



HAL
open science

Croiser l'histoire des techniques et l'histoire pour construire un milieu didactique favorisant une pensée critique ?

Didier Cariou, Sylvain Laubé

► To cite this version:

Didier Cariou, Sylvain Laubé. Croiser l'histoire des techniques et l'histoire pour construire un milieu didactique favorisant une pensée critique?. Pensée critique, enseignement de l'histoire et de la citoyenneté, 2018. hal-01883280

HAL Id: hal-01883280

<https://hal.science/hal-01883280v1>

Submitted on 27 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Cariou, D. & Laubé, S. (2018). Croiser l'histoire des techniques et l'histoire pour construire un milieu didactique favorisant une pensée critique ? In Ethier, M.-A. Lefrançois, D. & Audigier, F. (dir.). *Pensée critique, enseignement de l'histoire et de la citoyenneté*. Bruxelles : De Boeck, 71-91.

Didier CARIOU. ESPE de Bretagne / Université de Bretagne Occidentale / Centre de Recherches en Éducation, Apprentissages et Didactique EA 3875

Sylvain LAUBE. Université de Bretagne Occidentale / Centre François Viète, Épistémologie, Histoire des sciences et techniques EA 1161

Croiser l'histoire des techniques et l'histoire pour construire un milieu didactique favorisant une pensée critique ?

Résumé

Cet article s'appuie sur la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (TACD). Il vise à comprendre en quoi un milieu didactique peut constituer l'espace où se déploieraient les problèmes que les élèves pourraient formuler et résoudre en mobilisant des capacités et des savoirs historiques. Nous émettons l'hypothèse que la construction d'un tel milieu devrait conduire les élèves à mobiliser une pensée critique qui leur permettrait d'accéder à un passé conçu comme l'espace des possibles dans lequel les acteurs du passé prirent des décisions dont il faut tenter de rendre compte.

Pour explorer cette hypothèse, nous rendons compte d'une série de séances qui croisent l'histoire et la technologie. Durant ces séances, les enseignants construisent un milieu de plus en plus adéquat pour que les élèves comprennent pourquoi les acteurs du passé avaient décidé de construire un certain type de pont au-dessus du fleuve côtier qui sépare la ville de Brest en deux.

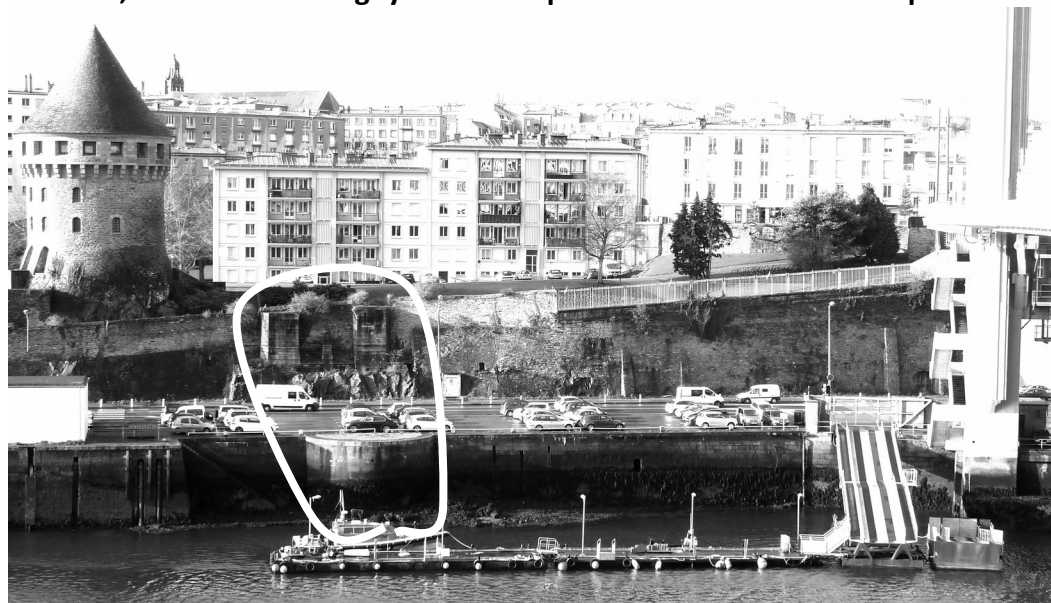
Introduction

Dans le port de Brest apparaissent encore aujourd'hui les traces maçonnées d'un ancien pont, sous l'aspect d'une avancée circulaire au bord du quai et de deux formes rectangulaires dans la falaise (document n°1). Il s'agit des traces du pont tournant composé de deux volées métalliques, en service depuis 1861 jusqu'à sa destruction par l'armée allemande en septembre 1944 (document n°2). Ce pont reliait le centre-ville de Brest et le quartier de Recouvrance, situés de part et d'autre de la Penfeld. Ce cours d'eau se jette dans la rade de Brest et il est le siège d'un important arsenal depuis le règne de Louis XIV. Pour permettre le passage des navires de guerre, chaque volée du pont pivotait sur sa pile grâce à un système d'engrenages et de rouleaux mus par des cabestans actionnés par une douzaine de matelots (document n°3). Ce pont peut être considéré comme l'objet le plus représentatif du paysage industriel brestois voué à la grosse construction mécanique (construction navale, industrie d'armement) avant la Seconde Guerre mondiale.

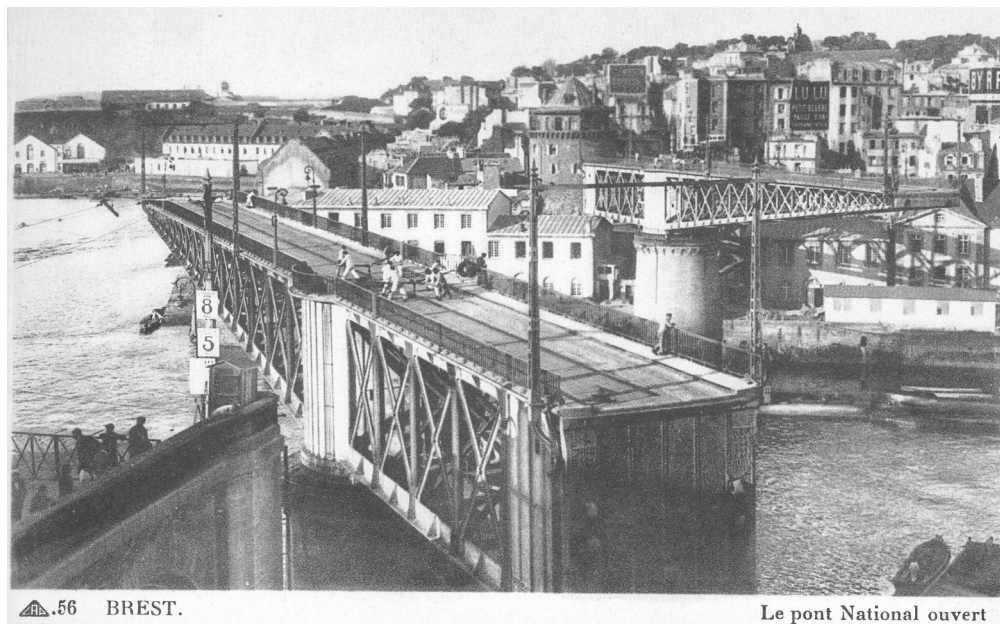
Dans cet article, nous rendons compte d'un projet pluridisciplinaire portant sur l'étude de ce pont tournant. Il est mené par une professeure d'histoire-géographie et un professeur de technologie en classe de troisième de collège, avec des élèves âgés de 14 ans. Ce projet, dans l'intention des professeurs qui l'ont mis en œuvre, visait à vérifier si la dimension historique permet aux élèves de comprendre la logique des acteurs à l'origine de cet objet technique, en étudiant notamment la controverse qui conduisit à la construction de ce pont-là plutôt qu'un autre (Guedj *et al.*, 2007). Ce questionnement examine les conditions qui permettraient de s'éloigner d'un enseignement de type positiviste qui présente l'histoire et l'histoire des techniques comme un ensemble de résultats fondés sur la lecture de documents considérés comme donnant accès au réel du passé et dont il suffirait juste d'extraire des informations (Audigier, 1995). Comme ce projet est exploratoire, il a donné lieu à des tâtonnements perceptibles dans cet article. Toutefois, les problèmes nés de la pratique de classe ont poussé les enseignants à chercher des réponses qui se révèlent riches d'enseignements pour les chercheurs en didactique.

