



APPROCHE SYSTÉMIQUE TRANSDISCIPLINAIRE DE L'AGOANTAGONISME ET DU DILEMME DES PRISONNIERS   PARTIR D'UN CORPUS DE BANDES DESSIN ES

Pierre Bricage

Volume 2, October 2015

La littératie illustrée, enseignement et apprentissage. Actes du 1 
colloque international du LIMIER

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1047318ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1047318ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Groupe de recherche en littératie médiatique multimodale

ISSN

2368-9242 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Bricage, P. (2015). APPROCHE SYSTÉMIQUE TRANSDISCIPLINAIRE DE
L'AGOANTAGONISME ET DU DILEMME DES PRISONNIERS   PARTIR D'UN
CORPUS DE BANDES DESSIN ES. *Revue de recherches en littératie médiatique
multimodale*, 2. <https://doi.org/10.7202/1047318ar>

Article abstract

The "prisoner's dilemma" game describes how two actors should cooperate, but everyone can betray the other one. If one cooperates and the other betrays, the cooperator is penalized, the traitor is rewarded. If the two betray, their profits is less favourable than if they had cooperated. The "iterated play", allowing every protagonist to use of reprisals against the other one, is used to model political, biological and psychological phenomena. Using a graphic method we evidence that "to betray or to cooperate, to punish the unreliability" are the situations of interest in a comic strip. They contribute to new behaviours emergences. Pointing to the protagonists' strategies and variants that are present from one series to another, we show how a scenario will emerge. We evidence experimental economics rules (Nash's equilibrium, Pareto's optimum) and a scenario typology through a scientific systemic analysis. With a document of "*littératie illustrée*", we can have a multidisciplinary educative course.

APPROCHE SYSTÉMIQUE TRANSDISCIPLINAIRE DE L'AGOANTAGONISME ET DU DILEMME DES PRISONNIERS À PARTIR D'UN CORPUS DE BANDES DESSINÉES.

Pierre Bricage, Professeur associé, Université de Pau et des Pays de l'Adour, UPPA

Résumé

Le « dilemme des prisonniers » est une situation où deux acteurs ont intérêt à coopérer, mais chacun peut trahir l'autre. Si l'un coopère et l'autre trahit, le coopérateur est pénalisé, le traître récompensé. Si les deux trahissent, le résultat leur est moins favorable que s'ils avaient coopéré. Itéré plusieurs fois de suite, le jeu autorise chaque protagoniste à user de représailles envers l'autre ; il est utilisé pour modéliser des phénomènes en politique, en biologie et en psychologie. On montre, à l'aide d'une méthode graphique, que « trahir ou coopérer, punir la trahison », sont les situations qui font l'intérêt du scénario d'une bande dessinée ! La méthodologie retenue détermine les stratégies des protagonistes, quelles variantes sont rencontrées d'une série à une autre, et comment émergent les situations nouvelles. Cette méthodologie ouvre aux jeux d'économie expérimentale (équilibre de Nash, optimum de Pareto) et à l'écriture d'un scénario, et permet d'intégrer l'analyse scientifique, systémique, transdisciplinaire, d'un document de littérature illustrée, dans un parcours pédagogique pluridisciplinaire, voire pluri-niveaux de formation.

Abstract

The "prisoner's dilemma" game describes how two actors should cooperate, but everyone can betray the other one. If one cooperates and the other betrays, the cooperator is penalized, the traitor is rewarded. If the two betray, their profits are less favourable than if they had cooperated. The "iterated play", allowing every protagonist to use of reprisals against the other one, is used to model political, biological and psychological phenomena. Using a graphic method we evidence that "to betray or to cooperate, to punish the unreliability" are the situations of interest in a comic strip. They contribute to new behaviours emergences. Pointing to the protagonists' strategies and variants that are present from one series to another, we show how a scenario will emerge. We evidence experimental economics rules (Nash's equilibrium, Pareto's optimum) and a scenario typology through a scientific systemic analysis. With a document of "*littérature illustrée*", we can have a multidisciplinary educative course.

Mots clés: dilemme des prisonniers; littérature illustrée; scénario; stratégie; typologie

Keywords: pedagogic use of cartoons; prisoner's dilemma; scenario; strategy; typology

1. Problématique

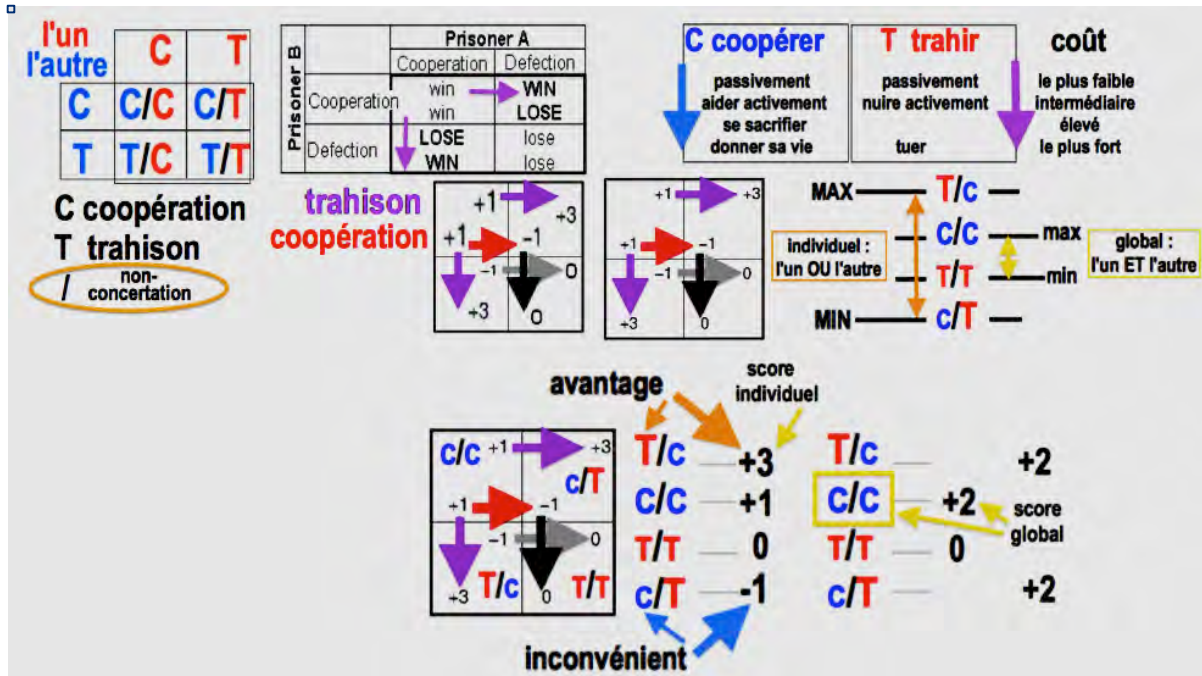
Une analyse de la fréquence d'articles de recherche, répétée mensuellement pendant l'année 2013 sur le site de *Research Gate*, indique que l'item « méthodes d'éducation » (*teaching methods*) est le moins référencé, l'item « sciences de l'éducation » l'est trois fois plus et l'item « méthodes en ingénierie » cinq fois plus. Les méthodes éducatives constituent-elles la part congrue des recherches en sciences de l'éducation (Bouchard, Marier, Lenoir et Belzile, 2014; Bricage, 1978, 1981, 1993, 2010; Demers, 2014; Roy et Poirier-Grenier, 2014) ? L'utilisation de bandes dessinées peut-elle permettre une approche scientifique de concepts transdisciplinaires à l'aide d'une méthode systémique (Bricage, 2010, 2011, 2013, 2014a) ? Ne pourrait-elle pas, à la fois : permettre une évaluation différenciée visant à promouvoir la participation et l'apprentissage des étudiants de premier ou second cycle (Gosselin et Gagné, 2014) ; favoriser l'accroissement des compétences en littératie au niveau universitaire ; et, promouvoir la réussite dans toutes les disciplines (Bouchard *et al.*, 2014; Lamoureux, Daoust, Bourdages, Vignola et Malette, 2014) ? L'analyse systémique de la littératie illustrée (Bricage, 2014c) peut-elle être utilisée dans la formation éducative à tous les niveaux d'enseignement (Bricage, 2014b), depuis le primaire (Martel, 2011, 2012) jusqu'à l'université (Sanchez-Palencia, 2013), aussi bien en sciences et technologie (Bricage, 2013; Frick et Schuster, 2003; Guergerian, 1997) qu'en sciences humaines (Martel, 2011) ?

2. Cadre théorique ou conceptuel

Le dilemme des prisonniers (*prisoners' dilemma*) (Cusson et Engle-Warnick, 2013; Doebeli et Hauert, 2005), modèle issu de la théorie des jeux (Axelrod, 1997, 2006; Beaufils, 2009; Collectif Anonyme, 2013; Delahaye, 2014; Wasmer, 2010) avec diverses applications en sciences économiques (Hughes, 2007; Lebel-Racine, 2012; Murray, 2013), en psychologie (Hirsh et Peterson, 2009), en sociologie (Margolis, 1982; Martel, 2012), en sciences politiques (Plous, 1993), en géographie (Thibert-Plante, 2005) et en biologie (Bricage, 1981, 2006), se prête à une utilisation pluridisciplinaire. Deux protagonistes peuvent avoir, l'un vis à vis de l'autre, un comportement agoniste (ils agissent dans le même sens, en synergie, se soutiennent, coopèrent), ou antagoniste (ils agissent en opposition et se trahissent), ou l'un peut coopérer alors que l'autre trahit, et inversement (Bricage, 2011) (figure 1). Début 2013, ce dilemme était cité plusieurs milliers de fois par le logiciel “*page ranking*” de google¹. « Trahir ou coopérer ? », « punir la trahison », sont des situations récurrentes dans le scénario d'une bande dessinée. Elles permettent d'étudier la mise au point d'une stratégie et de son évolution au cours de la répétition du dilemme (Bricage, 2011; Delahaye, 2014; Delahaye et Mathieu, 1996; Dorat, 2009; Thibert-Plante et Charbonneau, 2007; Wang, Szolnoki et

Perc, 2014). Peut-on trouver une méthode qui renseignant sur le scénariste, les lecteurs potentiels, les « fans » d'un héros ou d'une série, déboucherait sur des études de construction d'un scénario ou de recherche de motivations (Bricage, 1978, 1993, 2006) ?

Figure 1 – Le dilemme des prisonniers – en situation de non-concertation, trahir ou coopérer ?



Grille carrée 2x2 : matrice de « pondération » des situations (avec indication des dénominations anglophones), **C** : coopération (*Cooperation*), **T** : trahison (*Defection*), **C/C** : (*win/win*) les deux coopèrent, **T/T** : (*lose/lose*) les deux trahissent, **C/T** ou **T/C** : l'un (A ou B) coopère et l'autre (B ou A) trahit. Habituellement, seuls les gains, de la coopération (ici +1 si C/C, ou -1 si LOSE : T/C ou C/T), ou de la trahison (+3 si WIN : T/C ou C/T, ou 0 si T/T), sont indiqués. Les coûts potentiels ne le sont pas. Mais le coût n'est pas le même selon que l'on trahisse ou coopère, passivement ou activement (voir figure 11) !

Le principe du dilemme est que les scores individuels sont plus élevés, ce qui est un **avantage**, que le score global « collectif » : **T de T/c = +3, par rapport à +2 = [(+3)+(-1)] de T/c** ou **+2 = [(+1)+(+1)] de C/C**, ou plus faibles : **c de c/T = -1, par rapport à 0 = [(0)+(0)] de T/T**, ou **+2 = [(-1)+(+3)] de c/T**, ce qui est un **inconvénient**.

Pour qu'il y ait dilemme, la tentation unilatérale (je dénonce, je trahis, l'autre coopère **T/C**) doit rapporter plus que la coopération simultanée (**C/C**), qui doit rapporter plus que la duperie (je suis trahis alors que je coopère **C/T**). Pour qu'une collaboration puisse naître dans un dilemme répété, itéré, il est nécessaire que le score maximal de groupe (2x **C/C**) soit supérieur à la somme des scores maximum (**MAX**) et minimum (**MIN**) individuels (**T/C+C/T**). Le global a un « effet tampon ». Est-ce aussi le cas dans les scénarios de littérature illustrée ?

Les ouvrages de littérature illustrée choisis sont en langue française, mais leurs versions anglophones, voire lusophones, existent. Ces séries ont toutes au moins un site Internet professionnel dédié.

3. Méthodologie

Cette recherche s'appuie sur l'analyse systémique d'un corpus de littérature illustrée dans lequel les récits alternent les situations propres à l'âme humaine, interprétables avec le modèle du dilemme des prisonniers : méfiance, méchanceté, gentillesse, trahison, amour, haine, amitié.

3.1. Objet d'étude et corpus de littérature illustrée

L'objectif est de trouver, grâce à un inventaire de référence des stratégies possibles de coopération et de lutte (tableau 1), la typologie des stratégies, le scénario (figure 2), que les auteurs font mettre en œuvre par les acteurs, ce qui permet d'accéder « directement » à une typologie des héros, donc des séries et des auteurs, et indirectement à une typologie des lecteurs (et à leurs motivations ?).

