et maximale prises par la caractéristique technique centrale à un instant t détermine la largeur de ce tunnel. La vitesse d'accroissement des valeurs détermine, elle, la pente du tunnel d'évolution. Ces deux dimensions du tunnel mises en lumière permettent de proposer une typologie de tunnel d'évolution concurrentielle dans un contexte de *Red Queen Effect*. En distinguant la largeur du tunnel de sa pente, quatre types de tunnels d'évolution apparaissent (figure 9).

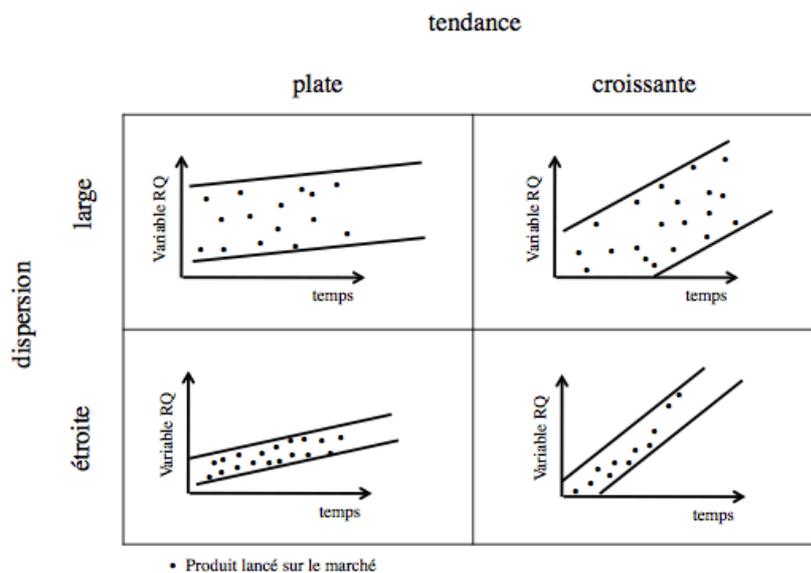


Figure 9 - Une typologie des tunnels d'évolution dans un contexte de *Red Queen Effect*

Le cadran en haut à gauche représente les tunnels où la croissance de la valeur de la caractéristique technique centrale est faible et où il existe une grande dispersion des valeurs sur cette caractéristique. L'industrie des téléviseurs appartient à ce type de tunnel. La croissance de la taille des écrans ne suit pas une tendance particulièrement élevée. L'offre est constituée d'un ensemble de tailles d'écran qui cohabite.

Le cadran situé en haut à droite représente, lui, les tunnels où la croissance de la valeur de la caractéristique technique centrale est élevée et où il existe une grande dispersion des valeurs de cette caractéristique. L'industrie des disques durs est une illustration de cette évolution. La taille maximale des disques durs ne fait qu'augmenter au fil du temps. Toutefois, l'offre est constituée de disques durs de différentes tailles, certains étant fort éloignés des tailles maximales possibles.

Le cadran en bas à gauche représente les tunnels où la croissance de la valeur de la caractéristique technique centrale est faible et où il existe une faible dispersion des valeurs de cette caractéristique. L'industrie de la mémoire RAM dans le secteur informatique illustre cette tendance d'évolution. La taille maximale des barrettes de mémoire RAM ne croît quasiment plus et l'ensemble des produits proposés ont des valeurs proches.

Enfin, le cadran en bas à droite représente les tunnels où la croissance de la valeur de la caractéristique technique centrale est élevée et où il existe une faible dispersion des valeurs de cette caractéristique. L'industrie des microprocesseurs fait partie de cette catégorie d'évolution. La vitesse des microprocesseurs continue de croître et l'arrivée d'un nouveau produit plus puissant conduit l'ensemble des constructeurs à proposer, à leur tour, la même puissance pour leur nouveau produit.

L'étude d'un tunnel d'évolution en particulier, à travers l'industrie de la photographie numérique, nous conduit à nous intéresser à l'un des quatre types d'évolution possible. Il s'agit des tunnels ayant une dispersion étroite et une forte tendance à la hausse (cadran en bas à droite). Il apparaît nécessaire de multiplier les recherches empiriques dans d'autres contextes afin de saisir les spécificités des trois autres situations qu'il est possible de rencontrer. Le recours au modèle de simulation mis en place dans cette recherche constitue sans nul doute une première approche permettant l'étude de différents contextes concurrentiels.

