

La modélisation des systèmes techniques complexes pour la rétro-conception de sites industriels anciens

1.1 – Nos enjeux et finalités

Gérard Métayer distingue « modèle » de « système » : le système est un ensemble de phénomènes physiques, tandis que le modèle n'est qu'une description (une représentation) d'un mécanisme décrit dans un langage déterminé⁶⁷. À l'inverse, Jean-Louis Le Moigne et Michel Roboam les envisagent liés, « la notion de modèle est étroitement liée à celle de système⁶⁸ », il permet de représenter les phénomènes perçus complexes⁶⁹. Bernard Walliser va plus loin car « modèle » et « système » sont inséparables, puisque « tout système réel n'est connu, en effet qu'à travers des modèles représentatifs⁷⁰ ». Mais, le modèle porte en lui ses propres limites, en préciser les enjeux est nécessaire. Pour les uns, le modèle doit aboutir sur une action et n'a d'intérêt que s'il agit et débouche sur de l'opérationnel. Pour les autres, il inclut une dimension que Jean-Louis Le Moigne appelle d'intelligibilité (compréhension)⁷¹. Précédant et préparant l'action, il s'agit de comprendre le système et les comportements observés⁷². Par conséquent, comprendre et agir sont deux enjeux majeurs⁷³ : 1°) saisir la situation, pour mieux la connaître, 2°) modifier la situation, pour se rapprocher des objectifs, c'est-à-dire comprendre et agir sur une réalité problématique⁷⁴.

En histoire, nous ne pouvons agir sur une réalité passée, puisque construire l'histoire revient à articuler le passé qui est l'objet à construire⁷⁵. En réalité, l'historien veut rendre intelligible le passé pour « parvenir à jeter sur le passé ce regard rationnel qui comprend, sait et (en un sens) explique » pour permettre « *de savoir ce que nous n'avons pas su [...] et surtout de comprendre*⁷⁶ ».

Carole Bournonville est plutôt critique et ne considère la systémique que « simplement descriptive », c'est-à-dire n'ayant qu'un faible pouvoir prédictif⁷⁷. Cette

⁶⁷ METAYER, G., *Cybernétique et organisation : nouvelle technique du management*, Paris, Éd. d'organisation, 1970.

⁶⁸ ROBOAM, M., 1993, *op. cit.* p. 22.

⁶⁹ LE MOIGNE, J-L., *La modélisation des systèmes complexes*, Paris, Dunod, 1999.

⁷⁰ WALLISSER, B., *Systèmes et modèles : introduction critique à l'analyse de systèmes*, Paris, Éd. du Seuil, 1977, p. 11.

⁷¹ LE MOIGNE, J-L., 1974, *op. cit.* p. 19.

⁷² ROSNAY (DE), J., *Le macroscopie : vers une vision globale*, Paris, Éd. du Seuil, 1975 ; BRIFFAUT, J-P., *Système d'information en gestion industrielle*, Paris, Hermès, 2000.

⁷³ LE GALLOU, F., « Activités des systèmes », dans LE GALLOU, F., et BOUCHON-MEUNIER, B., *Systémique. Théorie et applications*, Paris, Lavoisier, 1992, p. 71-90.

⁷⁴ ROSNAY (DE), J., 1975, *op. cit.* p. 27 ; BRIFFAUT, J-P., 2000, *op. cit.* p. 27.

⁷⁵ LEDUC, J., « Déterminisme, téléologie », dans DELACROIX, C., et al., *Historiographie, concepts et débats*, vol. 2, Paris, Gallimard, 2010, p. 711-719.

⁷⁶ MARROU, H-I., *De la connaissance historique*, Paris, Éd. du Seuil, 1975, p. 44.

⁷⁷ BOURNONVILLE, C., 1998, *op. cit.* p. 19.

critique prenons-la comme un atout. Par la description, il s'agit de présenter le processus de fabrication d'un système technique. En ce sens, la systémique se veut révélatrice d'une situation pour mieux la saisir, la connaître et la comprendre. En histoire, les modèles peuvent fournir une description (et/ou une explication) d'un phénomène et sont des « outils » utiles pour aider à mieux comprendre certains phénomènes complexes, ou perçus comme tels⁷⁸.