Ces tâtonnements ont été motivés par la volonté d'engager les élèves dans une démarche de recherche pour qu'ils rendent raison des différents possibles entre lesquels les hommes du passé ont dû arbitrer pour agir, car ces derniers, contrairement à nous, ne connaissaient pas la fin de l'histoire. Cette démarche correspond à ce que Nietzsche (1874, p. 103-115) appelait l'histoire critique. Elle se différencie de *l'histoire monumentale* qui fixerait l'histoire des grands hommes et des grands événements du passé à des fins d'édification pour le futur, et de *l'histoire traditionaliste* tournée vers un passé qu'il conviendrait de conserver et de vénérer. En revanche, avec *l'histoire critique*, nous devons examiner les égarements, les passions, les erreurs et les crimes des générations passées dont nous sommes les héritiers. Sur cette base, nous considérons qu'une histoire critique consiste à examiner les possibles auxquels les acteurs du passé étaient confrontés, à comprendre leurs logiques d'action et d'envisager les réponses qu'ils ont apporté à ces différents possibles. De ce point de vue, l'histoire ne se résumerait plus en une collection de données factuelles positives. Mais la question demeure de savoir comment elle peut être mobilisée en classe d'histoire pour expliquer un problème historique.

Document n°1 : Les traces de l'ancien pont tournant de Brest, côté Recouvrance, entourées en blanc, entre la tour Tanguy et l'actuel pont de Recouvrance. Coll. part.



Document n°2 : Le pont tournant en 192. Au fond, au centre, la Tour Tanguy. Sur chaque volée, des marins actionnant les cabestans. Collection des archives de Brest. Cote : 3Fi019_128



1. Le cadre théorique de la TACD

Nous nous inscrivons dans le cadre de la Théorie de l'Action conjointe en Didactique (TACD) (Sensevy, 2011 ; Cariou, 2013) qui, à la suite de Guy Brousseau (1998) mobilise le modèle du jeu pour la compréhension des situations d'apprentissage. Nous ne considérons pas que l'apprentissage est un jeu mais nous utilisons le modèle du jeu pour modéliser les situations d'apprentissage. Une situation d'apprentissage peut, dans ces conditions, être considérée comme un jeu *coopératif* où le professeur gagne s'il parvient à faire jouer les élèves et à leur faire employer les stratégies pour gagner et s'approprier un savoir. Ce jeu est bien entendu *dissymétrique* car le professeur sait déjà ce que les élèves ne savent pas encore, et il doit faire comprendre aux élèves qu'il vaut la peine de s'engager dans le jeu d'apprentissage, mais sans trop leur en dire - c'est la *réticence* didactique par opposition à *l'expression* - au risque de jouer le jeu à la place des élèves.

G. Sensevy (2011, p. 123-133) distingue l'échelle du *jeu didactique* qui désigne l'ensemble de la situation d'apprentissage étudiée, de celle des *jeux d'apprentissage* qui caractérisent chaque *coup* joué dans le cadre du jeu d'apprentissage et qui concernent chaque objet de savoir en jeu. Chaque jeu d'apprentissage peut être mis en relation avec un *jeu épistémique* dont l'enjeu est ce savoir spécifique. Penser en termes de jeu épistémique doit conduire à se demander à quel type de savoir, et avec quelles capacités, ce jeu permet aux élèves de jouer. Un jeu épistémique peut être inféré par le chercheur à partir de l'analyse de la situation d'apprentissage, c'est le *jeu épistémique émergent* de la situation d'apprentissage. Ce dernier peut être ensuite comparé au modèle de la pratique des scientifiques de la discipline, c'est le *jeu épistémique source*. Notre cadre théorique nous conduit à envisager le lien entre les pratiques scolaires et les pratiques historiennes sous l'angle de la modélisation de chacune d'elles. Nous supposons que l'exercice d'une pensée critique passe par le rapprochement entre la modélisation du jeu d'apprentissage et la modélisation des pratiques historiennes.

Pour comprendre le fonctionnement du jeu d'apprentissage, nous devons mobiliser deux autres concepts de la TACD, repris de la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1998 ; Sensevy, 2011, p. 106-116), ceux de contrat didactique et de milieu didactique.

Le *milieu didactique* est l'ensemble des systèmes sémiotiques et des ressources mises à la disposition des élèves dans une situation d'apprentissage (documents, manuels, supports d'écriture, etc.) qui actualisent les savoirs nouveaux que les élèves devront s'approprier au cours du jeu d'apprentissage. Il désigne *ce qu'il y a à savoir*. Cependant, nous ne considérons pas les savoirs comme des données factuelles dont serait visée la simple mémorisation. Nous savons également qu'une situation d'apprentissage correspond à ce que John Dewey (1938) nomme une *enquête* et qui doit permettre de résoudre un problème. C'est pourquoi G. Sensevy (2015, p. 61) considère que le milieu est constitué d'un ensemble de formes symboliques peu reliées entre elles. L'élève aura à s'en emparer pour les réunir en un système cohérent de significations qui lui permettront de répondre au problème posé. Le milieu est le champ où se déploient à la fois le problème et l'ensemble des formes symboliques qui permettront de le formuler et de le résoudre.

Nous savons en effet que tout savoir est une réponse à un problème, comme l'avait formulé avec force Lucien Febvre (1941) dans le cas de l'histoire : « Pas de problème, pas d'histoire ». En conséquence, l'objet des séances que nous avons observées ne consistait à faire savoir aux élèves qu'un pont d'un certain type avait été construit sur la Penfeld à une époque donnée, mais de les conduire à se demander : « Pourquoi ce pont-là plutôt qu'un autre ? », en paraphrasant cette phrase de R. Koselleck (1997, p. 217) : « Si l'on veut déterminer ce qu'un fait a vraiment d'unique, il faut (...) se demander pourquoi les choses se sont justement passées ainsi et pas autrement ». C'est de cette manière que le problème permet « une étude scientifiquement menée » selon Lucien Febvre. Nous supposons que cela correspond au programme de l'histoire critique énoncé par Nietzsche (1874).

En classe d'histoire, le milieu peut donc être considéré comme l'espace où se déploient les problèmes. Le savoir est alors conçu comme un ensemble de ressources pour exercer des capacités, celles qui conduisent à résoudre des problèmes et à répondre à des questions, comme une « puissance d'agir en situation » (Sensevy, 2011, p. 59-61). La logique d'apprentissage peut alors être considérée comme un processus de mise en relation d'un problème, de solutions et de savoirs, au sein d'un milieu didactique que nous considérons comme l'espace du jeu d'apprentissage.

Pour se confronter au milieu et à ses problèmes, les élèves s'appuient sur le *contrat didactique*, à savoir l'ensemble des savoirs, des compétences et des dispositions déjà acquis durant leur scolarité. Le contrat didactique est essentiellement implicite et latent, seules les consignes de travail données par l'enseignant étant explicites. Le contrat didactique est donc *ce avec quoi* les élèves affrontent le milieu. Il génère un système d'attentes réciproques entre le professeur, qui attend que les élèves s'appuient sur le contrat pour répondre à ses demandes, et les élèves, qui attendent du professeur qu'il les conduise à mobiliser les stratégies gagnantes au jeu d'apprentissage. Il constitue un système stratégique qui configure l'action et les décisions pour jouer le jeu attendu dans telle situation d'apprentissage.