REFERENCES

- Abernathy, W.J. & Clark, K.B. (1985), 'Innovation: Mapping the winds of creative destruction', *Research Policy*, 14, 1, 3-22.
- Anderson, C. (2006), *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*, New York, NY: Hyperion.
- Back, W., de Jong, E.D. & Wiering, M.A. (2006), 'Red Queen dynamics in a predator-prey ecosystem', in *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO-06*, 381-382.
- Bandura, A. (1962), 'Social learning through imitation,' in M.R. Jones (ed.), *Nebraska symposium of motivation*, Lincoln, NB: University of Nebraska Press, 211-269.
- Barnett, W.P. (1994), 'The liability of collective action: Growth and change among early telephone companies', in J.A.C. Baum & J.V. Singh (eds.), *Evolutionary Dynamics of Organization*, New York, NY: Oxford University Press, 337-354.
- Barnett, W.P. (1997), 'The dynamics of competitive intensity', *Administrative Science Quarterly*, 41, 1, 128-160.
- Barnett, W.P. (2008), *The Red Queen Among Organization: How Competitiveness Evolves*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Barnett, W.P. & Hansen, M.T. (1996), 'The Red Queen in organizational evolution', *Strategic Management Journal*, 17, 7, 139-157.
- Barnett, W.P. & McKendrick, D.G. (2004), 'Why are some organizations more competitive than others? Evidence from a changing global market', *Administrative Science Quarterly*, 49, 4, 535-571.
- Barnett, W.P. & Pontikes, E. G. (2008), 'The Red Queen, success bias, and organizational inertia', *Management Science*, 54, 7, 1237-1251.
- Barnett, W. P. & Sorenson, O. (2002), 'The Red Queen in organizational creation and development', *Industrial and Corporate Change*, 11, 2, 289-325.
- Barnett, W.P. & McKendrick, D.G. (2004), 'Why are some organizations more competitive than others? Evidence from a changing global market', *Administrative Science Quarterly*, 49, 4, 535-571.
- Baum, J.A.C. & Mezias, S.J. (1992), 'Localized competition and organizational failure in the Manhattan hotel industry, 1898-1990', *Administrative Science Quarterly*, 37, 4, 580-604.
- Baum, J.A.C. & Singh, J.V. (1994), 'Organizational niche overlap and the dynamics of organizational mortality', *American Journal of Sociology*, 100, 2, 346-380.
- Baum, J.A.C., Li, S.X. & Usher, J.M. (2000), 'Making the next move: How experiential and vicarious learning shape the locations of chains' acquisitions', *Administrative Science Quarterly*, 45, 4, 766-801.
- Belsey, D.A. (1991), *Conditioning Diagnostics, Collinearity and Weak Data in regression*, New York, NY: Wiley.
- Benner, M. (2010), 'Securities analysts and incumbent response to radical technological change: Evidence from digital photography and internet telephony', *Organization Science*, 21, 1, 42-62.
- Benner, M. & Tripsas, M. (2012), 'Prior industry affiliation and framing in nascent industries: The evolution of digital cameras', *Strategic Management Journal*, 33, 277-302.
- Benner, M. (2010), 'Securities analysts and incumbent response to radical technological change: Evidence from digital photography and internet telephony', *Organization Science*, 21, 1, 42-62.