Comprendre c'est « avoir l'intelligence d'une chose⁷⁹ », c'est saisir la place qu'occupe une idée ou un fait dans une structure de savoir plus vaste⁸⁰. Expliquer c'est « rendre un discours intelligible » pour démontrer ou enseigner⁸¹. Comme intention pédagogique, l'explication est alors liée au partage, à la transmission de savoirs⁸². Mais certains auteurs opposent compréhension et explication⁸³. Citant Raymond Aron, Jean-Claude Passeron voit l'explication par les causes et la compréhension du côté de la raison. La mise en intrigue en histoire « c'est l'explication par les raisons, par les intentions, par les mobiles » et la compréhension est l'analyse de « ce qui se passe comme le résultat d'une interaction entre des acteurs⁸⁴ ». Elle spécifie le mode d'intelligibilité afin de retrouver la vérité d'une situation ou d'un fait⁸⁵. Expliquer, c'est rechercher les causes d'un objet ou d'un événement qui est situé par rapport à son origine ou son mode de production. Comprendre, pour Edgar Morin, c'est « saisir les significations existentielles d'une situation ou d'un phénomène⁸⁶ ».

Paul Ricœur récuse l'alternative du philosophe Wilhem Dilthey ; les sciences de la nature seraient du côté de l'explication et les sciences de l'esprit situées du côté d'une théorie du Verstehen (de la compréhension)⁸⁷. En effet, Dilthey place l'explication dans le

⁷⁸ CLARK, J.T. « The Fallacy of Reconstruction », dans FORTE, M., *Cyber-Archaeology*, Oxford, Archaeopress, 2010, p. 63-73.

⁷⁹ FIRMIN-DIDOT, *Dictionnaire de l'Académie française*, Sixième édition, t. 2, Paris, imprimerie et librairie de Firmin-Didot Frères, 1835.

⁸⁰ BRUNER, J., *L'éducation, entrée dans la culture. Les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle*, Paris, Retz, 1996.

⁸¹ FIRMIN-DIDOT, 1835, *op. cit.* p. 28.

⁸² SEVERAC, P.S., « La position du maître : enseigner, abrutir, émanciper », *Rue Descartes*, n° 71, 2011, p. 102-108.

⁸³ PASSERON, J.-C., « Prost Antoine. L'enseignement, lieu de rencontre entre historiens et sociologues », *Sociétés contemporaines*, n° 1, Histoire et sociologie, 1990, p. 7-45.

⁸⁴ *Ibid.*

⁸⁵ COLLINGWOOD, R.G., « The Nature and Aims of a Philosophy of History », *Proceedings of the Aristotelian Society*, New Series, vol. 25, 1924-1925, p. 151-174.

⁸⁶ MORIN, E., *La Méthode. La connaissance de la connaissance. Anthropologie de la connaissance*, t. 3, Paris, Éd. du Seuil, 1986.

⁸⁷ DOSSE, F., *Paul Ricœur : les sens d'une vie : 1913-2005*, Paris, la Découverte, 2008.

« comment », la compréhension dans le « pourquoi »⁸⁸. Contrairement à Raymond Aron et à Wilhem Dilthey, Edgar Morin n'oppose pas explication et compréhension ; au contraire, elles peuvent et doivent s'entre-contrôler, s'entre-compléter⁸⁹. Plus encore, l'explication prolonge naturellement la compréhension⁹⁰. Selon cette idée, nos modèles veulent rendre intelligible le système complexe, prolongeant eux-mêmes l'explication, ce qui est possible par les « allers-retours » entre le récit et les représentations, les uns prolongeant les autres⁹¹. Reposant sur sa capacité à construire une vision commune d'une entité, retenons la relation triadique de Granger, faisant le lien entre décrire, comprendre et expliquer : « *expliquer, c'est-à-dire, ayant repéré un phénomène, comme totalité et dissocié ses parties (c'est « décrire »), ayant établi les relations et les contraintes qui les associent (c'est « comprendre »), savoir insérer ce système dans un système plus vaste dont dépend sa genèse, sa stabilité et son déclin*⁹² ».