Le corpus de littérature illustrée utilisé est centré sur le cheminement initiatique et comprend :

- la série *Les Naufragés du temps* de Jean-Claude Forest et Paul Gillon. Odyssée d'un Ulysse futuriste, dans laquelle le héros est à la fois accompagné et à la recherche de deux "Pénélope"... (1974-1989, 10 volumes, éditions Hachette puis Glénat, série fixée, « fermée », initialement en noir et blanc, rééditée colorisée) ;
- la série *Thorgal* initialement créée par Grzegorz Rosinski et Jean Van Hamme, maintenant remplacé par Yves Sente. Cette transposition romancée du mythe d'un Ulysse scandinave et de son Odyssée (1980 - 34 volumes en 2014, éditions du Lombard, série « ouverte », en évolution, qui a produit des « clones ») a reçu de nombreux Prix (du meilleur dessin réaliste dès 1979, plusieurs fois du meilleur scénario dès 1988, en France et en pays francophones) ;
- la série *Ulysse 31* série franco-japonaise, initialement créée en films d'animation, en 26 épisodes de 24 minutes, diffusés en 1981 sur FR3 (réalisation de Bernard Deyries, Kyosuke Mikuryia, Kazuo Terada & Tadao Nagahana, scénario, adaptation et dialogues de Nina Wolmark, Jean Chalopin et Yoshitoke Suzuki), cette série fixée, « fermée », a produit des « clones » télévisuels, puis des fascicules papier (produits dérivés), « une littérature illustrée pour la jeunesse », co-édités par Eurografic Presse & FR3, Dynamisme Presse Editions, DIC-TMS, Paris (Bricage, 2011, 2014b) ;

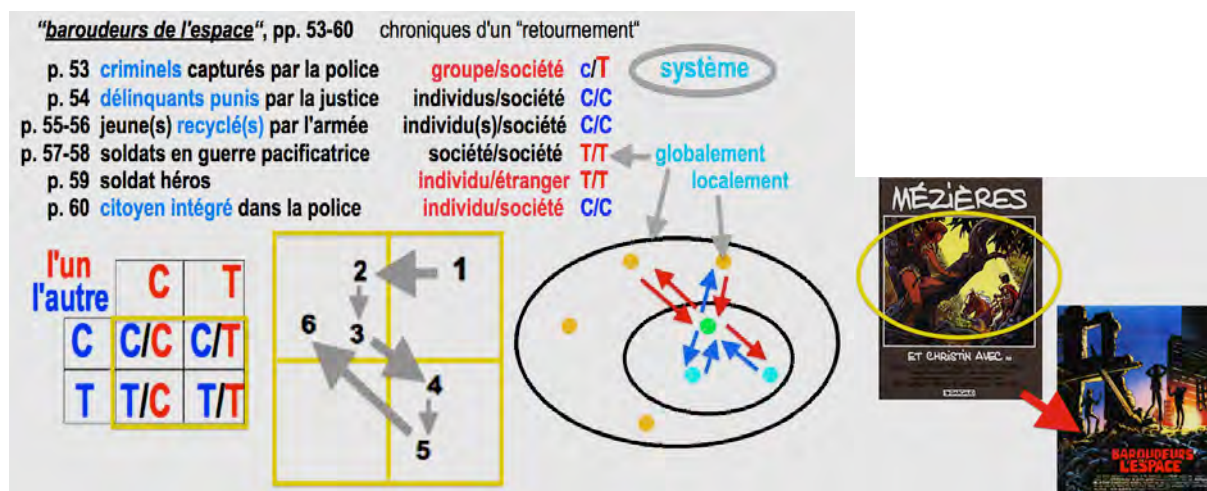
- la série *Valerian (et Laureline) agent spatio-temporel*, de Jean-Claude Mézières et Pierre Christin (1970-2010, 22 volumes, éditions Dargaud, série fixée, « fermée »), qui a inspiré le film *Le cinquième élément* (Bricage, 2014a). Le 29 décembre 2013, un site belge de littérature illustrée, qui répertorie des centaines de séries francophones, sur environ 600 000 visites en a enregistré 11 910, soit 2%, pour la seule série *Valerian agent spatio-temporel*;
- la série *Yoko Tsuno* de Roger Leloup (1972, 26 volumes en 2014, éditions Dupuis, série « ouverte », en évolution) avec un « Ulysse féminin », qui ne recherche pas sa Pénélope, et qui chemine pour le plaisir de cheminer.

Tableau 1 – Le dilemme itéré : trahir ou coopérer, quand ?, pourquoi ?, comment ? Les principales stratégies répertoriées (Delahaye, 2014).

1. Stratégie **GENTILLE** (ou *naïve*) : **je coopère toujours** avec les autres acteurs (individus ou groupes), quels qu'ils soient et quels que soient le moment, le lieu ou le nombre d'interactions.
2. Stratégie **DONNANT-DONNANT** (ou *mimétique gentille*) : lors de la première interaction, **je coopère toujours**, puis **je « joue » ce qu'a joué mon « partenaire » au tour précédent**.
3. Stratégie **DONNANT-DONNANT-DUR** (ou *mimétique punitive*) : **je coopère toujours**, sauf si **mon « partenaire » a trahi lors d'un des deux tours précédents**.
4. Stratégie **MÉFIANTE** (ou *mimétique méchante*) : lors de la première interaction **je trahis toujours**, puis **je joue ce qu'a joué mon « adversaire » au tour précédent**.
5. Stratégie **MÉCHANTE** : **je trahis toujours** les autres acteurs (individus ou groupes), quels qu'ils soient et quels que soient le moment, le lieu ou le nombre d'interactions.
6. Stratégie **RANCUNIÈRE** (ou *défensive méchante*) : **je coopère**, mais, **dès qu'un partenaire me trahit, je le trahis toujours**.
7. Stratégie **PÉRIODIQUE-MOU** : **je répète le même « motif stratégique » CCT** (Coopération-Coopération-Trahison) (figure 1), toujours dans le même ordre
8. Stratégie **PÉRIODIQUE-DUR** (ou *périodique méchante*) : **je répète le même « motif stratégique » TTC** (Trahison/Trahison/Coopération), toujours dans le même ordre.
9. Stratégie **LUNATIQUE** (ou *aléatoire*) : **je trahis une fois sur deux, au hasard**.
10. Stratégie **SONDEUR** : lors des trois premières interactions je joue le « motif stratégique » **TCC** (Trahison/Coopération/Coopération), ensuite si mon adversaire a coopéré aux deux coups précédents je trahis toujours, sinon je joue **DONNANT-DONNANT**.
10. Stratégie **MAJORITAIRE-MOU** (ou *gentille*) : **je joue ce qu'a joué en majorité mon partenaire** lors des interactions précédentes, ou, en cas d'égalité, **je coopère**.
11. Stratégie **MAJORITAIRE-DUR** (ou *vindictive*) : **je joue ce qu'a joué en majorité mon partenaire** lors des interactions précédentes, ou, en cas d'égalité, **je trahis**.

D'autres stratégies sont possibles (Delahaye et Mathieu, 1996) ou envisageables (Bricage, 2014a; Doebeli et Hauert, 2005). Certaines, comme **PÉRIODIQUE CTC** ou **PÉRIODIQUE TCT**, sur le long terme, se ramènent aux précédentes : dans ce cas CTC-**CTC**-CTC-... est équivalente à C-**TCC**-TCC-TC..., et TCT-**TCT**-TCT-... est équivalente à TC-**TTC**-TTC-T... (Bricage, 2014a). Toutes ces stratégies possèdent au moins une version logicielle (Beaufils, 2009) et ont été utilisées lors de simulations informatiques (Delahaye, 2014; Thibert-Plante et Charbonneau, 2007) pour des compétitions entre elles (Axelrod, 2006).

Figure 2 – Le dilemme itéré des prisonniers : suivi du fonctionnement d'un acteur. Exemple de décryptage puis de représentation (sans pondération) d'un scénario simple.



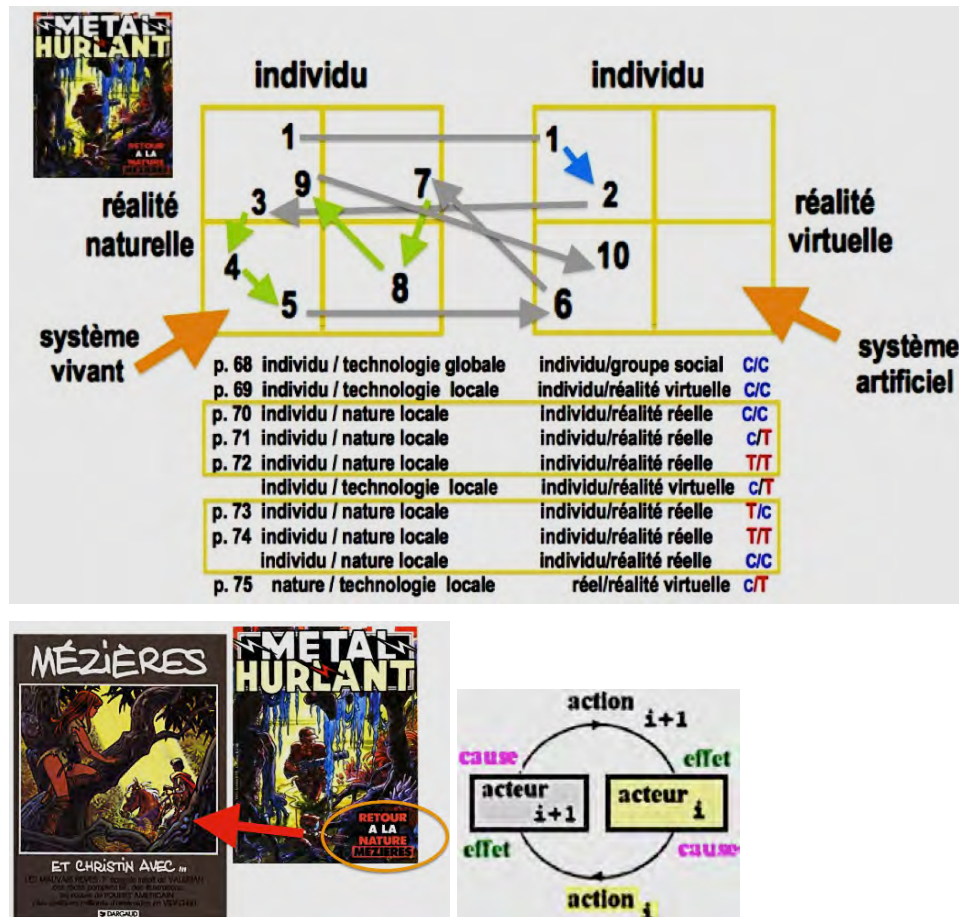
Page à page, image après image, chaque situation – qui se déroule sur un nombre variable de vignettes – est analysée d'un point de vue systémique, en terme d'interactions (figure 1) entre deux protagonistes (entre le héros et tout autre personnage, entre deux acteurs quelconques, un acteur pouvant être un groupe d'individus) : coopérations simultanées (**C/C**), trahisons simultanées (**T/T**) – situation de lutte –, l'un trahit et l'autre coopère (**T/c**), et inversement (**c/T**) (figure 1).

Toutes les situations ne sont pas nécessairement présentes, et la situation dépend du point de vue considéré. L'analyse systémique (Bricage, 2011) est faite par référence à **un seul acteur**, considéré comme un « centre » d'interactions (flèches y arrivant et en partant).

Dans la nouvelle « Baroudeurs de l'espace », de l'album *Mézières et Christin Avec ...* (année ?, 53-60), des jeunes, d'abord **criminels**, puis **délinquants**, puis **soldats** et **citoyens** adultes modèles, sont, globalement (**groupe**), puis individuellement (**individu**), en situation de lutte, puis de coopération avec leur **société**, contre une autre société (**étranger**). Le scénario peut être représenté, pour un acteur (un individu ou un groupe d'individus), sur la grille carrée 2x2 (figure 1), dans son suivi temporel (1, 2, 3, 4, 5, 6) ; il peut aussi être représenté, en terme de système, par des **flèches d'interactions** (chaque flèche représente un type d'action : en **bleu** « coopérer », en **rouge**

« **trahir** ») entre les personnages (chaque **point coloré** représente un acteur particulier) dans les espaces-temps délimités dans lesquels ils agissent (ici deux groupes d'acteurs ou deux **espace-temps** d'inter-action).

Figure 3 – Le dilemme itéré des prisonniers : suivi des interactions entre deux acteurs.
Exemple de représentation systémique d'un scénario simple.



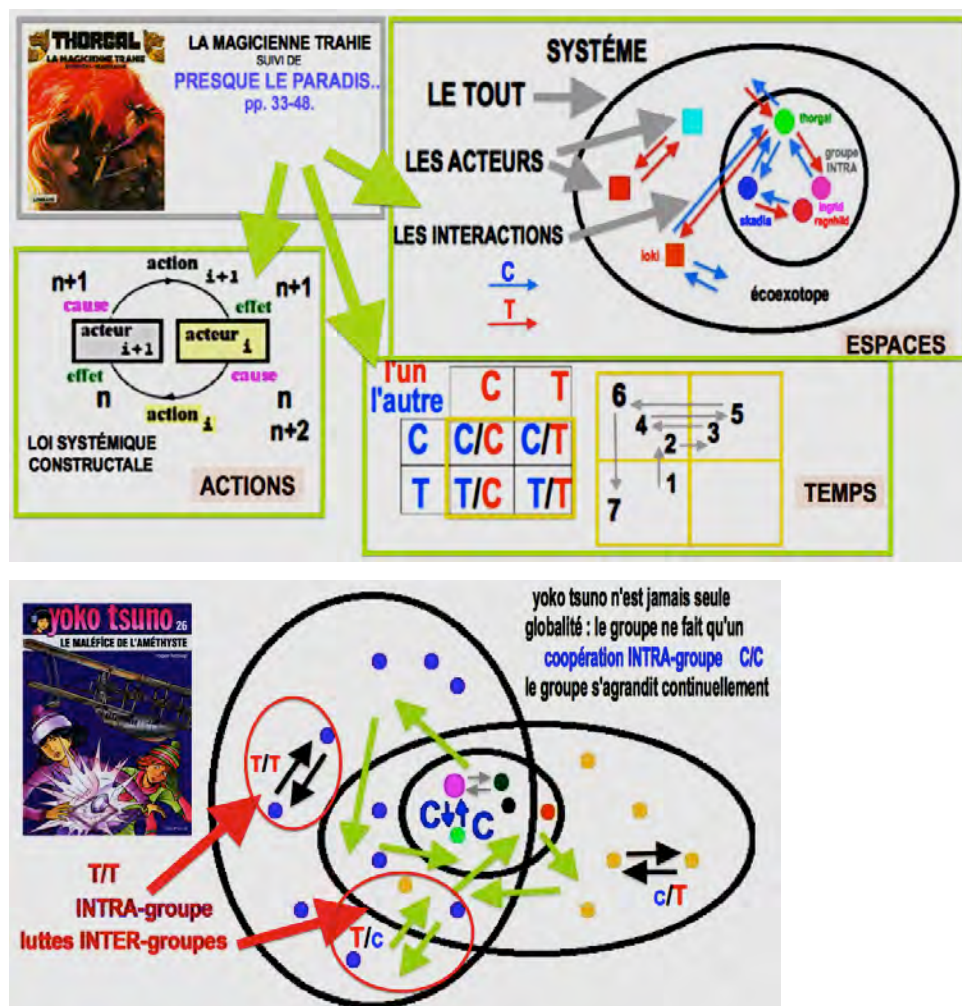
Exemple de la nouvelle « Retour à la nature », du même album *Mézières et Christin Avec ...* (p. 68-75.), nouvelle parue initialement dans *Métal Hurlant*. Comme précédemment (figure 2), on peut représenter, mais sur deux grilles séparées, le suivi temporel (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) des interactions entre deux acteurs. Chaque acteur (ou système d'acteurs) est la cause d'un effet, qui par rétro-action (loi systémique constructale) devient une cause pour un autre effet (figure 4) : ici entre un **système vivant** (dans une réalité naturelle « réelle ») et un système **artificiel** (dans une réalité virtuelle).