Les concepts de contrat et de milieu font système : le contrat didactique est ce qui permet aux élèves de se confronter au milieu didactique, et ce dernier doit opposer une certaine résistance au contrat actuel pour conduire les élèves à dépasser ce qu'ils savent déjà faire et à déployer des stratégies d'apprentissage qui leur permettront de résoudre des problèmes pourvoyeurs de savoirs nouveaux (Brousseau, 1998 ; Sensevy, 2011, p. 194-198 et p. 278-286). En d'autres termes, pour que le jeu d'apprentissage soit gagnant et pourvoyeur

d'apprentissages, il doit s'appuyer sur un milieu à la fois complémentaire (pour que les élèves puissent s'appuyer sur des capacités déjà-là) et antagoniste (pour conduire les élèves à s'approprier de nouvelles capacités) au contrat didactique qui sera ainsi renouvelé.

Nous allons essayer de comprendre quelles relations les jeux épistémiques source entretiennent avec la construction du milieu didactique afin de construire des jeux d'apprentissage adéquats et de permettre aux élèves d'exercer une pensée critique. A cet effet, nous avons filmé six séances en classe de deux heures portant sur l'étude du pont tournant en service à Brest entre 1861 et 1944. Ces séances ont été préparées et animées conjointement par une professeure d'histoire-géographie (notée PHG) et un professeur de technologie (noté PTech) animés par la volonté de croiser leurs disciplines en étudiant un objet commun à partir de la spécificité de leur approche disciplinaire. Dans la mesure où cette mise en œuvre était exploratoire, le chercheur s'en est tenu à une posture d'observation. Ce sont les tâtonnements des professionnels placés dans une situation inédite d'enseignement qui ont suscité les analyses proposées dans ce texte. L'objectif des enseignants était de faire comprendre aux élèves que la construction de ce pont fut la conséquence d'arbitrages techniques, économiques et surtout politiques. Il s'agissait de montrer que l'histoire est faite par des acteurs aux intérêts souvent divergents et qui doivent arbitrer entre différents possibles, afin d'engager les élèves dans une démarche d'histoire critique.

Précisons enfin que la démarche suivie par les enseignants rejoint une démarche adoptée pour décrire et expliquer la construction du pont ferroviaire sur la Forth en Ecosse par l'ingénieur Benjamin Baker, à la fin du XIXe siècle (Baxandall, 1985). Il s'agit de répondre aux deux questions suivantes : pourquoi ce pont et pourquoi ainsi ?

Les transcriptions de ces séances constituent le matériau pour l'analyse que nous livrons ici. Le tableau ci-dessous résume le déroulement des séances observées. Nous ne rendrons compte ensuite que des séances 1 et 4.

Tableau 1 : Le déroulement des séances observées

Séances	Ressources	Jeux d'apprentissage	Jeux épistémiques source
Séance 1	Compte-rendu du Conseil municipal de Brest en 1843	Elaboration du cahier des charges du pont sur la Penfeld	Ingénieurs du bureau d'étude : étudier les contraintes du site du futur pont
Séances 2 et 3	Ressources documentaire pour la réalisation des fiches sur les caractéristiques des deux ponts en projet	Recherche documentaire	
Séances 3 et 4	Fiches des caractéristiques disposées sur un tableau	Etablir les caractéristiques du système technique des deux projets de pont	Historien des techniques : modéliser un « système technique »

2. Pourquoi un pont à cet endroit ? (séance 1)

Le premier jeu épistémique source mobilisé durant cette expérimentation renvoie à la méthode du cahier des charges réalisée par un bureau d'études, pratique habituelle dans les classes de technologie au collège. Les élèves ont travaillé sur le compte-rendu des délibérations du Conseil municipal de Brest de 1843 qui exposait toutes les raisons pour

lesquelles la municipalité de Brest souhaitait construire un pont sur la Penfeld avant d'élaborer le cahier des charges du pont à construire. Le but de la séance est de répondre à la question : « Pourquoi un pont ? ». Elle renvoie à la sphère d'action du pouvoir politique local confronté à un problème que rencontrent quotidiennement ses administrés (Baxandall, 1985, p. 54-60)

Les élèves, répartis par les enseignants en groupes de trois ou quatre élèves, ont prélevé des informations dans les extraits du compte-rendu du Conseil municipal afin de rechercher les raisons de la construction d'un pont sur la Penfeld. Chaque groupe a ensuite présenté ses conclusions aux autres groupes. Nous avons choisi quelques extraits de la transcription de cette présentation orale pour décrire cette démarche.

Extrait de transcription n°1

9	Tiphaine	(<i>Lisant</i>) La liste des problèmes engendrés par l'absence de liaison fixe entre les deux rives de la Penfeld sont : le passage d'une rive à l'autre est dangereux car il y a eu des morts, il y en a eu cinq. Il y a eu du courant et la tempête. Les établissements scientifiques et littéraires sont du côté de Brest et ça gêne pour les habitants de l'autre côté de la rive.
10	PHG	D'accord. Bon, de ça on va pouvoir du coup noter, hein, ces deux remarques.
11	Tiphaine	(<i>Dicte à Samir qui écrit au tableau</i>) Le passage d'une rive à l'autre est dangereux.
12	PHG	Vous avez possibilité aussi de résumer un peu ce que vous avez noté. Et les autres vous vérifiez pendant ce temps-là, heu, sur votre travail, vous vérifiez si vous aviez vu aussi ces éléments-là. Ou pas.
13	Tiphaine	Car il y a eu des morts, cinq morts.
14	PTech	C'est pas nécessaire de tout noter. Ce qui est important à noter c'est que le passage était dangereux ; point. Deuxième heu, deuxième problème.
15	Tiphaine	(<i>Dictant à Samir</i>) Les établissements scientifiques...
16	PHG	D'accord, pendant ce temps-là, les autres membres du groupe peuvent dire, redire, par établissements scientifiques, vous pensiez à quoi, là ? (15 : 45).
17	Mathieu	Des écoles
18	PHG	Voilà, la majorité des écoles.
19	Tiphaine	(<i>Dictant à Samir</i>) ... et littéraires sont du côté de Brest.

Ce premier extrait montre que les élèves ne jouent pas le jeu que les professeurs voudraient leur faire jouer, c'est-à-dire synthétiser leurs réponses et les confronter à celles des autres groupes. Les professeurs attendent des élèves qu'ils ne restituent pas seulement des informations mais qu'ils montrent qu'ils en ont compris la signification. Pourtant, Tiphaine dicte à Samir le texte élaboré par le groupe, afin que Samir le recopie au tableau. Ainsi les tdp 15 et 19 se succèdent pour ne former qu'une seule phrase (« Les établissements scientifique (tdp 15)... et littéraires sont du côté de Brest (tdp 19) ») sans tenir compte des remarques intercalées des enseignants (tdp 12, 14, 18).

De même, dans l'extrait suivant, les professeurs souhaitent que les élèves résument leur propos et confrontent leurs réponses à ce qui a déjà été dit par le groupe précédent (tdp 26 et 54 : « Est-ce qu'on ne l'a pas déjà dit ? ») afin d'éviter les redites. Ils souhaitent que les élèves mobilisent la compétence de confrontation des informations qui est centrale dans l'enseignement de l'histoire. Mais Marion ne joue pas non plus le jeu attendu par les professeurs.

Extrait de transcription n° 2

24	PHG	Marion, tu vas nous dire déjà ce que ton groupe a trouvé.
25	Marion	(Lisant) Passage toujours inconfortable et souvent dangereux.
26	PHG	Alors, on s'arrête. Est-ce que ça a déjà été dit, ça ?
27	Marion	Ouais.
28	PHG	Oui. Ça c'est noté. Ensuite ?
29	Marion	(Lisant) Les riverains opposés supportent sous forme de péage un impôt dont ceux-ci étaient généralement affranchis.
30	PHG	D'accord. Alors, qui payait un impôt en fait ?
31	Marion	Bah, ceux qui passaient.
(...)		
48	PHG	Donc, pourquoi justement heu, pourquoi est-ce que les habitants de Recouvrance payaient un impôt ? ça correspondait à quoi ? Oui ?
49	Marine	Parce que, à chaque fois qu'ils passaient, les habitants payaient.
50	PHG	Voilà, sur le bac. A chaque fois qu'ils, tu as employé un autre mot tout à l'heure que impôt tout à l'heure. Tu as employé le mot... C'est le même mot qu'on utilise quand on veut passer sur une autoroute. C'est un...
51	Julie	Péage.
52	PHG	Péage. D'accord ? Tu peux préciser, Emilie, Les habitants de Recouvrance payaient un impôt, virgule, un péage pour emprunter le bac. Emprunter, ça veut dire utiliser. (Emilie écrit). Alors ensuite ?
53	Marion	(Lisant) A Recouvrance, se trouvent juste les écoles élémentaires tandis que côté de Brest se trouvent les collèges (21 : 15).
54	PHG	Alors, est-ce qu'on ne l'a pas déjà dit, ça ?
55	Marion	Ouais.