Illustré par un cas d'étude complet, nos modèles servent à révéler les activités qui aboutissent à la construction d'un navire dans un chantier de construction. **Il s'agit de replacer le site industriel ancien dans l'état dans lequel il fonctionnait antérieurement.** Mettant en évidence les « phases essentielles » (principales) repérées dans le cycle de vie du projet, nous les (re)situons dans un ensemble global d'activités avec ses flux, ses ressources et ses entités participantes (ateliers, services, etc.). Cette mise en scène révélée par les flux qui parcourent l'espace de l'usine **traduisent matériellement son activité et situent virtuellement les moyens de production.** De plus, elle est aussi **dévoilée par son histoire**, par la succession de changements et de transformations repérés au cours de son existence.

Nos enjeux ainsi définis, à présent il s'agit de donner les clefs au lecteur pour lire nos modèles.

⁸⁸ BENEL, A., *Consultation assistée par ordinateur de la documentation en Sciences humaines : considérations épistémologiques, solutions opératoires et applications à l'archéologie*, Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2003.

⁸⁹ MORIN, E., 1986, *op. cit.* p. 28.

⁹⁰ RICOEUR, P., « La mémoire saisie par l'histoire », *Revista de Letras*, vol. 43, n° 2, Memória e Literatura, 2003, p. 15-25.

⁹¹ Cf. *infra* p. 259 : fig. 78.

⁹² GRANGER, G., « Modèles qualitatifs, modèles quantitatifs dans la connaissance scientifique », *Sociologie et sociétés*, vol. 14, n° 1, 1982, p. 5-12.

1.2 – S’initier à la lecture des modèles construits

Replacer le système technique complexe dans un état antérieur

Nos modèles replacent le système dans un état antérieur où il fonctionnait pour représenter tout ou une partie des étapes (« essentielles ») de fabrication d’un navire construit à l’arsenal de Lorient. Ils forment ensemble une représentation qui part du général pour aller vers le particulier : niveau 0 (A0 : niveau le plus haut du modèle), niveau 1 (A1, A2, ...), niveau 2 (A11, A12, ..., A21, ...), niveau 3 (A111, A112, ..., A211, ...) (fig. 2). Cette représentation hiérarchique est réalisée suivant les principes de la modélisation IDEF0⁹³ : c’est une méthode d’analyse de système qui est descendante, modulaire, hiérarchique et structurée. En quelque sorte, elle établit une vue éclatée du système technique qui part du niveau le plus élevé pour graduellement descendre aux niveaux inférieurs, lesquels procurent de plus en plus de détails⁹⁴.

En plus de ces principes, le lecteur a accès à d’autres indications grâce au cycle de vie d’un projet de navire. Ce dernier est matérialisé en tête de la figure 3 par des cadres de couleur : 1°) la phase préparatoire (en rouge), 2°) la mise en œuvre (en vert pour la fabrication et le montage, en orange pour l’armement), 3°) la phase clôture (en mauve). Reprise à partir du premier niveau (niveau 1), les couleurs servent de repères, elles situent les activités avec l’ensemble du projet de navire. Dans ces cadres sont aussi repérées les entités industrielles participantes : atelier, service, etc.

⁹³ Cf. *infra* p. 256 : Chapitre treize.

⁹⁴ JAULENT, P., *SADT : un langage pour communiquer*, Paris, Eyrolles, 1989.