3.2. Méthode d'analyse

Pour chaque album, la situation d'interaction entre les personnages, compte tenu du contexte, est d'abord décryptée, pour chaque personnage, en termes de dilemme des prisonniers (figure 1), vignette après vignette (figure 2). Puis, le scénario des interactions entre acteurs (figure 3) ou groupe d'acteurs (figure 4) est analysé d'un point de vue systémique (figure 4) et représenté graphiquement (figure 5).

Lorsque le dilemme est itéré, la question ne se pose plus sous la forme « trahir ou coopérer ? », mais sous la forme « quelle stratégie (tableau 1) faut-il adopter en fonction du comportement passé du partenaire ? », et, « quels rebondissements rendent le scénario passionnant ou non ? ».

Figure 4 – Dilemme itéré des prisonniers : représentation systémique d'un scénario complexe.



Les acteurs (« points » de couleurs, de formes et de tailles différentes) – un personnage particulier pouvant être indiqué en plus gros – sont regroupés dans leurs espaces-temps d'interaction, des flèches indiquant les types d'interactions (Bricage, 2006). Deux exemples sont présentés :

- en haut, le récit court « Presque le Paradis », qui suit celui de « La magicienne trahie », titre

de l'album n°1 de la série *Thorgal* : les ronds pour le groupe dont fait partie le héros, les carrés pour tous les acteurs de l'environnement du groupe, ou écoexotope (Bricage, 2010, 2014c) ;

-en bas, l'album n° 26, « Le Maléfice de l'améthyste », de la série *Yoko Ysuno* : le plus gros point pour l'héroïne, les flèches pour les interactions, **intra**-groupe en noir, **inter**-groupes en vert.

4. Résultats

Tous les albums de toutes les séries ont été analysés, mais seuls quelques résultats, les plus simples à interpréter ou les plus démonstratifs visuellement, sont donnés en exemple.

4.1. L'approche systémique

Elle permet d'indiquer graphiquement, sous forme de liens orientés, la suite des interactions entre acteurs (figures 2, 3 et 4). Des stratégies périodiques peuvent structurer l'espace-temps-action global, linéaire, d'un scénario (figures 5 et 6) ou déterminer la personnalité d'un acteur (figures 6, 7, 8 et 9).

4.2. Typologie des acteurs et de leurs interactions

En suivant image après image, page après page, chaque action de chaque acteur (figures 2 et 3), on peut comparer les comportements imposés à un acteur par le scénario (figure 5). On peut ainsi mettre en évidence des comportements parallèles ou antagonistes en fonction du déroulement de l'histoire. Comme on possède une typologie de référence (tableau 1), il est possible de qualifier le comportement à long terme caractéristique d'un acteur, et ce, pour chaque acteur (figures 6, 7 et 8).

4.3. La structure de l'espace-temps d'un scénario : les mêmes causes aboutissent aux mêmes effets

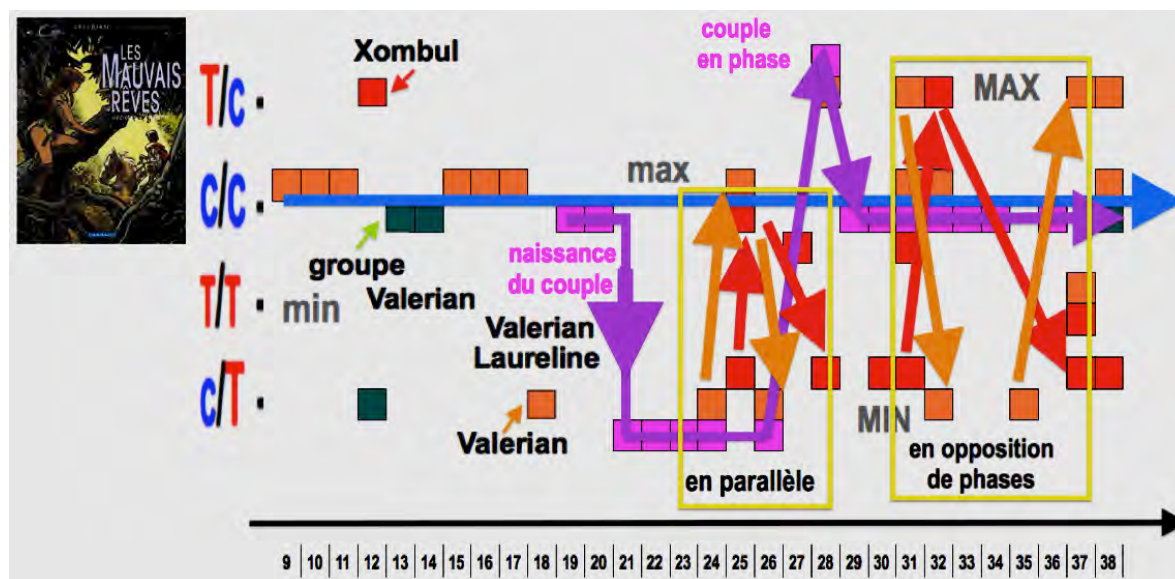
Le scénario pour un acteur peut présenter une structure temporelle qui se répète. Avec l'album *Le feu de Wotan* (figure 6), on a une situation simple, manichéenne, avec **les bons**, « **qui coopèrent toujours** », qui savent se défendre en cas d'attaque, et qui à la longue gagnent, et **les méchants**, « **qui trahissent toujours** », et qui à la longue, malgré l'escalade de la violence (figure 8), perdent.

C'est la trame typique de la série des *Yoko Tsuno* (figures 4, 5 et 6), quelle que soit la complexité du scénario. Les mêmes interactions déclenchent les mêmes suites de comportements (figures 6 et 7).

« Trahir ou coopérer ? » Les diverses stratégies des protagonistes (tableau 1) sont typiques d'une série (par exemple, la série *Yoko Tsuno* [figures 4, 5, 6 et 7], ou la série *Thorgal* [figures 4, 6 et 10], ou d'un auteur (par exemple, Christin et Mézières [figures 2, 3 et 5]).

Dans un scénario de littérature illustrée, il est possible d'être toujours méchant (tableau 1 : stratégie **MÉCHANTE**, figure 10) ou toujours gentil (tableau 1 : stratégie **GENTILLE**, figures 5, 6 et 7). C'est la façon dont apparaît la trahison (figures 8 et 9) et la façon dont elle est punie (figures 7 et 9) qui font, ou pas, l'intérêt d'un scénario. L'émergence de situations nouvelles est associée à des variantes de ces stratégies (figures 5, 8 et 10). Parmi les séries étudiées, d'une série à une autre, c'est l'escalade de la violence (figure 8), associée à l'augmentation de la fréquence des interactions, ou/et le retournement du comportement d'un acteur (figures 10 et 11), sa trahison vis-à-vis de lui-même..., qui, souvent, soutiennent l'intérêt du récit. Évidemment un scénario aura d'autant plus d'impact, qu'il sera renforcé par le graphisme des images, la force des couleurs et le poids des mots.

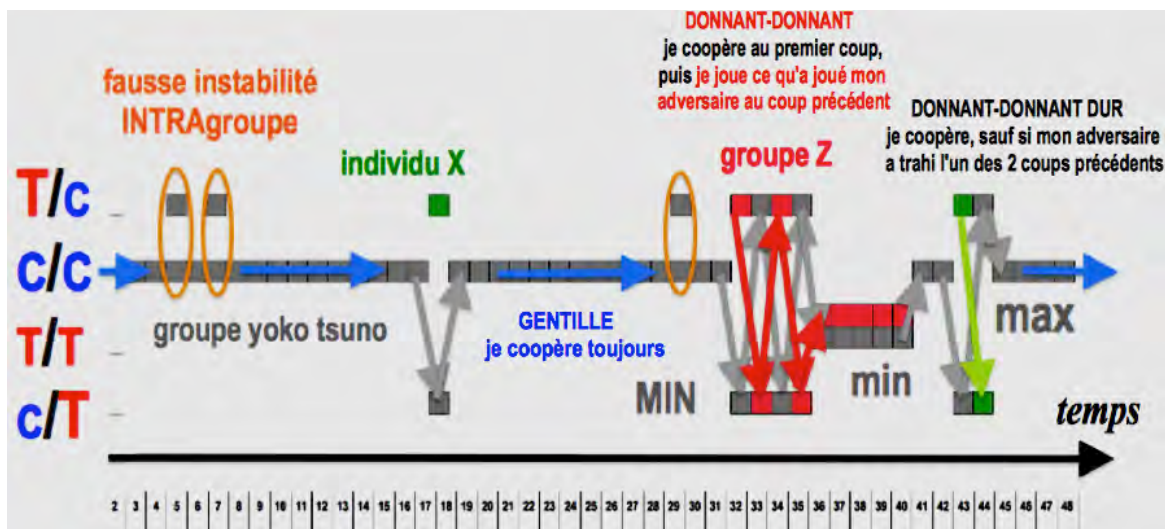
Figure 5 – Représentations et comparaison de deux scénarios complexes.



En haut : « Le Maléfice de l'améthyste » (série *Yoko Tsuno*, album n° 26).

La durée **temps** est indiquée par le numéro des pages (de 3 à 48). Le type d'interaction est classé, de la moins (c/T ou MIN) à la plus "payante" (T/c ou MAX), sans indiquer de pondération (comme en figure 1 : c/T -1, T/T 0 ou min, C/C +1 ou max, T/c +3). Chaque acteur est indiqué par une couleur (figure 2) : yoko tsuno et son groupe en gris, l'individu X en vert, le groupe Z en rouge. On décèle 3 types de stratégies (tableau 1) : **GENTILLE**, yoko tsuno n'est jamais seule (figure 3), elle appartient à un groupe, et coopère toujours, sauf accident (**fausse instabilité INTRA-groupe**). Le groupe coopère avec tout autre groupe (stratégie **GENTILLE**), sauf en réponse à une agression. Les épisodes de lutte

sont alors du type **DONNANT-DONNANT** d'abord, puis du type **DONNANT-DONNANT-DUR** (tableau 1).



(suite)

En bas : « Les mauvais rêves » (série *Valerian agent spatio-temporel*, album n° 1)

La durée **temps** est indiquée par le numéro des pages (de 9 à 38). Le type d'interaction est classé, de la moins (**c/T** ou **MIN**) à la plus payante (**T/c** ou **MAX**), sans indiquer de pondération. Chaque acteur est indiqué par une couleur (figure 2) : Valerian **en orange**, son groupe **en vert**, Xombul **en rouge**, Laureline **en violet**, ce qui permet de suivre la formation du couple Valerian/Laureline (flèche **violette**). Après la formation du couple, dans un premier temps on observe que la même stratégie est suivie, en parallèle, par Valerian puis par Xombul, avec un décalage dans le temps (flèche **orange** puis flèche **rouge**); ce qui est typique d'une stratégie **DONNANT-DONNANT** (tableau 1). Dans un second temps, leurs stratégies sont simultanées mais en opposition. Comme Yoko Tsuno, Valerian coopère toujours avec Laureline et avec son groupe : stratégie **GENTILLE** (flèche **bleue**). Les épisodes de lutte, en opposition de phases, sont aussi du type **DONNANT-DONNANT-DUR**.

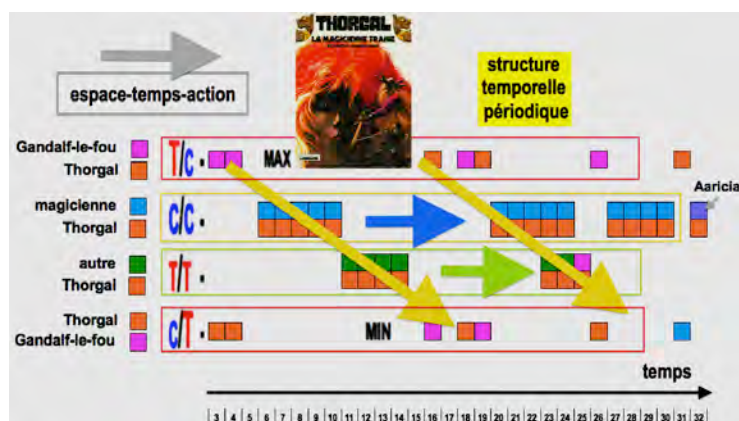
5. Discussion des résultats

Toute règle de comportement qui permet de déterminer en fonction du passé, du vécu (des pages 1 à n-1), jusqu'à l'étape (n) de prise de décision, éventuellement à l'aide de tirages au sort, s'il faut mieux coopérer ou trahir, est une stratégie (tableau 1). Une stratégie peut être bonne face à certaines et mauvaise face à d'autres, il n'y a pas de meilleure stratégie ! Mais, il a été montré que, lors de confrontations généralisées, DONNANT-DONNANT l'emporte (Axelrod, 2006).