- Bourgeois, L.J. & Eisenhardt, K.M. (1988), 'Strategic decision processes in high velocity environments: Four cases in the microcomputer industry', *Management Science*, 34, 7, 816–835.
- Bower, J. & Hout, T. (1988), 'Fast-cycle capability for competitive power', *Harvard Business Review*, 110-118.
- Carley, K.M. & Svoboda, D. (1996), 'Modeling organizational adaptation as a simulated annealing process', *Sociological Methods and Research*, 25, 1, 138-168.
- Carpenter, G.S., & Nakamoto, K. (1989), 'Consumer preference formation and pioneering advantage', *Journal of Marketing Research*, 26, 3, 285–298.
- Chen, M.-J. & MacMillan, I.C. (1992), 'Nonresponse and delayed response to competitive moves: The roles of competitor dependence and action irreversibility', *Academy of Management Journal*, 35, 3, 539-570.
- Cohen, W.M. & Levinthal D.A. (1989), 'Innovation and learning: The two faces of R&D', *Economic Journal*, 99, 397, 569-596.
- Cohen, W.M. & Levinthal, D. (1990), 'Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly*, 35, 1, 128-152.
- d'Aveni, R.A. (1994), *Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Manoeuvring*, New York, NY: The Free Press.
- d'Aveni, R.A., Dagnino, G.B. & Smith K.G. (2010), 'The age of temporary advantage', *Strategic Management Journal*, 31(summer special issue), 1371–1385.
- Davis, J., Bingham, C. & Eisenhardt, K. (2007), 'Developing theory with simulation methods', *Academy of Management Review*, 32, 2, 480-499.
- Day, G.S. & Rebstien, D.J. (1997), *Wharton on Dynamic Competitive Strategy*, New York, NY: Wiley & Sons.
- De Back, W., de Jong, E. & Wiering, M. (2006), 'Red Queen dynamics in a predator-prey ecosystem', in Y. Borenstein, R. Poli, et al. (eds), *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*, New York, NY: ACM Press, 381–382.
- Denrell, J. (2003), 'Vicarious learning, under-sampling of failure, and the myths of management', *Organization Science*, 14, 3, 227-243.
- Derfus, P.J., Maggitti, P.G., Grimm, C.M. & Smith, K.G. (2008), 'The Red Queen effect: Competitive actions and firm performance', *Academy of Management Journal*, 51, 1, 61-80.
- Dieckmann, U., Marrow, P. & Laws, R. (1995), 'Evolutionary cycling in predator-prey interactions: Population dynamics and the Red Queen', *Journal of Theoretical Biology*, 176, 91–102.
- Dutton, J.E. & Jackson, S.E. (1987), 'Categorising Strategic Issues: Links to Organisational Action', *Academy of Management Review*, 12, 1, 76-90.
- Eisenhardt, K.M. & Tabrizi, B.N. (1995), 'Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry', *Administrative Science Quarterly*, 40, 1, 84–110.
- Ferrier, W., Smith, K., & Grimm, C. (1999), 'The role of competitive action in market share erosion and industry dethronement: A Study of industry leaders and challengers', *Academy of Management Journal*, 42, 4, 372-388.
- Fine, C. (1998), *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Reading, MA: Perseus.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1980), *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*, New Jersey, NJ: Prentice Hall.