Ces deux passages montrent un hiatus entre la consigne explicite des professeurs – ce que nous pouvons nommer : « jouer au jeu épistémique source du bureau d'étude » qui établit un cahier des charges en tenant compte des intentions des acteurs et des contraintes qui s'opposent à eux – et la réalité du jeu d'apprentissage joué par les élèves qui pensent devoir uniquement restituer un savoir factuel. Ces derniers s'en tiennent au contrat didactique habituel en classe d'histoire relevant d'un « modèle positiviste d'apprentissage » très éloigné d'une histoire critique : ils prélèvent des informations - considérées comme vraies et donnant à voir la réalité du passé - dans des documents et ils les restituent, conformément à des observations récurrentes en France (Tutiaux-Guillon, 2003 ; Cariou, 2013) comme en Amérique du Nord (Wineburg, 1991). Les enseignants, de leur côté, demandent aux élèves de résumer leur propos et de confronter leurs réponses à celles de leurs camarades : comme le rapporteur de chaque groupe écrit les informations relevées sur le tableau de la classe, on pouvait supposer qu'il n'indiquerait pas des réponses déjà écrites par les rapporteurs des groupes précédents. Cette attente des professeurs correspond à une démarche critique minimale qui consiste à confronter plusieurs réponses et à les comparer pour sélectionner les plus pertinentes par rapport à la question posée. Cependant ces injonctions restent lettre morte car le milieu didactique est constitué d'un texte unique - le compte-rendu du Conseil municipal - qui n'attend rien d'autre que le simple prélèvement d'informations. En d'autres termes, le milieu construit par les enseignants joue contre leur volonté affichée de transformer le contrat didactique habituel en classe d'histoire. On considère dans ce cas que le contrat *envahit* le milieu qui ne résiste pas au contrat didactique

actuel et aux pratiques habituelles des élèves (Sensevy, 2011, p. 194-196 et p. 255-259). Le milieu n'est donc pourvoyeur ni d'apprentissage ni d'esprit critique.

Dans la même logique, les élèves attendent des professeurs qu'ils donnent du sens à leur relevé d'informations et qu'ils valident leurs réponses. Les enseignants sont contraints de jouer ce rôle pour faire avancer le temps didactique (tdp 10, 14, 28 par exemple). Au tdp 48, l'enseignante est contrainte d'indiquer que ce sont les habitants de Recouvrance qui paient un impôt (en fait un droit de passage lors de la traversée de la Penfeld). Au tdp 52, elle va jusqu'à suspendre la réticence didactique pour dicter à Émilie ce qu'elle doit écrire au tableau. Pour le moment, les élèves s'en tiennent à une conception « positiviste » de l'histoire où le document, transparent au passé, fournirait des informations « objectives » et indiscutables.

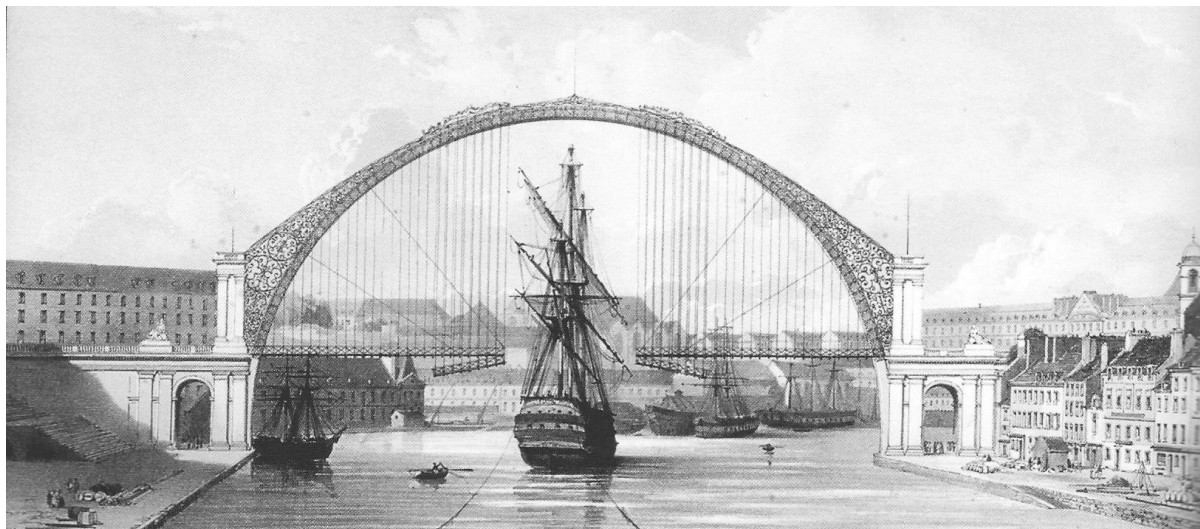
A l'issue de cette séance, les élèves ont finalement établi le cahier des charges de la construction du pont qui est motivé essentiellement par l'opposition de la Marine au franchissement de la Penfeld et qui apparaît dans la suite du compte rendu des délibérations du Conseil municipal de Brest. Ce cahier des charges succinct est le document « institutionnalisé » dans la classe sur la base duquel le reste des travaux de la classe sera organisé :

- Le pont doit enjamber la Penfeld
- Il ne doit pas empiéter sur les installations de l'arsenal situées sur les rives de la Penfeld
- Il ne doit pas gêner la circulation des navires de guerre

3. Pourquoi ce pont-là et pas un autre ? (séance n°4)

Les séances suivantes se sont déroulées autour d'une question différente. A la suite de la rédaction du cahier des charges par la Municipalité de Brest en 1843, divers projets furent soumis. En 1854, la décision se fit entre deux principaux projets, celui du pont tournant finalement adopté et présenté par les ingénieurs parisiens Cadiat et Oudry (documents n°1, 2 et 3), et celui d'un entrepreneur Brestois membre du Conseil municipal, Tritschler, qui avait la faveur de la municipalité de Brest (document n°4). Ce pont aurait été constitué d'un tablier amovible suspendu à une grande arche de fonte et de fer forgé offrant un passage permanent aux piétons (sous réserve de gravir les 200 marches de chaque côté de l'arche).

Document n°3 : Vue du pont sur la Penfeld entre Brest et Recouvrance, projeté en 1843 par M. Tritschler fils, entrepreneur des fortifications. 1843. Lithographie. Collection des archives de Brest. Cote 2Fi00409.



La séance que nous allons décrire est organisée autour du modèle de « système technique » (Griset & Bouvier, 2012). Ce modèle permet de rompre avec une logique internaliste de l'histoire des techniques selon laquelle une innovation technique en aurait entraîné une autre, à l'image de la course entre filage et tissage dans l'Angleterre de la fin du XVIIIe siècle. Popularisé par Bertrand Gille (1979), ce modèle montre au contraire que le trinôme matériau / moteur / énergie interagit avec des logiques économiques, sociales et politiques, selon un processus d'interactions systémiques. En conséquence, l'histoire des techniques peut être considérée comme une composante de l'histoire culturelle car la culture des acteurs et les controverses qui les animent deviennent des éléments clés de l'explication historique. Toutefois, le modèle fut renouvelé par Thomas Hughes (1979, 1998) qui évoque plutôt le *Macro système technique (Large Technical system)*. Ce modèle permet par exemple de comprendre que Thomas Edison n'avait pas seulement inventé la seule ampoule à incandescence. Il créa un système complet de distribution d'électricité à Manhattan au tournant des années 1870 et 1880. Il construisit une centrale électrique, un réseau de distribution d'électricité et un système d'éclairage électrique. Pour réaliser cela, il était à la tête d'un laboratoire de recherche et d'une communauté composée de mécaniciens, d'électriciens, de scientifiques mais aussi de juristes. L'invention de la lampe à incandescence n'apparaît alors plus comme une invention géniale, mais comme la solution à un problème technique. En conformité à la loi d'Ohm, l'adoption du filament de lampe à haute résistance conduisit à une augmentation de la tension dans le circuit électrique et à une réduction de l'intensité, celle-là même qui occasionnait des pertes d'énergie dans le réseau de distribution électrique.