5.1. On retrouve les différents types de stratégies propres à l'action humaine

On retrouve, dans les scénarios de littérature illustrée (dans l'imaginaire des créateurs ?), le fait que 1) les stratégies LUNATIQUE, MÉCHANTE ou MÉFIANTE sont moins performantes que la stratégie GENTILLE ; 2) la stratégie RANCUNIÈRE l'emporte sur GENTILLE (Axelrod, 2006) ; 3) la stratégie DONNANT-DONNANT-DUR (ou « le crime ne paie pas »), qui l'emporte dans les simulations sur la stratégie DONNANT-DONNANT-MOU, la suit habituellement dans les scénarios, quand la situation se durcit... ; 4) la stratégie PÉRIODIQUE-MÉCHANTE (ou « le crime organisé paie ») l'emporte sur la stratégie MAJORITÉ-MOU ; 5) la stratégie PÉRIODIQUE-MÉCHANTE suit habituellement la stratégie PÉRIODIQUE-GENTILLE quand la situation se durcit... (voir tableau 1).

Figure 6 – Exemple de structure périodique dans l'espace-temps-action d'un scénario

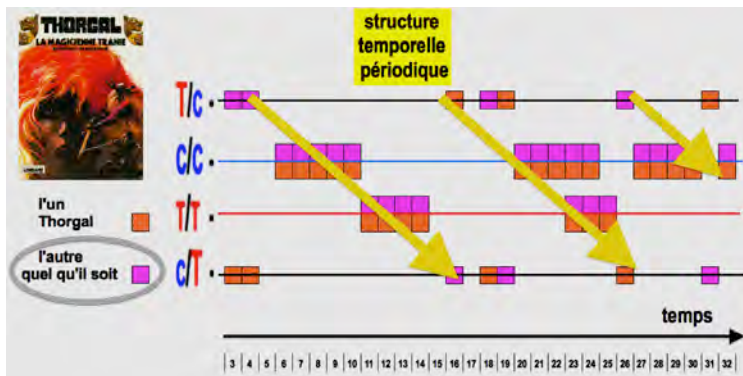


série *Yoko Tsuno*, album n° 14 « Le feu de Wotan ».

(chaque carré représente une interaction mettant en œuvre l'acteur indiqué par sa couleur)

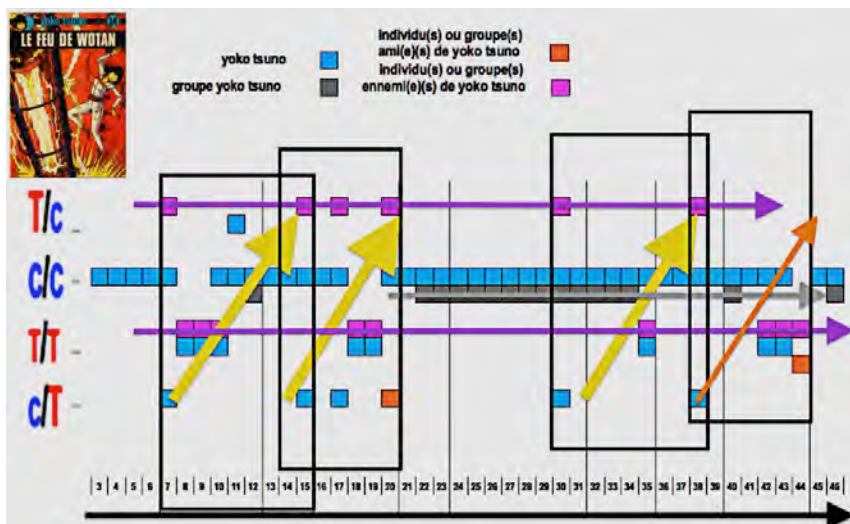
On observe des types stratégiques « simples » indépendants du moment du scénario :

- acteur **Yoko Ysuno** (carré **bleu clair**) : stratégie toujours de type **GENTILLE** (C/C), sauf si elle est agressée (voir figure 7 et suivantes) ;
- acteur **groupe Yoko Ysuno** (carré **gris**) : stratégie intra-groupe toujours de type **GENTILLE** ;
- ennemis de Yoko Ysuno** et de son groupe (carré **rouge**) : stratégie toujours de type **MÉCHANTE**.



série *Yoko Tsuno*, album n° 14 « Le feu de Wotan » (suite).

On observe une structure périodique spatio-temporelle : la même suite d'événements (flèche **jaune**), en terme d'interactions, se répète. On a à la fois **une structure linéaire globale** : -les « méchants » sont toujours méchants (flèches **violettes**) et les « bons » sont toujours bons « entre bons » (flèche **grise**), et **une structure locale** : -» *de la trahison (c/T), à la lutte (T/T) et à la victoire (T/c) grâce à la coopération (C/C)* » (flèches **jaunes**), qui se répète jusqu'à la victoire finale (flèche **orange**). On trouve la même structure dans l'album n° 15 de la série *Yoko Tsuno* (figure 7).



série *Thorgal*, album n° 1 « La magicienne trahie ».

(chaque carré représente une interaction impliquant des acteurs indiqués par une couleur)

On peut considérer un acteur indépendamment de tous les autres (ici **le héros**, Thorgal, carré **orange**), quelles que soient les interactions qu'il entretient avec eux (ici **l'autre**, quel qu'il soit, carré **rouge**).

Si on met en évidence une structure temporelle (flèche **orange**), plus ou moins complexe, qui se répète, on peut montrer qu'elle se superpose aux séquences linéaires d'interactions qui caractérisent le type de stratégie de chaque acteur, ici :

- l'acteur Gandalf « **le Fou** », « **celui qui trahit toujours et est trahit toujours** » (carré **rouge**), -
- l'acteur La Magicienne, « **celle qui coopère toujours avec le héros** » (carré **bleu**),
- les autres acteurs, « **qui sont toujours en lutte contre le héros** ».

Les structures, dans ces albums d'auteurs différents, sont en opposition de phase :

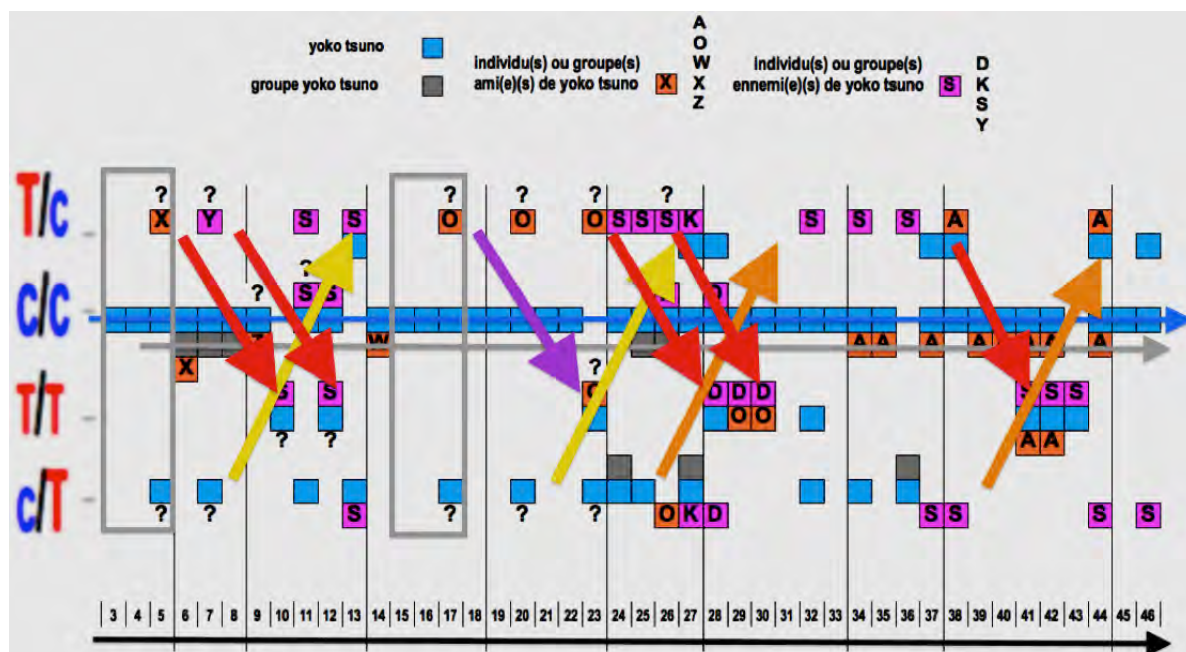
T-C-T-c (flèche **orange** du haut vers le bas) pour Thorgal, et

c-T-C-T (flèche **jaune** du bas vers le haut) pour yoko tsuno.

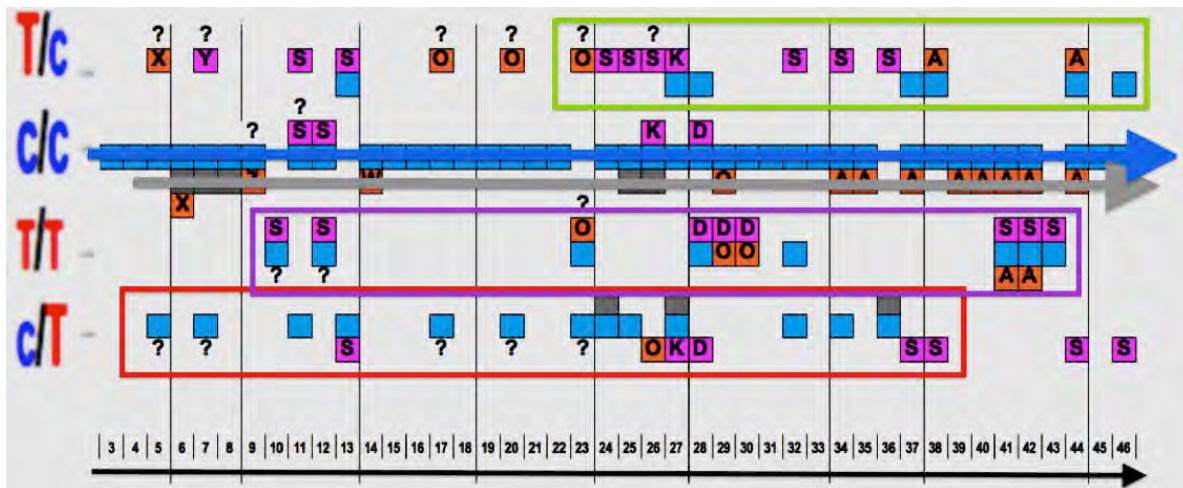
5.2. Gouvernance des choix stratégique(s) et état(s) d'équilibre : simulations et situations réelles

Dans les simulations des « situations » économiques ou sociologiques, c'est la pertinence du choix d'un modèle stratégique (figure 1, tableau 1) qui aboutit à un équilibre ou à une crise (dite systémique). Un optimum de Pareto est un état d'interaction dans lequel on ne peut pas améliorer le bien-être d'un individu sans détériorer celui d'un autre (Pareto, 1981). Dans le dilemme des prisonniers, l'interaction de « coopération simultanée » (C/C) est un optimum de Pareto. L'itération du dilemme permet la mise en place de stratégies (tableau 1) d'optimisation des gains individuels (figure 11) qui permettent, tôt ou tard, d'atteindre et de stabiliser les interactions vers cet état optimal (Bricage, 2014a).

Figure 7 – Exemple de structure fractale de l'espace-temps-action d'un scénario.



Série *Yoko Tsuno*, album n° 15 « Le canon de Kra ».



Série *Yoko Tsuno*, album n° 15 « Le canon de Kra ».

En haut (**encadrés**) la structuration linéaire, en bas (**flèches**) la structuration périodique.

Par rapport à l'album n° 14 (figure 6), le scénario met en jeu une plus grande diversité d'acteurs, avec au moins cinq acteurs (A, O, W, X, Z), individus ou groupes d'individus, amis de Yoko Tsuno et de son groupe, et au moins quatre autres acteurs (D, K, S, Y), individus ou groupes d'individus, ennemis de Yoko Tsuno et de son groupe.

En haut : linéarité de l'espace-temps-action.

La structure linéaire manichéenne, « **amis pour la vie** » ou « **ennemis pour la vie** », intra-groupe et inter-groupe (figure 6), persiste : -acteur **Yoko Tsuno**(carré **bleu** et flèche **bleue**) de stratégie toujours de type **GENTILLE** (C/C), sauf si elle est agressée, -acteur **groupe Yoko Tsuno**(carré **gris** et flèche **grise**) de stratégie intra-groupe toujours de type **GENTILLE**.

En haut : linéarité de l'espace-temps-action (suite).

On observe cependant une plus grande quantité d'interactions (augmentation du nombre des carrés, chaque carré représentant une interaction), localement (page par page) et globalement, en particulier des trahisons (encadré en **rouge**) ou des combats (encadré en **violet**).

La nouveauté, c'est l'apparition d'interactions « **masquées** », interactions pour lesquelles on ne sait pas d'emblée de quelle nature elles sont, ni de quels types en sont les acteurs (?), et la mise en place (encadré **vert**) d'une stratégie **PÉRIODIQUE-MÉCHANTE** TTC (tableau 1).