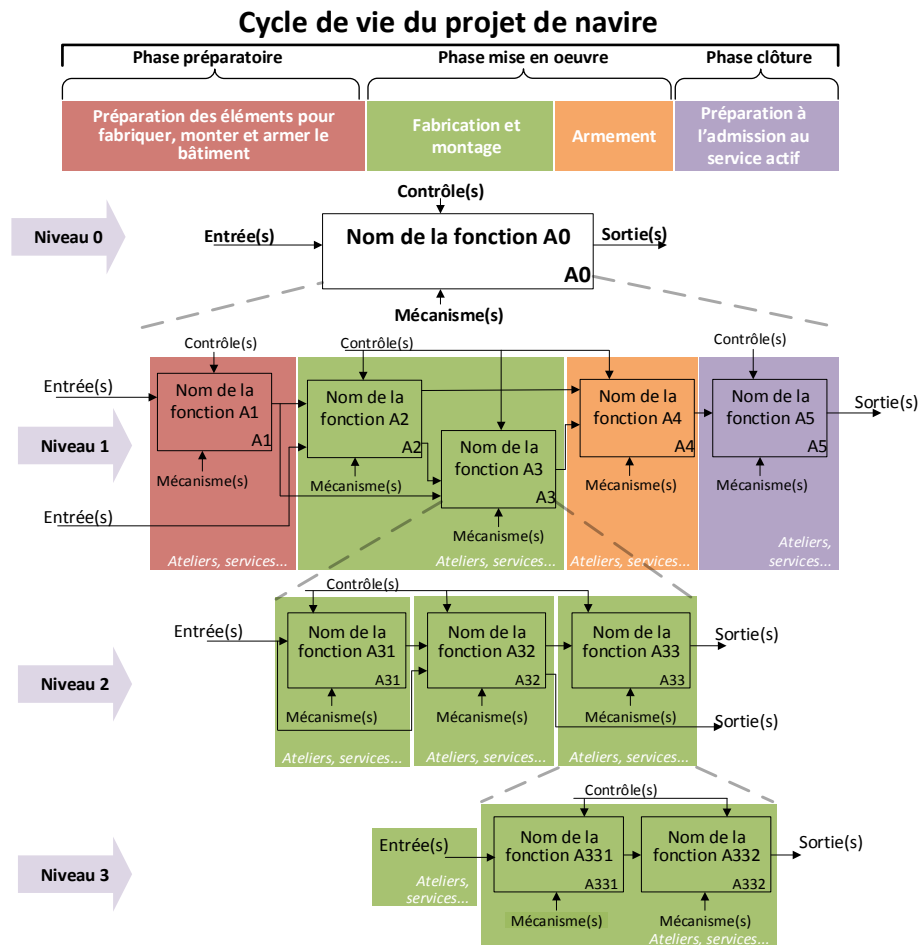


Fig. 2 : Éclaté hiérarchique du système technique complexe

Les blocs révèlent les fonctions (activités), les flèches matérialisent l'inter-connectivité pour relier les fonctions (fig. 3) :

- un bloc contient une description de ce qui arrive ;
- les flèches matérialisent l'inter-connectivité des blocs avec les flux de données, les flux matières et l'utilisation de ressources.

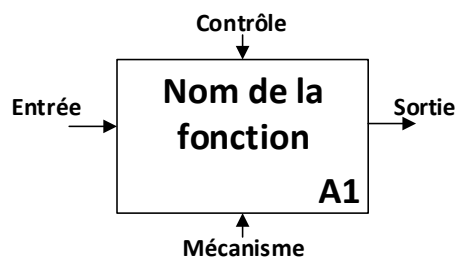


Fig. 3 : Position des flèches et fonction d'un bloc

D'après Vernadat, F., *Techniques de modélisation en entreprise : applications aux processus opérationnels*, Paris, Economica, 1999, p. 23.

Les flèches du côté droit du bloc symbolisent les sorties et représentent les données ou les objets produits par la fonction. Les entrées, connectées à gauche, correspondent aux

objets à traiter ou qui vont subir une transformation. Les données de contrôles qui sont sollicitées par l'activité ne sont pas modifiées, mais elles influent sur son comportement, c'est-à-dire sur les données qui sont créées, générées, transformées, sollicitées (les données d'entrées) par l'activité. En quelque sorte, elles entraînent une contrainte sur la façon dont l'activité sollicite l'entrée : il s'agit de règles, de directives, d'objectifs, etc. Connectés en bas, les mécanismes (ou supports de l'activité) sont nécessaires à l'exécution d'une activité : ce sont les moyens humains et matériels⁹⁵.

Dévoiler le système technique complexe par son histoire

Un second jeu de couleurs rend compte de l'évolution du système technique complexe. Cela se traduit visuellement par l'emploi de texte qui passe du noir ou blanc au bleu. Suivant cette règle, nos modèles sont capables d'indiquer un changement du système entre l'instant t et $t + t_1$.

1.3 – Des modèles qui ne font pas toute l'histoire

Nos modèles sont liés au récit : c'est la scénarisation qui revient à les « mettre en scène » dans le récit. Ainsi, ils se nourrissent et s'enrichissent mutuellement pour rendre intelligible et pour expliquer le système technique.

Mais ce lien a des limites. Comme représentation partisane, il ne peut tout représenter et tout montrer. C'est là qu'intervient le récit. Parfois accompagné de photos, de plans ou de figures, pour raconter **toutes nos histoires** et remédier cette difficulté, le récit sert notre thèse pour « comprendre, expliquer et introduire au sein de l'évocation du passé un maximum d'intelligibilité⁹⁶ ».