Le modèle du Macro système technique permet en outre de comprendre que le choix des acteurs s'effectue en fonction de contraintes matérielles et techniques mais également de divers héritages et d'une culture technique. La construction des chemins de fer français le montre aisément (Caron, 1998). L'organisation du réseau ferroviaire en étoile autour de Paris est héritée du réseau des routes royales. De même, le choix des voitures constituées de compartiments signale l'héritage des diligences. Par ailleurs, les virages à long rayon de courbure et les pentes douces nécessitaient la construction de nombreux ouvrages d'arts

(pont, tunnels) dont l'une des fonctions était également de montrer les compétences techniques des ingénieurs des Ponts et Chaussées.

L'étude d'un Macro système technique doit être reliée à celle d'autres macros systèmes techniques tels que la sidérurgie pour la production des rails, la métallurgie pour la production de locomotives, sans oublier le système bancaire qui finança la construction des chemins de fer et le système politique qui l'impulsa. Enfin, un Macro système technique connaît une évolution permanente car l'amélioration d'un seul composant, en réponse à la survenue d'un problème, entraîne l'évolution de l'ensemble du système.

Il est donc possible de comprendre les raisons du choix de l'un des deux projets de ponts sur la Penfeld à travers le prisme du modèle de système technique. Ce dernier articule ensemble des productions techniques, les savoirs à l'œuvre dans leur élaboration et la diversité des acteurs amenés à intervenir dans les controverses techniques et politiques à l'origine du choix de l'un des deux projets. L'objectif était de répondre au problème suivant : « Pourquoi ce pont-là, et pas un autre, a été construit sur la Penfeld ? ». Ce questionnement se situe entre la sphère d'action du pouvoir politique local et la sphère d'action des ingénieurs capables de proposer au pouvoir politique des solutions au problème posé. Pour répondre par exemple à la question : « Pourquoi le pont a-t-il la forme qu'il a ? », il faut tenir compte des contraintes physiques du lieu (un cours d'eau assez profondément encaissé et envasé, l'action des marées et des vents violents) mais aussi des contraintes politiques liées à la présence de l'arsenal sur la Penfeld et à l'opposition de la Marine à ce projet de pont. Finalement, les réponses au problème apportées par les ingénieurs concernent le matériau utilisé (les volées du pont constituées d'un treillis métallique) et le mécanisme d'ouverture du pont permettant le passage des navires de guerre (Baxandall, 1985, p. 60-63). Mais la décision ne fut vraiment emportée que par le pouvoir politique national seul capable d'imposer à la Marine la construction de ce pont. Le tableau n°2 propose une comparaison des différents éléments du système technique dans lequel s'insère chacun de ces projets.

Tableau n°2 : Les raisons du choix du pont tournant sur la Penfeld en 1854 (d'après Levot, 1862)

	Projet Tritschler	Projet Cadiat-Oudry
Concepteurs	Entrepreneur brestois de travaux publics (construction de fortifications)	Ingénieurs parisiens ayant déjà construit le pont d'Arcole à Paris
Matériaux utilisés	Fonte, fer forgé	Fer, tôle
Lieu de fabrication	Brest ?	Usines Schneider au Creusot
Caractéristiques	Pont en arche. Forte prise au vent	Pont tournant à deux volées pivotantes. Simplicité technique (cabestans, rouleaux, engrenages)
Conflits d'acteurs	Opposition de la Marine	Opposition de la Marine
Soutiens politiques	Conseil municipal de Brest	Napoléon III Schneider (président du Corps législatif) Administration des Ponts et chaussées

Les différents éléments du cahier des charges, les caractéristiques du projet Tritschler et celles du projet de pont tournant finalement retenu, rédigées sous forme de fiches par les élèves lors de séances de recherche documentaire, ont été disposés par les enseignants sur le tableau de la classe. Le tableau n°3 rend compte de la démarche suivie. Ce tableau est constitué de cinq lignes horizontales thématiques. De haut en bas : la métallurgie, les

principaux acteurs impliqués dans le projet de pont, les deux projets en lice, le cahier des charges liés à la nécessité de franchir la Penfeld en toute sécurité, et la succession des différents projets. Les informations sont disposées au croisement de ces lignes thématiques et de colonnes qui introduisent un déroulé chronologique. Nous entourons les raisons qui ont conduit à l'élaboration du cahier des charges (réponse à la question « pourquoi un pont ? ») et les deux solutions proposées par chacun des projets en lice en 1854 (réponse à la question : « pourquoi ce pont-là ? »).

Tableau n°3 : Les systèmes techniques du pont Tritschler et du pont Cadiat-Oudry

	Architecture métallique	Production de fonte		Production de fer	Constructeur : Schneider, Le Creusot
Opposition de la Marine à la construction d'un pont		Tritschler, entrepreneur Brestois, Conseiller municipal	Soutien du Conseil municipal de Brest	Cadiat et Oudry, ingénieurs parisiens reconnus	Soutien de Napoléon III contre la Marine
		1843 Projet Tritschler : arche en fonte et fer forgé		1854 : Projet Cadiat-Oudry : pont tournant en fer actionné par des cabestans	
1825 Noyades dans la Penfeld	1836 Pétition des habitants de Recouvrance en faveur du pont sur la Penfeld	1843 Cahier des charges : ne pas empiéter sur les rives ; permettre le passage des navires			
1831 Projet pont de bateau refusé par la Marine			1854 Rejet du projet Tritschler	1854 Adoption du projet Cadiat-Oudry	1856-1861 Construction du pont tournant en fer