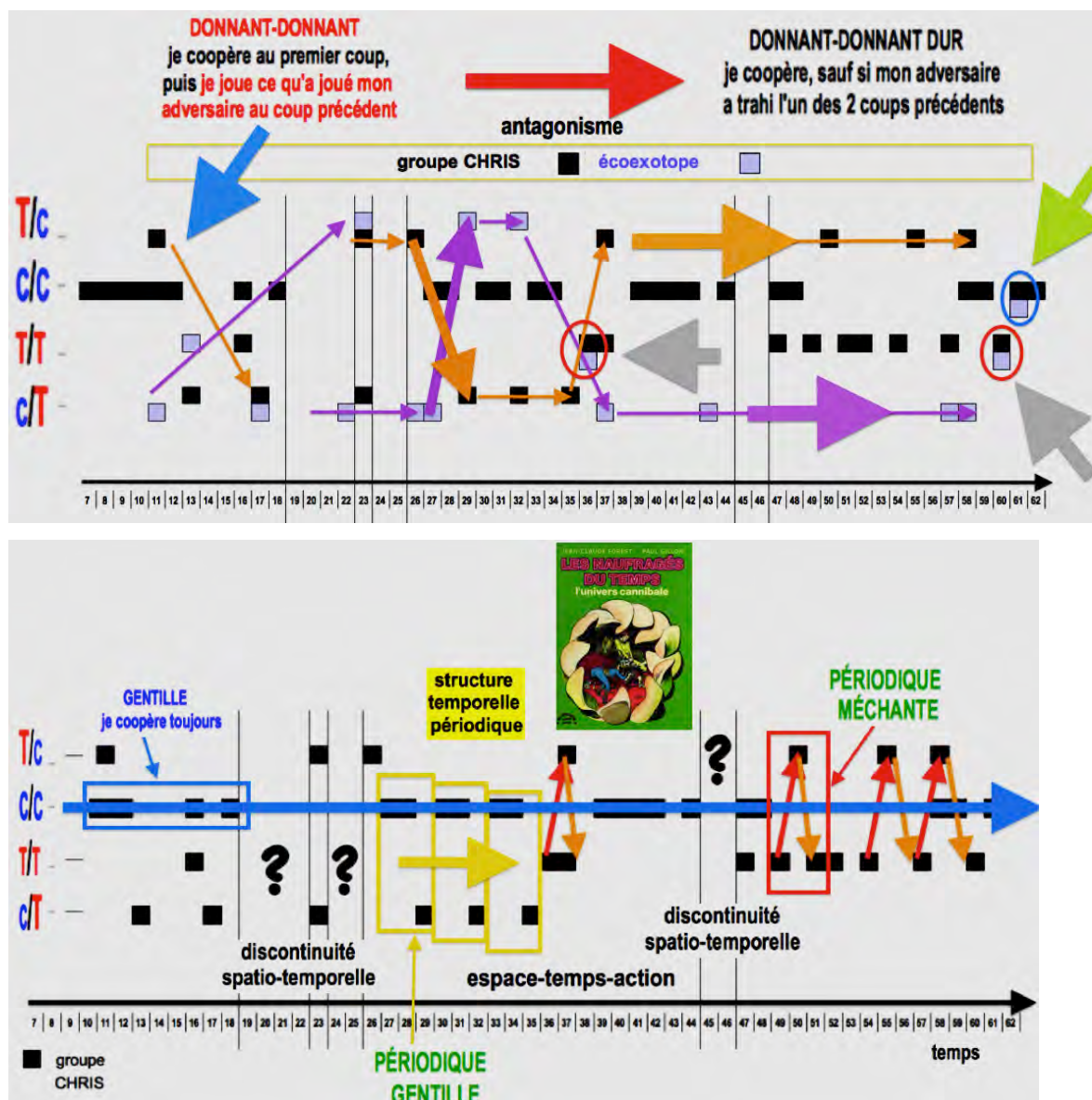
En bas : périodicité des stratégies.

Comme précédemment (album n° 14) on observe la même **structure locale** : -> **de la trahison, à la lutte et à la victoire grâce à la coopération** » (flèches **jaunes**), qui se répète jusqu'à la victoire partielle (flèche **orange**), à laquelle se superpose une autre structure locale inverse : -> **de la trahison à la lutte** » (flèche **rouge**), qui est une stratégie **PÉRIODIQUE-MÉCHANTE** nouvelle (TCT) qui se répète jusqu'à la victoire finale (flèche **orange**). En fait, un même motif « complexe » se

répète (encadré **gris**, flèches **rouges** ou **violettes** -selon les acteurs impliqués-, flèche **jaune** ou **orange** -selon les acteurs impliqués-), par juxtaposition et emboîtements, de manière fractale (Bricage, 2014a). Autre nouveauté, en cas d'agression l'acteur Yoko Tsuno met en place une stratégie **DONNANT-DONNANT-DUR**, il n'y a coopération que si le partenaire/l'adversaire n'a pas trahi lors des deux interactions précédentes, sinon il y a lutte ou trahison. La stratégie n'est plus GENTILLE naïve mais « **circonspecte et punitive** ». Tout se passe comme si (dans l'imaginaire de l'auteur ?), l'héroïne se fortifiait, devenait plus résiliente, au fil des albums et des agressions.

Les organismes vivants, qui mettent en place des processus de socialisation, résolvent le dilemme en mémorisant les comportements passés des protagonistes, comme le lecteur (l'élève, l'étudiant ou le professeur) mémorise les comportements passés des acteurs de la bande dessinée, qu'il voit et lit (ou du film, qu'il voit et entend). Ils renforcent leurs états d'équilibre en mettant en place des sanctions contre ceux qui tentent de les déplacer. On ne peut donc pas s'étonner de retrouver les stratégies correspondantes dans l'analyse des albums de littérature illustrée (figures 5, 7, 8 et 9). Le changement devient impossible si la trahison, la tentative de changement, est plus lourdement sanctionnée que ce qu'elle rapporte, si elle devient moins avantageuse que la coopération « forcée » (figure 1). L'espèce humaine a développé une aptitude à mettre en œuvre cette stratégie de non-changement ! Seule la trahison permet-elle le changement ? Mais lequel, et au bénéfice de qui ? (figure 9)

Figure 8 – Scénario complexe : stratégies juxtaposées dans l'espace-temps-action.



Album « L'univers cannibale », série *Les Naufragés du Temps*

Comme Yoko Tsuno, comme Valerian (et Laureline), le héros, Chris, coopère toujours (stratégie **GENTILLE**). Si on ne considère que les interactions impliquant le groupe du héros (en haut), on observe, comme précédemment (figure 5), un durcissement progressif des interactions, **une escalade de la violence**, de même qu'on passe d'une stratégie **DONNANT-DONNANT-MOU** à une stratégie **DONNANT-DONNANT-DUR** (figures 5 et 7), on passe de même d'une stratégie **PÉRIODIQUE-GENTILLE** à une stratégie **PÉRIODIQUE-MÉCHANTE**. Ce qui n'empêche pas une structuration temporelle périodique des actions (encadré **jaune**) et des phases d'incertitude (?) ou de rupture spatio-temporelle (figure 7).

Si l'on considère simultanément les interactions du groupe auquel appartient le héros CHRIS avec tous les acteurs de son écoexotopie de survie (figure 9), on trouve de même que précédemment (figures 5 et 7), et en superposition ici, des stratégies en opposition de phase (flèches **orange** et

violette), caractérisant l'**ago-antagonisme** entre les acteurs et indiquant **une escalade de la violence** typique du passage d'une stratégie **DONNANT-DONNANT-MOU** à une stratégie **DONNANT-DONNANT-DUR** (tableau 1).

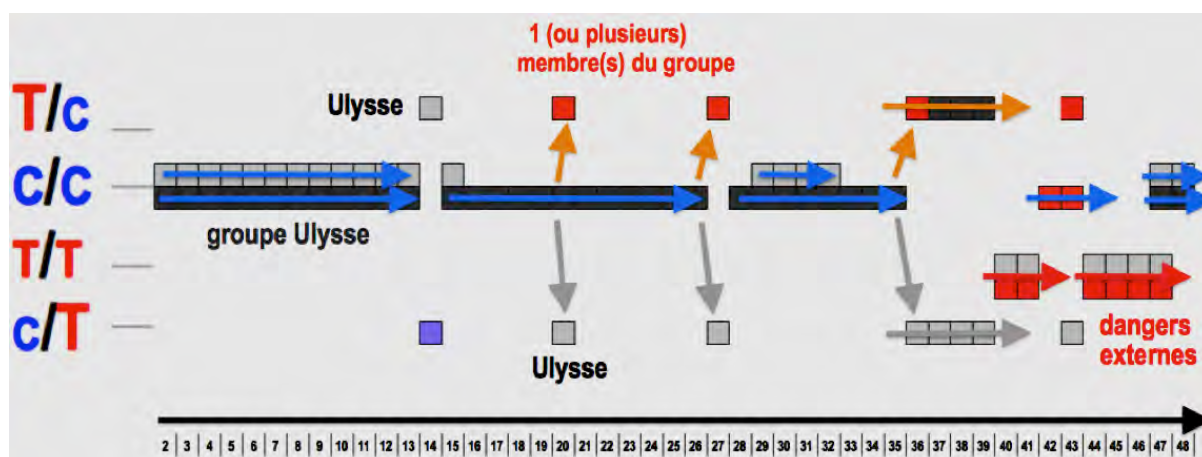
L'intérêt d'un scénario réside aussi, voire surtout, dans les changements, les péripéties de l'histoire. C'est ce qui explique la structuration spatiale et temporelle (figures 6 et 10) des scénarios qui sont les plus passionnants (?), car les plus inattendus (?), ceux qui permettent le changement, le retournement d'une situation (figures 7, 8 et 10). Dans la théorie des jeux, l'équilibre de Nash est une solution dans laquelle l'ensemble des choix faits par plusieurs protagonistes (ils peuvent être plus de deux), qui connaissent leurs stratégies réciproques (ce n'est pas le cas dans le dilemme du prisonnier, sauf s'il est itéré), est devenu stable du fait qu'aucun ne peut modifier seul sa stratégie sans affaiblir sa position personnelle (Nash, 1951), ce qui correspond à l'interaction de « double trahison » (T/T), du dilemme non-itéré (figure 1) !

5.3. Le chemin se construit en cheminant

Le récit de *l'Odyssée* a toujours du succès car ses thèmes sont propres à la nature humaine, indépendamment des modes et des civilisations. La série télévisuelle *Ulysse 31* est régulièrement rediffusée (une autre série d'Ulysse et de l'Odyssée, *Odyseus*, a été rediffusée, en France, sur la chaîne Gulli, en 2011). Avec les quatre romans *Odysey* d'Arthur C. Clarke parus entre 1968 et 1997, d'autres « Odyssées » sont nées, avec succès, en roman puis en film (le plus célèbre étant *2001 L'Odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick), et en bandes dessinées. Cela justifie le choix du corpus :

- la saga pseudo-moyenâgeuse de *Thorgal*, transposition scandinave romancée du mythe d'Ulysse et de l'Odyssée, est utilisable au collège ;
- la saga, plus ancienne, initialement en noir et blanc, des *Naufraags du temps*, une Odyssée futuriste comme celle d'*Ulysse 31*, dans laquelle le héros est à la fois accompagné et à la recherche de deux « Pénélope », est utilisable au lycée et à l'université ;
- les deux odyssées multi-temporelles de *Valerian agent spatio-temporel* et de *Yoko Tsuno* (avec un « Ulysse féminin », qui ne recherche pas sa Pénélope, et qui chemine pour le plaisir de cheminer, et avec une « Pénélope masculine » qui suit...) sont utilisables de l'école primaire à l'université.

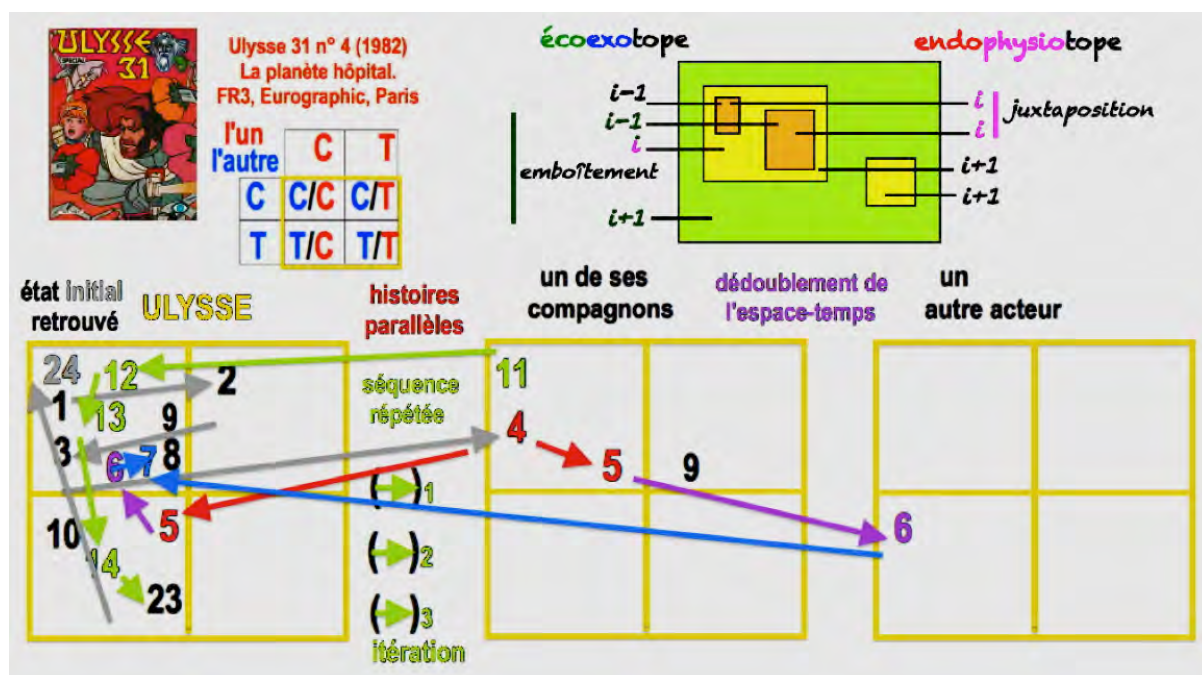
Figure 9 – Stratégies juxtaposées dans l'espace-temps-action d'un scénario complexe : dynamique de la confiance ou de la lutte.