Les récits se rédigent avec des faits qui « ne sont que la matière de l'histoire⁹⁷ ». Ils sont une création de l'esprit humain. En fait, ils ne sont pas les événements de ce qui est réellement advenu, ils en sont simplement l'interprétation⁹⁸. Mais un fait peut à la fois signifier une orientation évolutive et parfois revêtir une certaine importance pour un

⁹⁵ JAULENT, P., 1989, *Op. Cit.*, p. 30 ; VERNADAT, F., *Enterprise modeling and integration: principles and applications*, London, Chapman & Hall, 1996.

⁹⁶ MARROU, H.-I., « Qu'est ce que l'histoire », dans SAMARAN, C., *L'histoire et ses méthodes*, Paris, Gallimard, 1961, p. 3-33.

⁹⁷ VEYNE, P., *L'inventaire des différences. Leçon inaugurale au collège de France*, Paris, Éd. du Seuil, 1976, p. 22.

⁹⁸ MARROU, H.-I., 1975, *op. cit.* p. 27 ; FEBVRE L., « De Mitra-Varuna à Clio », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 8^e année, n° 1, 1976, p. 67-69 ; LEDUC, J., *Les historiens français contemporains et la question de la vérité*, 2009, <http://www.ihp.cnrs.fr/historiographie/spip.php%3Farticle86.html>, consulté le 10 mai 2014.

individu ou une communauté⁹⁹. Il devient alors un événement pour être l'objet d'investigations s'il « mérite d'être retenu dans la mémoire collective¹⁰⁰ ». En effet, l'historien s'intéresse à la spécificité de l'événement et de ce qui l'individualise¹⁰¹. Son travail consiste à « retrouver » l'organisation naturelle des faits à partir de documents, des témoignages (mémoire collective), etc. pour en faire un récit d'événements vrais qui ne sont connus que par leurs traces¹⁰².

Mais à son tour, le concept de trace est une notion riche et complexe¹⁰³. La trace peut, dans une acception courante, être une empreinte, une marque laissée par une action¹⁰⁴. Nous faisons d'une trace signifiante, d'un symptôme ou d'un indice un événement pour « reconstruire l'histoire ». Aussi, l'histoire peut être le fruit d'une « inférence¹⁰⁵ tirée des traces laissées par des expériences humaines variées, qu'elles soient rationnelles ou non¹⁰⁶ ». L'indice oriente donc la reconstruction d'éléments

⁹⁹ SAUZEAU, P., « Tout événement ne serait-il pas mythique », dans ROUSSEAU, F. et THOMAS, J-F., *la fabrique de l'événement*, Paris, Michel Houdiard éditeur, 2008, p. 27-43.

¹⁰⁰ THOMAS, J. F., « L'expression de l'idée d'événement en Latin », dans ROUSSEAU, F. et THOMAS, J-F., *la fabrique de l'événement*, Paris, Michel Houdiard éditeur, 2008, p. 59-73.

¹⁰¹ Ce qu'il est arrivé à un moment donné.

¹⁰² VEYNE, P., 1971, *op. cit.* p. 17.

¹⁰³ SERRES, A. « Quelle(s) problématique(s) de la trace ? », Séminaire du CERCOR, 2002, [http:// hal.archives-ouvertes.fr](http://hal.archives-ouvertes.fr), consulté le 8 mai 2014.