- Green, D.H., Barclay, D.W. & Ryans, A.B. (1995), 'Entry strategy and long term performance: Conceptualization and empirical examination', *Journal of Marketing*, 59,4, 1-16.
- Grimm, C.M., Lee, H. & Smith, K.G. (2006), *Strategy as Action: Competitive Dynamics and Competitive Advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Hair, J.F, Anderson, R.E, Tatham, R.L. & Black, W.C. (1998), *Multivariate Data Analysis with Readings*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Haunschild, P. & Beckman, C. M. (1998), 'When do interlocks matter?: Alternate sources of information and interlock influence', *Administrative Science Quarterly*, 43, 4, 815-844.
- Haunschild, P. & Miner, A.S. (1997), 'Modes of interorganizational imitation: The effects of outcome salience and uncertainty', *Administrative Science Quarterly*, 42, 3, 472-500.
- Haveman, H.A. (1993), 'Follow the leader: Mimetic isomorphism and entry into new markets', *Administrative Science Quarterly*, 38, 4, 593-627.
- Hsee, C.K., Yang, Y., Gu, Y. & Chen, J. (2009), 'Specification seeking: How product specifications influence consumer preference', *Journal of Consumer Research*, 35, 6, 952-966.
- Judge, W.Q. & Miller, A. (1991), 'Antecedents and outcomes of decision speed in different environmental contexts', *Academy of Management Journal*, 34, 2, 449-463.
- Kim, C. & Mauborgne, R. (2005), *Blue Ocean Strategy: How to Create Uncontested Market Space and Make Competition Irrelevant*, Boston, MA: Harvard Business School Publishing.
- Kim, S. & Park, D. (2008), 'The effects of product quality and the perceived structural relation between functions on the value inference of convergence products', *Advances in Consumer Research*, 35, 767.
- Lampel, J., & Shamsie, J. (2005), 'Escalating investments and declining returns: Red Queen competition in the motion picture industry', EBK working paper.
- Lengnick-Hall, C.A. (1992), 'Innovation and competitive advantage: What we know and what we need to learn', *Journal of Management*, 18, 2, 399-429.
- Levinthal, D.A. & March, J.G. (1993), 'The myopia of learning', *Strategic Management Journal*, 14, 2, 95-112.
- Levitt, B. & March, J. (1988), 'Organizational learning', *Annual Review of Sociology*, 14, 319-340.
- Lieberman, M.B. & Montgomery, D.B. (1998), 'First-mover (dis)advantages: retrospective and link with the resource-based view', *Strategic Management Journal*, 9 (Summer Special Issue), 41-58.
- Lomi, A. & Larsen, E. (1996), 'Interacting locally and evolving globally: A computational approach to the dynamics of organizational populations', *Academy of Management Journal*, 39, 4, 1287-1321.
- Lotka, A.J. (1925), *Elements of Physical Biology*, Baltimore, MA: Williams & Wilkins Co.
- Mathis J. (2011), 'The pixel race is over', June 22, <http://jimmathisphoto.blogspot.fr/>
- Mendelson, H. (2000), 'Organizational architecture and success in the information technology Industry', *Management Science*, 46, 4, 513-529.
- Mendelson, H. & Pillai, R. (1999), 'Industry clockspeed: Measurement and operational implications', *Manufacturing & Service Operations Management*, 1, 1, 1-20.

- Merges, R.P. & Nelson, R.R. (1994), 'On limiting or encouraging rivalry in technical progress: The effect of patent scope decisions', *Journal of Economic Behavior & Organization*, 25, 1, 1-24.
- Meyer, J. & Rowan, B. (1977), 'Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony', *American Journal of Sociology*, 83, 340-363.
- Mukoyama, T. (2003), 'Innovation, imitation, and growth with cumulative technology', *Journal of Monetary Economics*, 50, 2, 361-380.
- Munir, K.A. & Phillips, N. (2002), 'The concept of industry and the case of radical technological change', *Journal of High Technology Management Research*, 13, 2, 279-297.
- Nam, M., Wang, J. & Lee, A.Y. (2012), 'The difference between differences: How expertise affects diagnosticity of attribute alignability', *Journal of Consumer Research*, 39, 736-750.
- Nayyar, P. & Bantel, K. (1994), 'Competitive agility: A source of competitive advantage based on speed and variety, in P. Shrivastava, A. Huff & J. Dutton (eds.), *Advances in Strategic Management*, 10, Greenwich, CT: JAI Press, 193-222.
- Nelson, R.R. & Winter, S.G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nohria, N., Dyer, D. & Dalzell, F. (2002), *Changing Fortunes: Reinventing the Industrial Giant*, New York, NY: John Wiley & Sons.
- Ottino-Loffler, J., Rand, W. & Wilensky, U. (2007), 'NetLogo Red Queen model', *Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling Research Paper*, Northwestern University, Evanston, IL.
- Pacheco De Almeida, G. (2010), 'Erosion, time compression, and self-displacement of leaders in hypercompetitive environments', *Strategic Management Journal*, 31, 13, 1498-1526.
- Porter, M.E. (1980), *Competitive Strategy*, New York, NY: Free Press.
- Porter, M.E. (1983), 'The technological dimension of competitive strategy', In R. Rosebloom (ed.), *Research on Technological Innovation, Management and Policy*, Vol. 1, Greenwich, CT: JAI Press, 1-34.
- Porter, M. E. (1996), 'What is a strategy?', *Harvard Business Review*, 61-78.
- Porter, M.E. (1998), *On Competition*, Boston, MA : Harvard Business School.
- Porter, M.E. (1991), 'Towards a dynamic theory of strategy', *Strategic Management Journal*, 12 (Winter Special Issue), 95-117.
- Rogers, E.M. (1995), *Diffusion of Innovations*, The Free Press: New York, NY.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Rosebloom, R.S. (1981), 'Technological innovation in firms and industries: An assessment of the State of the Art' In P. Kelly et al. (eds.), *Technological innovation: A critical review of current knowledge*, San Francisco Press: San Francisco, CA, 215-230.
- Sandstrom C. (2011), 'High-end disruptive technologies with an inferior performance,' *International Journal of Technology Management*, 56, 2, 109-122.
- Savill, N.J. & Hogeweg, P. (1997), 'Evolutionary stagnation due to pattern-pattern interactions in a coevolutionary predator-prey model', *Artificial Life*, 3, 81-100.
- Schnaars, S.P. (1994), *Managing Imitation Strategies: How Late Entrants Seizemarketing from Pioneers*, The Free Press: New York, NY.