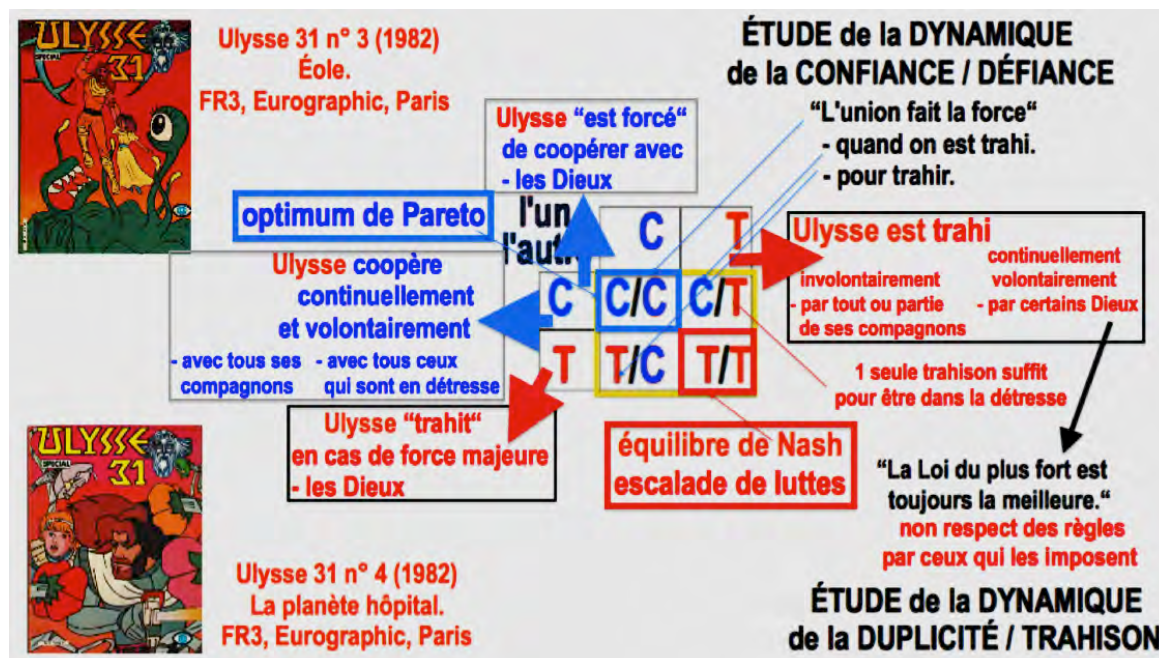
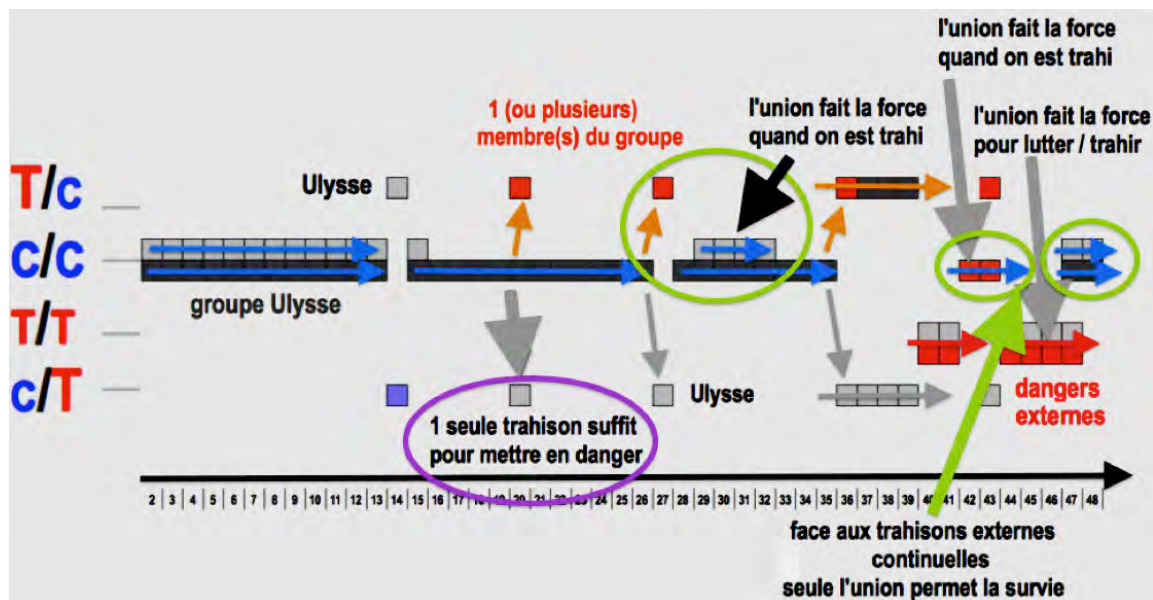
« Éole », album n° 3, « La planète hôpital », album n° 4, série *Ulysse 31*

Ci-dessus: **représentation systémique** (endophysiotope : espace-temps interne de fonctionnement d'un groupe d'acteurs en interactions, écoexotope : espace-temps externe d'habitation et d'interaction avec d'autres acteurs ou groupes d'acteurs) (figures 2 et 4).

Ci-dessous: représentation séquentielle des interactions entre acteurs (décours temporel du scénario (figures 2 et 3)).



Ci-dessous: **représentation graphique** du dilemme itéré (figure 5), en ne considérant que le héros (Ulysse) et ses interactions internes (avec son groupe, endophysiotope) et externes (face aux dangers externes de l'écoexotope de survie) (Bricage, 2010, 2014c).



Ci-dessus: On peut étudier la dynamique de la confiance ou de la motivation, à partir de l'un ou l'autre des albums, en s'intéressant aux interactions entre Ulysse et ses compagnons. Ulysse coopère toujours (**C/C**, stratégie **GENTILLE**), volontairement (c'est sa nature, son « type »), ou involontairement (optimum de Pareto « forcé »), car **l'union fait la force**, non seulement quand on est trahi (**C/T**) mais aussi, pour se défendre ou attaquer, pour trahir (**T/C**). Avec l'escalade des luttes (figures 5 et 7) on atteint l'équilibre de Nash (**T/T**). Ulysse ne trahit qu'en cas de force majeure (de « **légitime défense** »). Les interactions entre les compagnons ou avec les Dieux permettent d'étudier la dynamique de la duplicité : « **la loi du plus fort est toujours la meilleure** » (stratégie **MÉCHANTE**). En bas : émergence des lois fonctionnelles gouvernant le scénario, compte tenu des stratégies potentielles (tableau 1) observées.

Cette diversité de choix permet de donner l'initiative du choix à l'élève et de mettre en place des travaux comparatifs, d'analyse en petits groupes, voire de reconstruction d'un scénario de bande dessinée : « *L'imagination est plus importante que le savoir* » (Einstein). L'ordre des « sentiments » n'a pas d'importance, ce qui compte, c'est leur mise en œuvre théâtrale, le scénario ! Les 26 épisodes de la série *Ulysse 31* (film ou fascicule papier) permettent d'illustrer des notions d'éthique et d'étudier la dynamique de la confiance (figure 9). On retrouve la notion systémique de « mise en abyme » (Bricage, 2014b). (On peut voir la dynamique du film et travailler sur les instantanés des vignettes.)

5.4. Mais, la réalité des systèmes vivants est toute autre

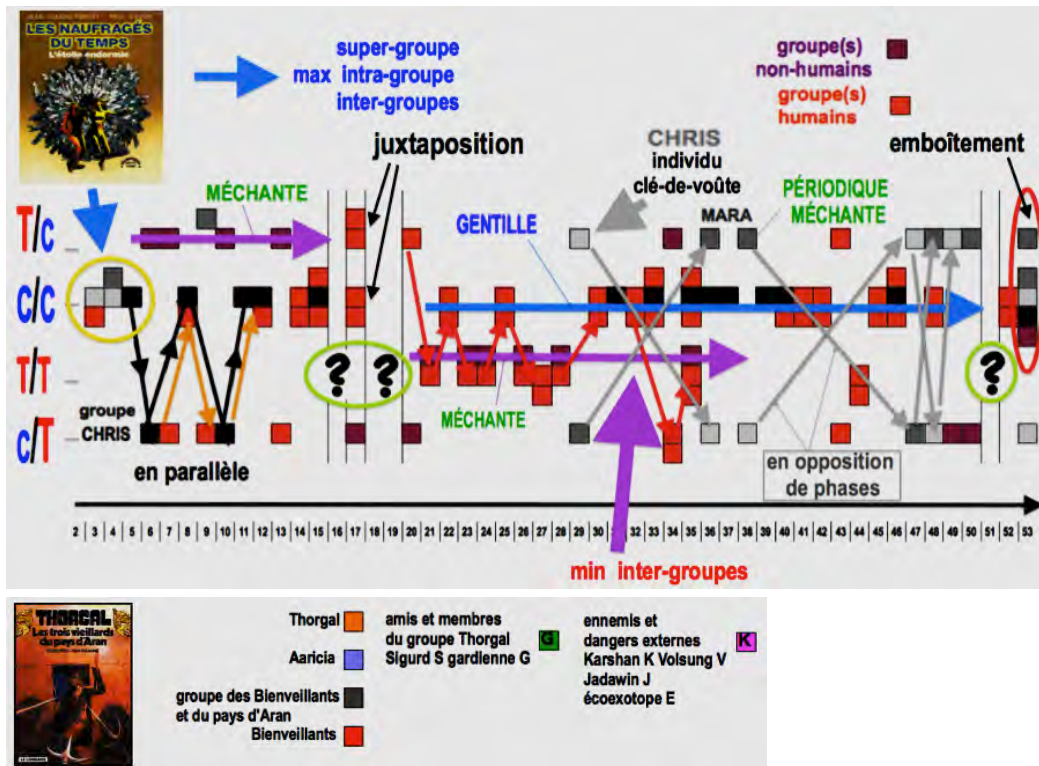
Ce ne sont ni la stratégie **GENTILLE** ni les interactions **gagnant-gagnant** (figure 1) qui l'emportent au cours de l'évolution du vivant, même si ce sont des étapes. Seule la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés (ARMSADA)ⁱⁱ permet l'émergence de nouveaux plans d'organisation (Bricage, 2014c). Cette approche du dilemme des prisonniers peut être utilisée pour illustrer le fait que **la violence** est omniprésente partout dans la nature (figures 8 et 9), au sein d'un niveau d'organisation et entre niveaux d'organisation (ce qu'on peut montrer avec d'autres séries, plus violentes que celles choisies ici), et qu'« **il n'y a jamais d'avantage(s) sans inconvénient(s)** » (figure 1). Dans une association tout ce qui est un avantage pour l'un des partenaires est un inconvénient pour les autres et réciproquement. La mise en place d'une Association for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages (ARMSADA) émerge d'une **rupture dans l'escalade de la violence entre acteurs antagonistes**. La juxtaposition et l'emboîtement de niveaux d'organisation pré-existants (*E PLURIBUS UNUM*) permet un contrôle des dangers internes et externes, ce qui rend plus dépendants les partenaires (*IN VARIETATE CONCORDIA*) mais plus indépendant leur tout (UN POUR TOUS TOUS POUR UN). Ni la compétition, ni la violence, ne sont marginales dans la nature, elles sont des processus qui doivent être dépassés tôt ou tard par la mise en place d'une ARMSADA, dont l'émergence obéit à des processus agoantagonistes (Bricage, 2014c) conciliant violence, compétition, trahison et coopération. Ce qu'on peut observer dans certains scénarios (figure 10), et approfondir avec d'autres séries.

5.5. De l'imaginaire à l'éthique et à la motivation

En mesurant la fréquence des interactions d'un acteur avec chacun des autres acteurs, en caractérisant graphiquement la ou les stratégies (tableau 1) mises en œuvre au cours d'une histoire (figure 9) et d'un album à l'autre (figures 6, 10, 11 et 12), l'approche systémique renseigne, indirectement, sur l'imaginaire et l'éthique des auteurs et des lecteurs. La connaissance de cet imaginaire peut être une

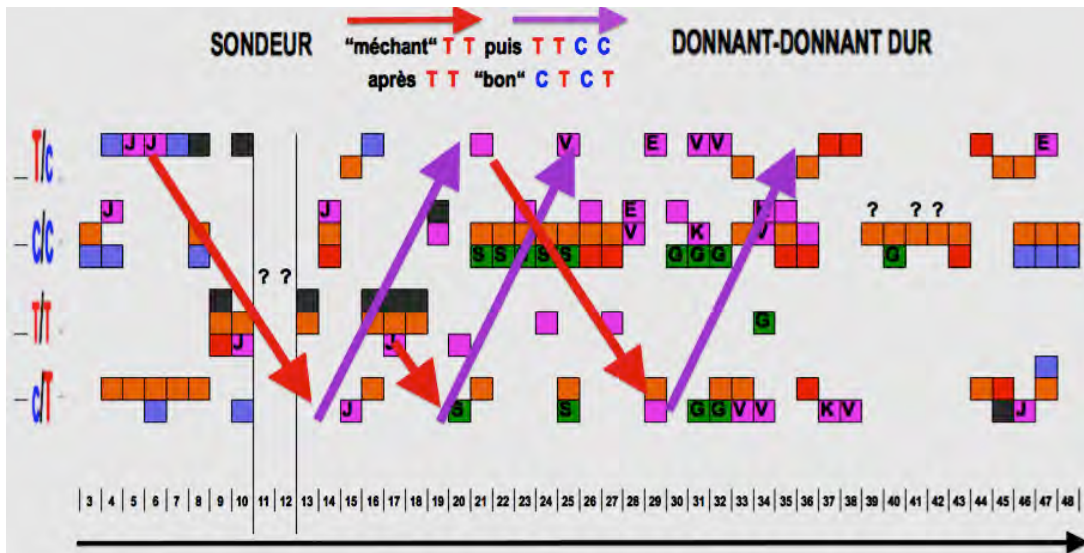
aide pour mettre en œuvre un processus de motivation de l'élève ou de l'étudiant (Bricage, 2006, 2010). Avec des scénarios simples (figures 2, 3, 4 et 5), il doit être possible d'intéresser, de façon concrète, grâce à la littérature illustrée, des élèves de primaire, et même, avec des scénarios plus complexes (figures 9, 10 et 11), des étudiants en biologie, en économie, en littérature ou en sociologie.