¹⁰⁴ La trace est parfois synonyme de mémoire. Il est alors naturel d'inscrire comme trace, les témoignages, au même niveau que les vestiges, les indices matériels et les signes abstraits. Une trace peut aussi indiquer une direction et non une signification, elle est l'indice d'un événement passé. S'opposant au paradigme galiléen, qui est le rapport entre expérimentation, modélisation, et vérification, pour « reconstruire le passé » Ricœur s'aide du paradigme indiciaire de Ginzburg. Le paradigme indiciaire suit les traces délaissées, les signes annexes et marginaux pour redécouvrir la trame de l'histoire. Issus de « petits détails », les signes sont la clé d'une réalité plus profonde dont il s'agit de resituer le sens pour ceux qui en étaient les contemporains. Mais, la connaissance de l'histoire est indirecte et prend forme grâce aux signes et aux bribes de preuves. Le document est donc une trace du passé interrogé par l'historien pour y trouver les informations à la lumière d'une hypothèse. D'après THOUARD, D., « L'enquête sur l'indice. Quelques préalables », dans THOUARD, D., *L'interprétation des indices : enquête sur le paradigme indiciaire avec Carlo Ginzburg*, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 2007, p. 9-21 ; GINZBURG, C., et DAVIN, A., « Morelli, Freud and Sherlock Holmes: Clues and Scientific Method », *History Workshop*, n° 9, 1980, p. 5-36; RICŒUR, P., « L'écriture de l'histoire et la représentation du passé », *Annales, Histoire, Sciences Sociales*, 55^e Année, n° 4, 2000, p. 731-747 ; TIMSIT, G., « La loi à la recherche du paradigme perdu », dans BOREL, M-J., et MOOR, P., *De la logique des lois : 1er Séminaire interdisciplinaire du Groupe d'études Raison et rationalités, tenu en Valais du 30 juin au 2 juillet 1995*, Paris, Librairie Droz, 1996, p. 57-79 ; COLLOVALD, A., « Ginzburg, C., Mythes, emblèmes et traces. Morphologie et histoire », *Politix*, vol. 2, n°7-8, 1989, p. 165-169 ; LAVABRE, M-C., « Paradigmes de la mémoire », *Transcontinentales*, 2001, p. 139-147.

¹⁰⁵ L'inférence est une démarche interprétative qui permet de suggérer des hypothèses à partir de la considération préalable des faits, de pouvoir montrer avant de démontrer : elle met en œuvre des formes de savoir : intuition, flair, expérience présente, etc.

¹⁰⁶ PAQUET, M., « L'expérience de l'histoire. Pratique et pédagogie », dans FRENETTE, Y., PAQUET, M., et LAMARRE, L., *Les parcours de l'histoire. Hommage à Yves Roby*, Québec, Presses de l'Université Laval, 2002, p. 27-57.

individuels. Il est l'héritage du passé pour révéler quelque chose de la présence, de l'activité, des sentiments ou de la mentalité de l'homme d'autrefois¹⁰⁷.

Cependant, l'évènement n'est pas juste basé sur des traces, il est tout aussi bien un résultat et un commencement, un dénouement et une ouverture de possibles¹⁰⁸. L'historien qui décrit l'évènement, le fait comprendre pour expliquer ce qui s'est passé et « comment » les choses sont arrivées. Ainsi, « l'évènement contribue à l'avancée de l'histoire racontée¹⁰⁹ ». Par conséquent, il convient de poser la question de la forme du récit en histoire : « macro-récit qui embrasse la longue durée ou micro-récit du lieu et de la pratique ?¹¹⁰ ». Mais, le macro-récit qui privilégie le global et la durée n'empêche pas de développer des micro-récits. Paul Ricœur s'attache à décrire ce lien dans lequel « le dépassement de l'histoire événementielle dans une histoire de longue durée crée des événements à une autre échelle proprement historique¹¹¹ ». S'ils ont leur propre intrigue, s'intéressent au local, aux stratégies individuelles et aux épisodes singuliers, ils contribuent également à l'évolution du macro-récit¹¹².

¹⁰⁷ MARROU, H-I., 1975, *op. cit.* p. 27.

¹⁰⁸ DOSSE, F., *Renaissance de l'évènement. Un défi pour l'historien : entre Sphinx et Phénix*, Paris, Presse universitaires de France, 2010, p.6.

¹⁰⁹ RICŒUR, P., « Évènement et sens », dans PETIT, J-L., *L'évènement en perspective*, Paris, Éd. de l'École des hautes études en sciences sociales, 1991, p. 41-56.

¹¹⁰ TEISSIER, P., *L'émergence de la chimie du solide en France (1950-2000). De la formation d'une communauté à sa dispersion*, Thèse de doctorat de l'Université Paris X (Nanterre) en épistémologie, histoire des sciences et des techniques, 2007.

¹¹¹ RICŒUR, P., 1991, *op. cit.* p. 34.

¹¹² DI PEDE, E., *Au-delà du refus : l'espoir, recherches sur la cohérence narrative de Jr 32-45*, New York, de Gruyter, 2005.