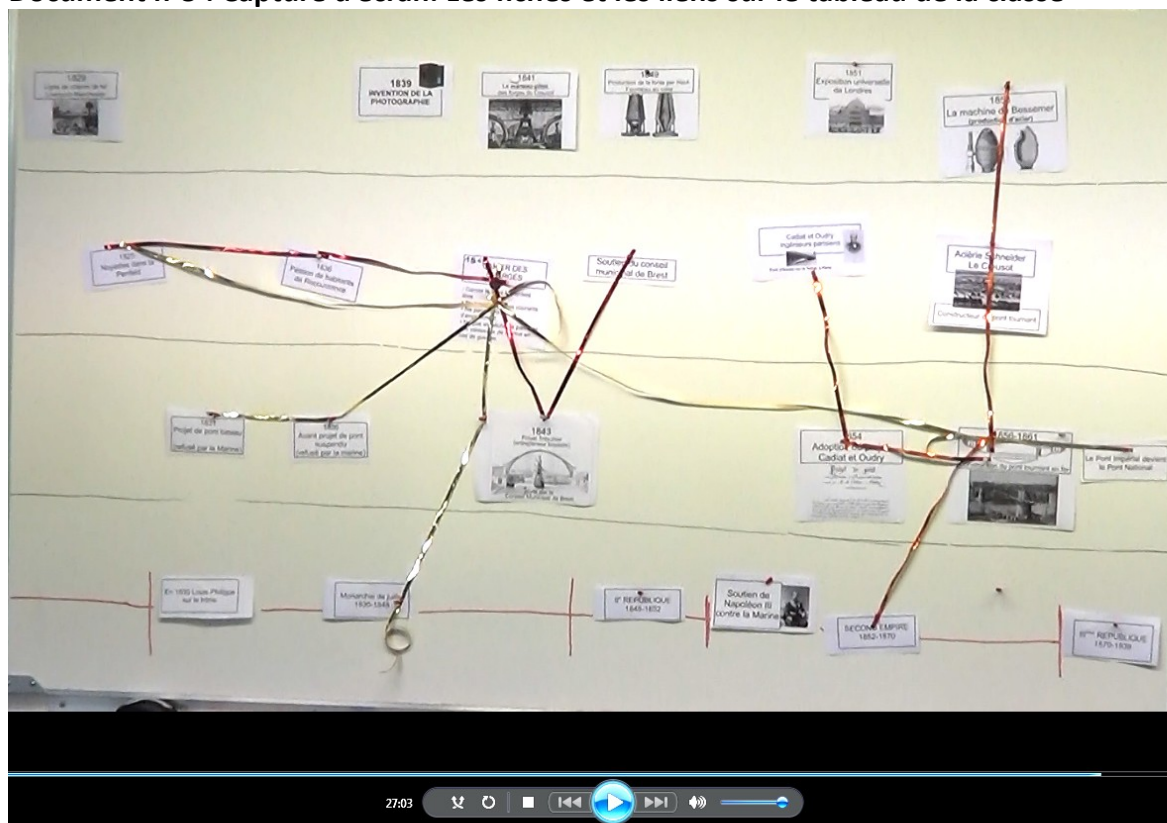
----- Raisons du cahier des charges

— — Système technique du pont Tritschler

———— Système technique du pont Cadiat-Oudry

Dans un second temps, les élèves ont disposé des fils de couleurs différentes pour rendre explicites les relations suggérées implicitement par les dispositions des informations dans les différentes cellules du tableau. L'objet de la séance a donc consisté à lier entre elles par des fils de couleurs différentes, les fiches fixées sur le tableau blanc par les enseignants, afin d'explicitier le modèle du système technique du pont Tritschler et celui du pont Cadiat-Oudry. Ce modèle a structuré la réflexion des professeurs et l'organisation de leur séance, mais il n'a pas été présenté explicitement en tant que tel aux élèves. Le document n°5 donne un aperçu du tableau de la classe.

Document n°5 : Capture d'écran. Les fiches et les liens sur le tableau de la classe



L'élaboration de ce tableau constitue une transformation du milieu didactique (ou *mésogénèse*) en relation avec le jeu épistémiques de l'historien des techniques. Ce tableau est un exemple d'outil graphique au service de la pensée (Cariou, 2012, p. 129-135). Par la disposition chronologique (en colonnes) et thématique (en lignes) des fiches réalisées préalablement par les élèves, le tableau suggère des rapprochements et des relations qui constituent chaque système technique et qui permettent ensuite de comparer les deux systèmes techniques ainsi formalisés. Le tableau est transformé ainsi en un « espace-problème » à parcourir par les élèves pour formuler, cartographier et résoudre un problème (Doussot, 2011, p. 73-86 et p. 116-137) et pour expliquer pourquoi le projet du pont tournant fut préféré au projet Tritschler. Ce tableau montre en quoi la transformation du milieu didactique est susceptible de produire un apprentissage par la transformation d'un ensemble de formes symboliques non reliées entre elles en un système de formes symboliques mises en relation par un système cohérent – le modèle du système technique - que donnent à voir les fils reliant les fiches entre elles (Sensevy, 2015). Comme il n'est pas certain pour autant que les élèves soient vraiment parvenus à bâtir eux-mêmes ces relations, nous verrons comment les extraits des transcriptions suggèrent en creux les stratégies possibles pour organiser ces formes symboliques et résoudre le problème posé.

Nous étudions ci-après les interventions des élèves qui justifient les liens qu'ils ont placés sur ce tableau. Le premier groupe a présenté le cahier des charges en établissant des liens entre les événements préalables au cahier des charges et que nous ne reprendrons pas ici. L'extrait ci-dessous indique les justifications du groupe qui a présenté le système technique du pont Tritschler. Cet extrait montre une relative transformation des transactions entre les professeurs et les élèves.

Extrait de transcription n°4

84	PHG	Alors, qu'est-ce que vous avancez comme autre lien ?
85	Louna	Du coup, on a relié le projet de pont Tritschler avec le Conseil municipal de Brest.
86	PHG	Oui, pourquoi ? Vous vous rappelez pourquoi essentiellement ce pont avait retenu le soutien du Conseil municipal ?
87	Louna	Je ne sais pas.
88	PHG	Alors, qui était Tritschler ? Est-ce que quelqu'un s'en rappelle de ça ?
89	Samir	(<i>Lisant</i>) Entrepreneur de travaux publics.
90	PHG	Voilà. C'est un entrepreneur de travaux publics. Il se trouve qu'il fait aussi partie du conseil municipal et donc visiblement, il avait réussi à convaincre le Conseil municipal de construire le pont. Alors, il est en quoi ce pont ?
91	Louna	En fer.
92	PHG	En fer ? Pas seulement, il est aussi dans un autre métal, en...
93	Samir	En fonte
94	PHG	En fonte. Est-ce qu'il n'y a pas moyen de créer d'autres liens ?
95	Louna	Avec l'architecture métallique.
(...)		
108	PHG	Vous pensez que ça peut être intéressant, pour un pont en fonte, de la fonte ?
109	Louna	Ben, oui. (<i>Tire un fil du pont Tritschler vers le haut fourneau</i>).

La transformation du milieu n'opère pas un changement radical par rapport à ce qui a été observé précédemment car les élèves ne parviennent pas à résoudre le problème. L'enseignante est obligée de répondre à sa propre question sur le lien entre Tritschler et le Conseil municipal de Brest (tdp 90) et elle conduit Louna à établir deux liens, qui n'avaient pas été prévus par son groupe, entre l'architecture métallique (tdp 95) et la production de fonte par un haut-fourneau (tdp 109). L'analyse de ces échanges montre que la nature des liens reste implicite, ce qui réduit la capacité des élèves à transformer cette accumulation de formes symboliques en un ensemble cohérent de significations. Les liens concernant le cahier des charges sont des liens de causalité alors que les liens visualisant le système technique de chacun des deux ponts sont hétérogènes : ils signalent une relation politique (le soutien du conseil municipal de Brest ou celui de Napoléon III), une relation technique (la fonte est produite par le haut-fourneau) ou une relation logique (chaque projet respecte le cahier des charges).

La transformation du milieu permet toutefois aux professeurs de montrer ostensiblement les éléments de savoir sur le tableau et de faire percevoir aux élèves des liens logiques que ces derniers concrétisent ensuite sous la forme de fils de couleurs différentes. Durant la première séance, les élèves n'avaient affaire qu'à des mots extraits du compte-rendu du Conseil municipal et présentant peu de sens pour eux. Ici les informations sont disposées selon une logique implicite qu'il s'agit de visualiser et de verbaliser. On pourra objecter que le jeu d'apprentissage n'est pas fondamentalement transformé par cette construction car il consiste toujours à *retrouver* ou à deviner un savoir implicite.

Il en va de même pour le troisième groupe chargé de relier entre eux les éléments du système technique du pont tournant construit par les ingénieurs parisiens Cadiat et Oudry.

Extrait de transcription n°5

116	PHG	Alors, vous prenez le pont tournant et vous nous expliquez pourquoi vous avez mis les liens.
117	Emilie	Alors on a mis Cadiat-et Oudry parce que c'est eux qui l'ont fait.
118	PHG	Oui, d'accord.
(...)		
124	Emilie	Ben, du coup là, ça montre qu'ils sont ingénieurs (<i>montre l'étiquette : Cadiat et Oudry, ingénieurs parisiens</i>).
125	PTech	Et, est-ce que tu peux lire ce qui est marqué sur la fiche ?
126	Emilie	(<i>Lisant</i>) Cadiat et Oudry, ingénieurs parisiens. Pont d'Arcole sur la Seine à Paris.
127	PTech	Alors, c'est une de leurs réalisations, ils sont parisiens.
128	PHG	Alors, ensuite, il y avait ce lien aussi (<i>montre le lien avec la fiche Second Empire</i>)
129	Emilie	Oui, heu, c'est pour dire le moment.
130	PHG	Alors, quel moment ?
131	Emilie	Le Second Empire
132	PHG	Oui. Le Second empire. Alors, quel est l'homme politique qui est à la tête du Second Empire ? L'empereur... ?
133	Emilie	Napoléon
134	PHG	Oui, Napoléon, mais lequel ? ça fait partie de vos repères historiques pour le Brevet, hein, donc, il faut vraiment le retenir.
135	Mathieu	Troisième République.
136	PHG	C'est le Second Empire et... ? Il n'est pas sur le tableau, là, Napoléon III ? (<i>Emilie montre l'étiquette Napoléon III</i>). Voilà, alors est-ce que vous avez un fil à rajouter, là ? (<i>Emilie relie Napoléon III au Pont tournant</i>).
137	PTech	C'est bon ?
138	Emilie	Oui
139	PHG	Ici vous avez les aciéries Schneider le Creusot et la machine Bessemer. Alors. Pourquoi ?
140	Emilie	On a relié à l'aciérie parce que...
141	PTech	Parce que c'est eux qui ont construit le pont.