Figure 10 – Stratégies juxtaposées dans l'espace-temps-action d'un scénario complexe.



Ci-dessus: série *Thorgal*, album « Les trois vieillards du Pays d'Aran ».

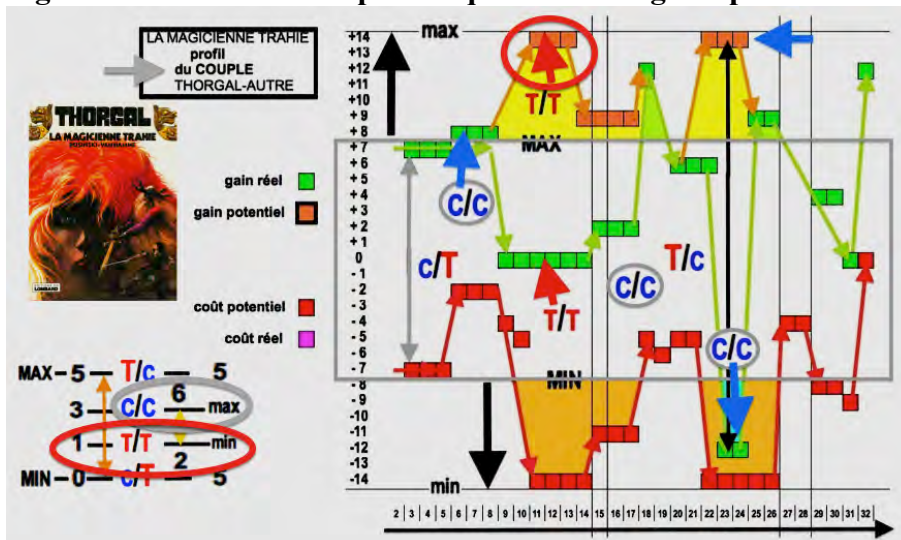
Mise en évidence d'une stratégie **SONDEUR** (flèche rouge) puis d'une stratégie **DONNANT-DONNANT-DUR** (flèche violette).



Ci-dessus: série *Les naufragés du temps*, album n°1, « L'étoile endormie ». (Noir et Blanc)

Mise en évidence d'une succession de stratégies **MÉCHANTE**, **MÉCHANTE**, **GENTILLE**, **PÉRIODIQUE-MÉCHANTE**, juxtaposées et emboîtées, en oppositions ou en parallèle. Mise en évidence du héros, individu « clé-de-voûte » (Bricage, 2014a), vers lequel et à partir duquel se mettent en place toutes les interactions (voir figure 9).

Figure 11 – Trahir ou coopérer : quels coûts et gains potentiels ?



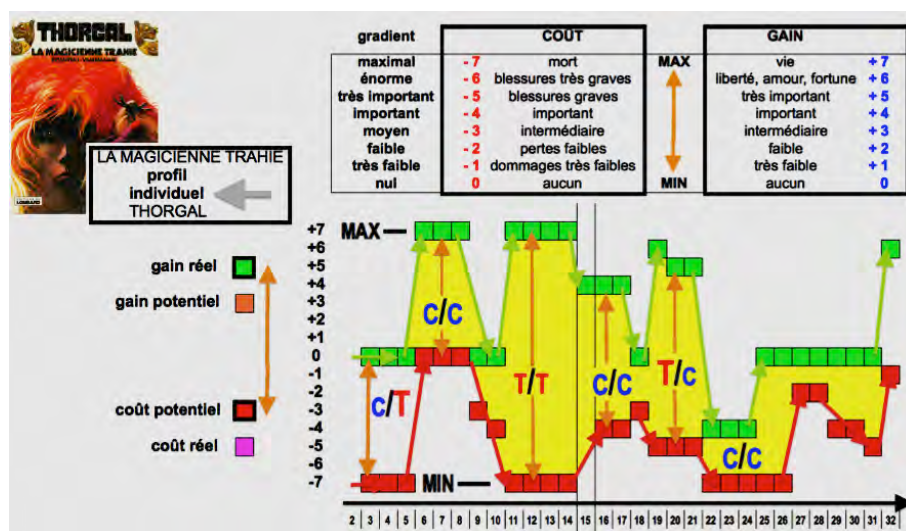
Série *Thorgal*, album n° 1 « La magicienne trahie » (figure 6).

Ci-dessus: coûts potentiels et gains réels, pour un acteur.

On peut décider de construire une échelle (forcément arbitraire), continue (graduelle), des coûts et des gains potentiels d'une situation (coûts et gains estimés *a priori*, compte tenu de l'action en cours, ici de 0 à +7 **MAX**), et, de même, une échelle (également forcément arbitraire), continue (graduelle), des coûts et des gains potentiels d'une situation (coûts et gains obtenus *a posteriori*, compte tenu du résultat de l'action en cours, ici de 0 à -7 **MIN**). Ce qui permet de comparer le gain réel (carré **vert**) d'une situation d'interaction à une autre (**T/c**, **C/c**, **T/T** ou **c/T**), rapporté à son coût potentiel (carré

rouge). Plus l'écart est grand (double flèche **orange**, ici il varie donc de -7 à +7), plus le jeu en vaut la chandelle !

La surface en **jaune** représente l'intérêt (en terme ludique), le rendement (en terme économique), de la situation pour un acteur (et pour un lecteur ?). Contrairement à la pondération du dilemme du prisonnier, la double trahison (**T/T**), la lutte, le combat à mort, comme la trahison simple (**T/c**), dans un scénario de bande dessinée, peuvent rapporter beaucoup plus que la coopération (**C/C**).



Ci-dessus: comparaison du gain réel au potentiel, pour un couple d'acteurs en interaction.

Dans ce cas, l'étendue de l'échelle est double (figure 1), ici de -14 (**min** le double du coût le plus élevé pour chacun) à +14 (**max** le double du gain le plus élevé pour chacun). Si, potentiellement (gain potentiel : carré **orange**), la double trahison (**T/T**) peut rapporter beaucoup plus (jusqu'à +14), le plus souvent c'est la double coopération (**C/C**), qui, tôt ou tard, rapporte effectivement le plus, mais ce n'est pas une règle. Avec un autre auteur ou une autre série, les gains et les coûts seraient différents de ceux de cet exemple.

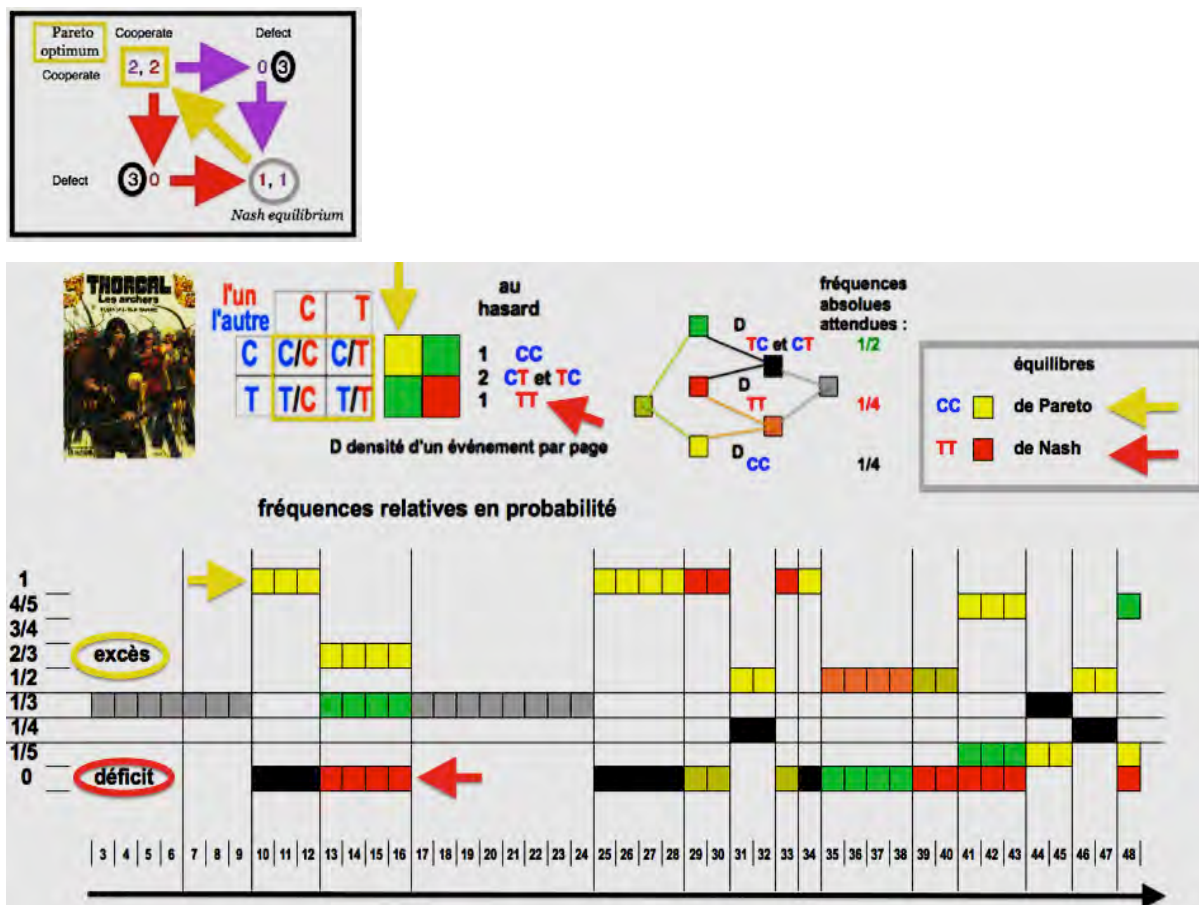
Avec des scénarios plus complexes, avec des enseignants formés en littérature illustrée ou/et en informatique appliquée (figures 10, 11 et 12), il serait intéressant de tester la démarche afin de la rendre opérationnelle pour la mise en œuvre d'une connaissance transdisciplinaire (figure 9).

L'incitation à tricher, comme dans la vie réelle (?), dépend d'abord du gain potentiel plus que du coût de sa mise œuvre, plus que de la menace de punition ou du gain réel (figures 11 et 12). Souvent la coopération est posée à l'avance (figures 6, 7 et 9). Elle n'émerge que rarement au cours du récit (figures 5 et 8). Quantifier les gains possibles en fonction du coût de l'investissement nécessaire pour les obtenir (figure 11) n'est habituellement pas fait dans le cadre du modèle du dilemme des

prisonniers (figure 1). Mais cela peut être fait avec l'analyse systémique d'ouvrages de littérature illustrée (figure 11). Peut-être est-ce une voie d'application possible en sociologie, en sciences économiques et en informatique appliquée – pour montrer que ce modèle ne conduit pas spontanément à un état d'équilibre (équilibre de Nashⁱⁱⁱ, optimum de Pareto) – et ouvrir aux jeux d'économie expérimentale basés non plus sur la rationalité des joueurs, mais sur l'imaginaire des acteurs.

La bande dessinée (ou le film) est un système vivant « ouvert » et, même s'il est virtuel, comme pour tout système vivant, le résultat final de l'histoire (d'un album ou d'une série d'albums), son évolution, dépendent de l'ago-antagonisme entre les personnages, voire entre les auteurs (?), voire... entre le lecteur et le scénario, dans le cas d'une bande dessinée interactive (Terpant, Tota, Headline et Salvetti, 1988), ouvrage dont la construction, par l'élève ou l'étudiant, peut être un objectif pédagogique.

Figure 12 – Étude de la probabilité d'une situation dans un scénario complexe.



(série *Thoréal* album « Les archers ») : équilibre de Nash et optimum de Pareto.

En haut : équilibre de Nash et optimum de Pareto du dilemme des prisonniers.

Au milieu : équiprobabilités théoriques des situations d'interaction.

C/C (flèche et carré jaunes) optimum de Pareto, **T/T** (flèche et carré rouges) équilibre de Nash, ou **C/T ou T/C** : 1 chance sur 4, si les situations sont tirées au sort ! Le diagramme de passage d'une

situation à une autre, sur une même page, indique des « mélanges » de situations (couleurs intermédiaires).

En bas : fréquences relatives réelles de chaque situation d'interaction.

Par rapport aux 3 types d'interactions fondamentales, si on regroupe **c/T et T/c** (carré **vert**), chacune de probabilité **1/3**, certaines situations sont de fait plus fréquentes (en **excès**, probabilité réelle supérieure à 1/3) ou moins fréquentes (probabilité réelle inférieure à **1/4**) dans le scénario. Pour ce scénario on observe un **déficit** des situations de trahison et une accumulation, un excès, de situations de coopération (stratégie **GENTILLE**).

6. Conclusion

Le modèle du « dilemme des prisonniers » (figure 1), itéré (figures 2 et 3), permet d'analyser, « pas à pas », la trame du scénario d'une bande dessinée (ou d'un film). Quelle que soit la situation, quel que soit le nombre des protagonistes, chaque acteur peut être considéré séparément (figures 2, 9 et 11) et toutes ses interactions (tableau 1) peuvent être prises en compte localement (figures 2, 3 et 4) ou globalement (figure 11). La méthode permet d'éditer « le profil de jeu » d'un acteur (exemple : figures 5, 6 et 7, celui de Yoko Tsuno), et d'associer certains ouvrages, certains scénarios, certains types de comportements, appréciés inconsciemment ou non, à certains types de lecteurs.

L'ouvrage de littérature illustrée est un moyen d'intéresser l'élève, ou l'étudiant, en lui permettant de choisir, comme sujet d'étude, la série qu'il connaît le mieux ou l'auteur qu'il apprécie le plus. L'utilisation du modèle du dilemme du prisonnier est un moyen de lui faire mettre en œuvre une démarche, motivante et formatrice, à la fois artistique, littéraire et scientifique (figures 11 et 12), systémique, qu'il pourra réinvestir dans de nombreux contextes pluridisciplinaires.