- Scotchmer, S. (1991), 'Standing on the shoulders of giants: Cumulative research and the patent law', *Journal of Economic Perspectives, Symposium on Intellectual Property Law*, 5, 1, 29-41.
- Scott, W.R. (1995), *Institutions and organizations*, Sage: London.
- Smith, K.G., Grimm, C.M., Gannon, M.J. & Chen, M.-J. (1991), 'Organizational information processing, competitive responses and performance in the U.S. domestic airline industry', *Academy of Management Journal*, 34, 1, 60-85.
- Srinivasan, R., Haunschild, P. & Grewal, R.S. (2007), 'Vicarious learning in new product introductions in the early years of converging market', *Management Science*, 53, 1, 16-28.
- Sorrel, C. (2008), 'Why the megapixel race needs to end', *Wired*, August 22.
- Stalk Jr, G. (1998), 'Time—the next source of competitive advantage', *Harvard Business Review*, 41-51.
- Stalk, G., Evans, P. & Shulman, L.E. (1992), 'Competing on capabilities: The new rules of corporate strategy', *Harvard Business Review*, 57-69.
- Suchman, M.C. (1995), 'Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches', *Academy of Management Review*, 20, 3, 571-610.
- Orru, M., Biggart, N.W. & Hamilton, G.G. (1991), 'Organizational isomorphism in East Asia', in W. W. Powell et P. J. DiMaggio (eds.), *The new institutionalism in organizational analysis*, University of Chicago Press: Chicago, IL, 361-389.
- Reich, R.B. (1987), 'Entrepreneurship reconsidered: The team as hero', *Harvard Business Review*, 77-83.
- Sandstrom, C. (2011), 'High-end disruptive technologies with an inferior performance', *International Journal of Technology Management*, 56, 2, 109-122.
- Schumpeter, J.A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper: New York, NY.
- Tripsas, M. (2009), 'Technology, identity, and inertia: Through the lens of 'the digital photography company'', *Organization Science*, 20, 2, 441-460.
- Tripsas, M. & Gavetti, G. (2000), 'Capabilities, cognition, and inertia: Evidence from digital imaging', *Strategic Management Journal*, 21, 10/11, 1147-1161.
- Van Der Laan, J. D. & Hogeweg, P. (1995), 'Predator-prey coevolution: Interactions across different timescales', *Proceedings of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 259, 1354, 35-42.
- Van Valen, L. (1973), 'A new evolutionary law', *Evolutionary Theory*, 1, 1-30.
- Verona, G. & Ravasi, D. (2003), 'Unbundling dynamic capabilities: An exploratory study on continuous product development', *Industrial and Corporate Change*, 12, 3, 577-606.
- Voelpel, S, Leibold, M., Tekie, E. & Von Krogh, G. (2005), 'Escaping the Red Queen Effect in competitive strategy: Sense testing business models', *European Management journal*, 23, 1, 37-49.
- Young, G., Smith, K.G. & Grimm, C.M. (1996), "'Austrian' and industrial organization perspectives on firm-level competitive activity and performance", *Organization Science*, 7, 3, 243-254.
- Zahra, S.A. & George, G. (2002), 'Absorptive capacity: A review, reconceptualisation, and extension', *Academy of Management Review*, 27, 2, 185-203.
- Zander, U. & Kogut, B. (1995), 'Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: An empirical test', *Organization Science*, 6, 1, 76-92.