Emilie établit des liens à la fois matériels, avec les fils de couleurs différentes, et logiques, sous la forme d'explications (tdp 117, 124, 129, 140). Les fiches disposées sur le tableau permettent de faire jouer aux élèves le jeu de la confrontation des informations qui n'avait pas été possible durant la première séance étudiée plus haut. Cependant, l'ostension des éléments de savoir par les enseignants (tdp 125, 128, 136) a pour effet de faire repérer des relations (tdp 136 : « Il n'est pas sur le tableau, là, Napoléon III ? (...). Voilà, alors est-ce que vous avez un fil à rajouter, là ? ») pour leur indiquer ce qu'ils ont à faire – tendre un fil d'une fiche à une autre - plutôt qu'à travailler les raisons de l'explication historique. Cet extrait montre pourtant que la disposition des liens par les élèves aurait pu les conduire à reconstituer le système technique du pont tournant : un pont en fer conçu par des ingénieurs parisiens avec l'appui de Napoléon III – seul capable d'imposer sa volonté à la Marine - et construit par les usines sidérurgiques du Creusot. Le milieu ainsi construit se donne à voir comme un espace sémiotique organisé en fonction du modèle du système technique.

Le dernier extrait de transcription montre en quoi ce milieu, visualisant les contraintes liées au cahier des charges et aux caractéristiques des deux ponts, pourrait constituer un « espace-problème » : il permet aux enseignants de formaliser et de montrer

du doigt un problème (tdp 168, 190, 196 ci-dessous), tout en fournissant aux élèves les arguments qui leur auraient peut-être permis d'y répondre.

Extrait de transcription n°6

168	PTech	Pour conclure, deux projets de pont (<i>montre les deux ponts au tableau</i>). Pont Tritschler, Pont Cadiat-Oudry. Pour quelles raisons, c'est ce pont-là (<i>montre le pont tournant</i>) qui a été choisi ?
169	Mathieu	Parce que, il correspond au cahier des charges.
170	PTech	Il correspond au cahier des charges, évidemment. Les deux projets répondaient au cahier des charges.
171	Nadia	C'est parce que les voitures, elles pouvaient pas passer sur le premier pont.
172	PTech	Si, il y avait une passerelle amovible, elles pouvaient passer là.
173	Eva	Il coûtait moins cher à cause des matériaux, peut-être.
174	PTech	Ça, on ne sait pas. Peut-être, ça on ne sait pas. Il y a une raison principale. La raison pour laquelle ce pont-là a été abandonné.
175	Eva	Il était moins lourd.
176	PTech	Sans doute, on ne sait pas, celui-là devait être moins lourd, on ne sait pas.
177	Louna	(<i>Inaudible</i>)
178	PTech	Non. Une autre raison. C'est pas forcément une raison technique. C'est d'autres raisons.
179	Nadia	C'était plus facile de passer
180	PTech	Non, c'était pas des raisons techniques
181	Mathieu	Plus pratique.
182	Nadia	Parce qu'on a changé de...
183	PTech	Regardez là.
184	Samir	La hauteur.
185	PHG	Oui ?
186	Nadia	On est passé de la Monarchie de Juillet à l'Empire...
187	PTech	Non, c'est pas ça. Un pont ici, projet d'ingénieurs. Ici, un entrepreneur brestois. D'accord ? Il n'avait peut-être jamais construit de pont, d'ailleurs. Ici, un projet Cadiat-Oudry, des architectes parisiens qui ont déjà construit...
188	Mathieu	Ils sont plus sûrs.
189	PTech	D'accord et peut-être avec des appuis différents. Qui connaît Tritschler ? Il est connu de qui ? (<i>Silence des élèves</i>) Qui connaît ce monsieur ?
190	PHG	Regardez ceux qui l'ont soutenu (<i>montre le lien au tableau</i>).
191	Estelle	Conseil municipal.
192	PTech	Voilà.
193	PHG	Il est connu essentiellement des...
194	Nadia	Des Brestois.
195	PHG	Il est connu essentiellement des Brestois.
196	PTech	Qui connaît ces gens-là ? Ces gens-là sont connus ou pas ? (<i>montre la fiche Cadiat et Oudry</i>)
197	Elèves	Oui.
198	PTech	Leurs bureaux d'étude se situent à... ?
199	Elèves	Paris
200	PTech	Qu'est-ce qu'il y a à Paris ? En dehors de leur bureau d'étude ?
201	Eva	Napoléon
202	PTech	Napoléon III. Le gouvernement, les instances politiques, d'accord ? Ces hommes-là, ils ont certainement aussi des appuis politiques très importants.

Le tableau permet la *sémiose didactique* (Sensevy, 2011, p. 191-193) par laquelle les professeurs montrent (par la parole et par le geste) ce qui doit faire signe aux élèves (tdp 168, 172, 183, 187, 190, 196). En réponse, les élèves comparent les deux systèmes techniques : Eva : « Il coûtait moins cher à cause des matériaux » (tdp 173) ; Eva : « Il était moins lourd » (tdp 175) ; Mathieu : « Plus pratique » (tdp 18) ; Samir : « La hauteur » (tdp 183). Ils cherchent les raisons qui ont conduit au choix du pont tournant. Ces raisons s'apparentent à celles qui conduisirent effectivement au choix du pont tournant en 1854 : un pont en fer est moins lourd, moins coûteux et plus solide qu'un pont en fonte. Le projet Tritschler fut rejeté car on craignait en effet qu'un pont si haut et si fragile ne résiste pas aux tempêtes qui balaient régulièrement la région (Levot, 1862).

Cependant, les professeurs privilégient une explication mono-causale. Ils cherchent à faire jouer aux élèves un autre jeu que celui auquel ils jouent. Les élèves cherchent à comparer deux systèmes techniques pour expliquer le choix technique du pont tournant. En revanche, les enseignants sont davantage centrés sur les acteurs et cherchent à faire trouver par les élèves la cause politique du succès du projet de pont tournant. Mais le tableau étant construit en fonction du modèle du système technique, le milieu résiste au contrat et aux attentes des professeurs. Il va jusqu'à l'envahir puisqu'il conduit les élèves à outrepasser les intentions des enseignants. Les élèves tentent de s'orienter dans l'espace symbolique des significations du milieu afin de résoudre un problème alors que les enseignants, eux, ne jouent pas le jeu du milieu qu'ils ont eux-mêmes construit. Les réponses des élèves sont invalidées par les enseignants qui imposent finalement la réponse qu'ils attendaient (tdp 202) et à laquelle les élèves pouvaient difficilement accéder puisqu'elle met en jeu une explication politique, alors que la séquence a porté sur une étude des techniques de construction des ponts.

L'ensemble de ces remarques nous conduit à formaliser dans le tableau suivant la stratégie réellement mobilisée par les enseignants lors de cette séance d'apprentissage et la stratégie qu'ils auraient pu développer à la faveur du milieu qu'ils ont mis en place. Nous cherchons à dégager ici la *stratégie contrefactuelle* qui apparaît en creux dans les interventions des élèves, pour envisager une bifurcation possible de la pratique des enseignants (Sensevy, 2015, p. 71-73).