Références

Axelrod, R. (1997). *The complexity of cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Axelrod, R. (2006). *The Evolution of Cooperation*. USA: Perseus Books Group.

Beaufils, B. (2009). *Modèles et simulations informatiques des problèmes de coopération entre agents* (thèse de doctorat non publiée). Université de Lille, France.

Bouchard, J., Marier, A., Lenoir, M. et Belzile, B. (2014). *La valorisation des programmes en éducation : une révision payante*. Montréal, Canada : Fédération Etudiante Universitaire du Québec. Récupéré [le 15 novembre 2014] de <http://feuq.qc.ca/revisiondesprogrammes>

Bricage, P. (1978). L'exploitation des procédés d'enseignement et des techniques éducatives en sciences naturelles. 3. Le bilan des comportements : connaissance des élèves et évaluation de l'action d'éducation. *Bull. A.A.S.N.S., Dakar, Sénégal*, 61, 13-25 et 62, 21-34.

Bricage, P. (1981). *Guide pour l'Enseignement de la Biologie dans les Ecoles Africaines*. Paris, France : UNESCO.

Bricage, P. (1993). Quelle pédagogie pour quelle formation ? *Bull. AAE ENS*, 2, 45-71.

Bricage, P. (dir.). (2006). *Pédagogie de la Gouvernance & Gouvernance de la Pédagogie*, Journées AFSCET, Pau, France, Fac. Sciences, UPPA, p. 50, 1-15. Récupéré de <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

Bricage, P. (2010). Thinking & Teaching Systemics: Bio-Systemics. Dans J. Gu et J. Xu (dir.), *Higher Education. IASCYS Proceeding* (p.1-14). Chengdu, Chine: Université du Sichuan.

Bricage, P. (2011). Homère « systémicien sans le savoir ? ». Approche systémique d'un "système de systèmes" : l'Odyssée. *Journées nationales annuelles de l'AFSCET à Andé, France*. Récupéré [le 15 novembre 2014] de <http://www.afscet.asso.fr/Ande11/pbOdysseeText.pdf>

Bricage, P. (2013). What basic education and which accompaniment for which training in sciences and technologies? Learning of scientific language and experimental design: what, why, when and how? Dans *IRDO international conference on Social Responsibility*. Récupéré du site de l'auteur : http://bricage.perso.univ-pau.fr/pb_Maribor_2013_TEXT.pdf

Bricage, P. (2014a). Ago-antagonisme et "dilemme itéré des prisonniers". Hommage à Elie Bernard-Weil. *Journées nationales annuelles de l'AFSCET à Andé, France*. Récupéré de <http://www.afscet.asso.fr/Ande14/pbEBWafscet2014.pdf>

Bricage, P. (2014b). Utilisation d'un corpus de bandes dessinées pour approcher transdisciplinairement la culture Grecque et initier l'élève à l'approche systémique. Dans J. Gallego (dir.), *La Bande Dessinée Historique* (p.87-94). Pau, France : Presses de l'UPPA.

Bricage, P. (2014c). Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages (ARMSADA) -A Fruitful Predictive Paradigm-. *Systema*, 2(2), 43-60.

Collectif Anonyme (2013). *The Prisoner's Dilemma Game Theory*. Dans *Classroom Adventures in Mathematics*. Récupéré de http://mathplus.math.utoronto.ca/home/caim_12/Game-Theory-Prisoners-

Cusson, T. et Engle-Warnick, J. (2013). *Observing the Strategies Subjects Identify from Choice Data in a Repeated Prisoner's Dilemma*. Récupéré du site de CIRANO : <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2013s-26.pdf>.

Delahaye, J.-P. (2014). Le dilemme du prisonnier et l'illusion de l'extorsion. *Pour La Science*, 435, 78-83.

Delahaye, J.-P. et Mathieu, Ph. (1996). Le monde agité de la coopération. *Pour La Science*, 227, 100-104.

Demers, G. (2014). *Rapport sur l'offre de formation collégiale*. Québec, Canada : Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de la Science.

Doebeli, M. et Hauert, C. (2005). Models of cooperation based on the Prisoner's Dilemma and the Snowdrift game. *Ecology Letters*, 8, 748-766.

Dorat, R. (2009). *Répartition spatiale en théorie des jeux évolutionnaires* (thèse de doctorat non publiée). Université de Lille, France.

Frick, T. et Schuster, S. (2003). An example of the prisoner's dilemma game in biochemistry. *Naturwissenschaften*, 90, 327-331.

Gosselin, J. et Gagné, A. (2014). *Une stratégie d'évaluation inclusive visant à promouvoir la participation et l'apprentissage des étudiants dans les cours de premier cycle*. Toronto, Canada : Conseil Ontarien de la Qualité de l'Enseignement Supérieur.

Guergerian, S. (1997). La littérature de jeunesse. Un élément déclencheur d'intégration des matières. *Québec Français*, 104, 57-61.

Hirsh, J.B. et Peterson, J.B. (2009). Extraversion, neuroticism, and the prisoner's dilemma. *Personality and Individual Differences*, 46, 254-256.

Hughes, R. (2007). A "Modified Prisoners' Dilemma" Approach to Progress in the World Trade Organization's Agricultural Trade Negotiations. *Issues in Political Economy*, 16, 1-20.

Lamoureux, S.A, Daoust, J.-L., Bourdages, J., Vignola, M.-J. et Malette, A. (2014). *Favoriser l'accroissement des compétences en littératie en français au niveau universitaire et promouvoir la réussite des études dans toutes les disciplines : Une étude de cas*. Récupéré du site du Conseil Ontarien de la Qualité de l'Enseignement Supérieur : <http://www.heqco.ca/SiteCollectionDocuments/University%20Literacy%20UOttawa%20FR.pdf>

Lebel-Racine, M. (2012). *Diplomatie climatique : La société civile latino-américaine à la rescousse d'une coopération internationale en panne ?* Québec, Canada : Institut Québécois des Hautes Études Internationales, Université de Laval.

Martel, V. (2011). La Bande Dessinée en classe de « sciences humaines » ou approcher l'histoire par la complémentarité texte-image. *Vivre Le Primaire*, 24(3), 46-49.

Martel, V. (2012). Approcher l'univers social grâce à l'apport complémentaire des ouvrages documentaires et des œuvres de fiction. *Vivre le primaire*, 25(1), 43-44.

Margolis, H. (1982). *Selfishness, Altruism and Rationality: A Theory of Social Choice*. Cambridge, MA : University Press.

Murray, J. (2013). *Rééquilibrer l'ordre économique international*. The Peterson Institute for International Economics. Exposé présenté au Colloque "La guerre des monnaies : les réalités économiques, les réactions des institutions et le programme du G20. Récupéré de <http://www.banqueducanada.ca/wp-content/uploads/2013/04/expose-020413.pdf>

Nash, J. (1951). Non Cooperative Games. *Annals of Mathematics*, 54, 286-295.

Pareto, V. (1981). *Manuel d'économie politique*. Genève, Suisse : Librairie Droz.

Plous, S. (1993). The Nuclear Arms Race: Prisoner's Dilemma or Perceptual Dilemma? *Journal of Peace Research*, 30(2), 163-179.

Roy, M. et Poirier-Grenier, H.-O. (2014). *Consultation sur la science et la technologie*. Fédération Québécoise des Professeurs et Professeurs d'Université & Industrie du Canada. Récupéré de http://www.fqppu.org/assets/files/bibliotheque/prises_de_position/memoire_et_avis/2014/Memoire_Consultation%20federal_science techno.pdf

Sanchez-Palencia, E. (2013). *Le dilemme du prisonnier revisité et la méthode dialectique*. Récupéré du site de l'Institut de France/Académie des sciences : http://www.academie-sciences.fr/activite/hds/textes/lpa_Sanchez1.pdf

Terpant, J., Tota, C., Headline, D. et Salvetti, S. (1988). *La Citadelle pourpre*. BD interactive (101 sous-scénarios). Paris, France : Delcourt Productions.

Thibert-Plante, X. (2005). *Évolution de la coopération au sein d'une population dans un environnement spatial* (mémoire de maîtrise non publié). Université Montréal, Canada.

Thibert-Plante, X. et Charbonneau, P. (2007). Crossover and Evolutionary Stability in the Prisoner's Dilemma. *Evolutionary Computation*, 15(3), 321-344.

Wang, Zh., Szolnoki, A. et Perc, M. (2014). Rewarding evolutionary fitness with links between populations promotes cooperation. *Journal of Theoretical Biology*, 349, 50-56.

Wasmer, E. (2010). *Théorie des jeux : concepts fondamentaux*. Dans *Principes de microéconomie* (p. 359-371). Paris, France : Pearson Education.

Médiagraphie et bibliographie des œuvres citées dans le texte

Chalopin, J., Wolmark, N. et Suzuki, Y. (1981-1982). *Ulysse 31*, Série télévisuelle en 26 films d'animation de 24 minutes, Co-production franco-japonaise. Paris, France : DIC-TMS, FR3.

Clarke, A. C. (1968-1997), *Odyssey.*, 4 tomes (*2001: A Space Odyssey.*, *2010: Odyssey Two.*, *2061: Odyssey Three.*, *3001: The Final Odyssey.*). Londres, Royaume-Uni: Granada Publishing Ltd, Panther Books.

Drouet, M.-L., Regestre, B. et Scasso, C. (2002). *Odysseus. (Mission Odyssée.)*, Série télévisuelle en 26 films d'animation de 25 minutes, Co-production franco-allemande, Berlin, Allemagne-Paris, France : BAF GmbH-Marathon Media.

Forest, J.-C. et Gillon, P. (1974-1989). *Les naufragés du temps*, Série de 10 albums, Paris, France : Les Humanoïdes Associés, Hachette.

Forest, J.-C. et Gillon, P. (1974). *L'étoile endormie. Les naufragés du temps, n°1*. Paris, France : Les Humanoïdes Associés, Hachette, Paris.

Forest, J.-C. et Gillon, P. (1974). *L'univers cannibale. Les naufragés du temps, n°4*. Paris, France : Les Humanoïdes Associés, Hachette.

Kubrick, S. (1968). *2001, L'Odyssée de l'espace.*, film, 2h21min. Los Angeles, CA, New York, NY: Metro-Goldwin-Mayer Inc.

Leloup, R. (1972-2012). *Yoko Tsuno.*, Série de 26 albums. Paris, France : Dupuis.

Leloup, R. (1984). *Le feu de Wotan. Yoko Tsuno, n°14*. Paris, France : Dupuis. Montréal.

Leloup, R. (1985). *Le canon de Kra. Yoko Tsuno, n°15*. Paris, France : Dupuis.

Leloup, R. (2012). *Le maléfice de l'améthyste. Yoko Tsuno n°26*. Paris, France : Dupuis.

Lob, J. et Pichard, G. (1981). *Ulysse*. Paris, France : Glénat.

Mézières, J.-C. et Christin, P. (1971-2010). *Valerian agent spatio-temporel.*, Série de 21 albums,. Paris, France : Dargaud, Paris.

Mézières, J.-C. et Christin, P. (1983). Baroudeurs de l'espace. Dans *Mézières et Christin avec...*, Valerian agent spatio-temporel, n°0 (p. 53-60), Paris, France : Dargaud.

Mézières, J.-C. et Christin, P. (1983). Les mauvais rêves. Dans *Mézières et Christin avec...*, Valerian agent spatio-temporel, n°0 (p. 9-38). Paris, France : Dargaud.

Mézières, J.-C. et Christin, P. (1983). Retour à la nature. Dans *Mézières et Christin avec...*, Valerian agent spatio-temporel, n°0 (p. 68-75). Paris, France : Dargaud.

Rosinski, G. et Van Hamme, J. (1980-2006). *Thorgal.*, Série de 29 albums. Bruxelles, Belgique : Lombard.

Rosinski, G. et Van Hamme, J. (1980). *La magicienne trahie. Thorgal, n°1*. Bruxelles, Belgique : Lombard.

Rosinski, G. et Van Hamme, J. (1980). Presque le paradis. Dans *La magicienne trahie. Thorgal, n°1*, (p. 33-48). Bruxelles, Belgique : Lombard.

Rosinski, G. et Van Hamme, J. (1981). *Les trois vieillards du Pays d'Aran. Thorgal, n°3*. Bruxelles, Belgique : Lombard.

Rosinski, G. et Van Hamme, J. (1985). *Les archers. Thorgal, n°9*. Paris, France : Lombard.

Wolmark, N. et Chalopin, J. (1982). *Éole.*, Ulysse 31, n°3. Paris, France : Greantori, Eurographic Presse et FR3, Dynamisme Presse Éditions.

Wolmark, N. et Chalopin, J. (1982). *La planète hôpital. Ulysse 31, n°4*. Paris, France : Greantori,

ⁱ*Prisoner's dilemma. A study in conflict and cooperation.* Rapport, cité 2136 fois (Août 2013).

Le dilemme des prisonniers, avec une mauvaise dénomination..., est souvent devenu dilemme du prisonnier (Bricage, 2014a).

ⁱⁱAssociation for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages (Bricage, 2014c)
<http://armsada.eu7>

ⁱⁱⁱLe mathématicien américain John Forbes NASH, âgé de 86 ans, Prix Nobel d'économie en 1994 pour son travail sur la théorie des jeux, est mort samedi 23 mai 2015, avec sa femme Alicia, dans un accident de la route sur la côte est des Etats-Unis. John Nash avait approfondi les travaux du mathématicien américain John von Neumann, établissant la notion d'équilibre de Nash. Un exemple parmi d'autres : dans une partie du jeu « pierre-feuille-ciseaux », un équilibre de Nash est atteint si les joueurs jouent chaque possibilité avec une probabilité d'un sur trois. John Nash avait aussi reçu le prix Abel de mathématiques pour ses contributions à la théorie des équations aux dérivées partielles non linéaires, et à ses applications systémiques. La vie de ce mathématicien de génie, qui se battait contre la schizophrénie, avait inspiré le film « Un homme d'exception ».