Tableau n°4 : Stratégie actuelle et stratégie contrefactuelle dans la séance observée

	Contrat ←	→ Milieu
	Stratégie actuelle	Stratégie contrefactuelle
Description	Établir un lien entre chaque fiche disposée sur le tableau	Dégager la logique implicite du tableau : <ul style="list-style-type: none"> • Comparer les caractéristiques de chacun des deux ponts pour confronter deux systèmes techniques • Mettre en évidence les différents types d'acteurs (Conseil municipal de Brest, Schneider, Napoléon III...)
Dialectique contrat / milieu	Devinette : trouver la « bonne » réponse de type mono-causale (intervention de Napoléon III) Le contrat envahit le milieu	Explorer les significations du milieu pour les organiser en un système cohérent et pour résoudre un problème (Pourquoi le choix du pont parisien et le rejet du projet Tritschler ?)

		Examiner les différents possibles : <ul style="list-style-type: none"> • Le conseil municipal de Brest pouvait-il – sans l'intervention de Napoléon III - vaincre l'opposition de la Marine ? • Tritschler (entrepreneur de travaux publics) était-il aussi qualifié que Cadiat et Oudry pour construire un pont ? Contrat permet d'explorer le milieu
Dialectique réticence / expression	Expression > réticence (invalider les réponses des élèves et leur dire ce qu'il y a à faire)	Expression < réticence (rebondir sur les réponses des élèves pour explorer les formes symboliques du milieu)

Ce tableau montre que les enseignants se situent surtout dans un registre cohérent avec le contrat didactique habituel de la classe d'histoire, alors que le milieu qu'ils ont construit aurait permis un renouvellement de ce contrat. En conséquence, ils attendent une explication mono-causale du problème soulevé quand les élèves en tentent une explication plus systémique.

Conclusion

Les analyses proposées ici restent exploratoires et nos conclusions provisoires devront être vérifiées dans la suite de cette expérience destinée à se poursuivre encore une année.

Nous pouvons cependant indiquer l'importance du lien entre la nature du milieu didactique et les activités des élèves. Un milieu constitué d'un texte unique et univoque confine les élèves dans le contrat didactique habituel en classe d'histoire de prélèvement et de restitution d'informations. Il empêche tout exercice de la pensée critique. En revanche la construction d'un milieu plus antagoniste au contrat didactique habituel, par une organisation spatiale des informations structurée par le modèle du système technique, conduit les élèves à jouer un autre jeu d'apprentissage et à s'appuyer sur des ressources jusque-là inexploitées du contrat didactique telles que la capacité à confronter des informations et à argumenter des choix.

Ce constat nous conduit à deux autres remarques.

La première porte sur l'importance du travail avec les enseignants dans leur classe. Alors que le chercheur ignorait initialement à quels apprentissages ce type de projet pouvait conduire, les tâtonnements de ces professionnels ont fait émerger de nouvelles pratiques possibles autour d'un objet technique. Ce faisant, ils ont ouvert des perspectives pour la recherche et la formation des enseignants.

La seconde, qui découle de la précédente, est que le « modèle positiviste d'apprentissage de l'histoire » ne semble pas inévitable car il s'appuie sur des pratiques qui peuvent évoluer avec la construction d'un milieu davantage pourvoyeur de significations pour les élèves. La prise en compte d'une possible stratégie contrefactuelle permet en effet de comprendre la dynamique de la situation d'apprentissage effective. Elle signale un hiatus entre le contrat didactique mis en œuvre par les enseignants et le milieu qu'ils ont effectivement construit : ce milieu est adéquat au problème posé car il présente un certain nombre de significations dont la mise en relation systémique aurait permis d'établir une conjecture quant au choix de l'un des deux projets (le fer est moins lourd et plus solide que la fonte, Cadiat et Oudry sont des ingénieurs plus expérimentés que Tritschler, etc.). A rebours, cette stratégie contrefactuelle laisse entrevoir la possibilité d'une dialectique du

contrat et du milieu davantage pourvoyeuse d'apprentissages. Nous émettons donc l'hypothèse que l'exercice par les élèves d'une pensée critique suppose un milieu suffisamment antagoniste au contrat actuel ainsi que le rapprochement entre les pratiques historiennes et les pratiques scolaires de l'histoire, puisque c'est la référence à la pratique des historiens des techniques qui a permis la construction de ce milieu.

Références bibliographiques :

- AUDIGIER, F. (1995). Histoire et géographie : des savoirs scolaires en question entre les définitions officielles et les constructions des élèves. *Spirales. Revue de recherche en éducation*, 15, p. 61-89.
- BAXANDALL, M. (1985/1991). *Formes de l'intention. Sur l'explication historique des tableaux*. Trad. fr. Nîmes : Editions Jacqueline Chambon.
- CARIOU, D. (2012). *Écrire l'histoire scolaire. Quand les élèves écrivent en classe pour apprendre l'histoire*. Rennes : PUR.
- CARIOU, D. (2013). Les déséquilibres entre contrat et milieu dans une séance d'histoire à l'école primaire. Une étude exploratoire. *Éducation et didactique*, 7 (1), p. 9-32.
- CARON, F. (1998). La naissance d'un système technique à grande échelle. Le chemin de fer en France (1832-1870). *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 53^e année, n°4-5, p. 859-885.
- DEWEY, J. (1938/1967). *Logique. La théorie de l'enquête*. Trad. fr. Paris : PUF.
- DOUSSOT, S. (2010). Pratiques de savoir en classe et chez les historiens : une étude de cas au collège. *Revue française de Pédagogie*, 173, p. 85-104.
- DOUSSOT, S. (2011). *Didactique de l'histoire. Outils et pratiques de l'enquête historique en classe*. Rennes : PUR.
- FEBVRE, L. (1941/1995). Vivre l'histoire. Propos d'initiation. *Combats pour l'histoire*. Paris, rééd., Pocket, p. 18-33.
- GILLE, B. (1979). La notion de système technique. Essai d'épistémologie technique. *Culture technique*, 1, p. 8-18.
- GRISSET, P. & BOUVIER, Y. (2012). De l'histoire des techniques à l'histoire de l'innovation. Tendances de la recherche française en histoire contemporaine. *Histoire, économie et société*, 31 (2), p. 29-43.
- GUEDJ, M., LAUBE, S. & SAVATON P. (2007). Éléments de problématique et de méthodologie pour une didactique de l'épistémologie et de l'histoire des sciences et des techniques (EHST). *Actualité de la recherche et de la formation*. Strasbourg.
- HUGHES, T. P (1979/1983). The Electrification of America: The Systems Builders. Traduction française : L'électrification de l'Amérique. Les bâtisseurs de systèmes. *Culture technique*, 10, p. 21-41.
- HUGHES, T. P. & COHEN, Y. (1998). L'histoire comme systèmes en évolution. *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 53^e année, n° 4-5, p. 839-857.
- KOSELLECK, R. (1997). *L'expérience de l'histoire*. Trad fr. Paris : Gallimard / Seuil.
- LEVOT, P. (1862). Le pont impérial en 1861. *Bulletin de la société académique de Brest*, tome 2, p. 288-307. Brest : Service Historique de la Défense, cote L. 2175.
- NIETZSCH, E F. (1874/1990). De l'utilité et des inconvénients de l'histoire pour la vie. *Considérations inactuelles I et II*. Trad. fr. Paris : Gallimard, collection Folio.
- SENSEVY, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.

- SENSEVY, G. (2015). Analyzing Teachers' Pedagogical Content Knowledge from the Perspective of the Joint Action Theory in didactics. In Grangeat M. (ed.). *Understanding Science Teacher Professional Knowledge Growth*. Sense Publisher, p. 59-80.
- TUTIAUX-GUILLON, N. (2003). L'histoire scolaire en France. Un modèle résistant aux débats et aux controverses. BACQUES M.-C., BRUTER A. TUTIAUX-GUILLON N. (dir.). *Pistes didactiques et chemins d'historiens. Textes offerts à Henri Moniot*. Paris : L'Harmattan, p. 267-284.
- WINEBURG, S. (1991). On the Reading of Historical Texts: Notes on the Breach between School and Academy. *American Educational Research Journal*, 28 (3), p. 495-519.