
L'agrégation de mécanique : la constitution progressive d'une discipline

The "Agrégation" in mechanics : the progressive establishment of a discipline

Abdelkarim Zaid et Bertrand Daunay



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/educationdidactique/2382>

DOI : 10.4000/educationdidactique.2382

ISSN : 2111-4838

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 16 décembre 2015

Pagination : 75-94

ISBN : 978-2-7535-4878-7

ISSN : 1956-3485

Référence électronique

Abdelkarim Zaid et Bertrand Daunay, « L'agrégation de mécanique : la constitution progressive d'une discipline », *Éducation et didactique* [En ligne], 9-3 | 2015, mis en ligne le 31 décembre 2017, consulté le 02 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/educationdidactique/2382> ; DOI : 10.4000/educationdidactique.2382

L'AGRÉGATION DE MÉCANIQUE : LA CONSTITUTION PROGRESSIVE D'UNE DISCIPLINE

*Abdelkarim Zaid, ESPE Lille Nord de France. Théodile (CIREL - ÉA 4354)
Bertrand Daunay, Université de Lille. Théodile (CIREL - ÉA 4354).*

Cet article rend compte d'une partie d'une recherche qui étudie l'évolution de la mécanique, une discipline de l'enseignement secondaire. Il se focalise en particulier sur l'évolution d'un contenu, qui est une composante de la mécanique: l'Automatique et l'Informatique Industrielle (AII), à partir de l'examen du corpus intégral des instructions officielles et des rapports de jury de l'agrégation de mécanique (l'AM). Un point de vue didactique est mobilisé en vue de restituer l'évolution des désignations, fonctions et références de l'AII. Il s'agit également de caractériser le rapport entre l'image construite de l'AII dans les rapports de jury, conçus comme genre d'écrit, et l'AII dans les pratiques de références sélectionnées.

Mots-clés: formation des enseignants, agrégation, mécanique, informatique industrielle et automatique, contenu didactique.

The “Agrégation” in mechanics: the progressive establishment of a discipline

This article stems from a research that studies the evolution of mechanics, a discipline of secondary education. It focuses in particular on the development of a content, which is a component of the mechanics: the Automatic and Industrial Informatics (IIA), through the examination of the full corpus of official instructions and reports of jury of the “agrégation¹” in mechanics (AM). A didactic point of view is mobilized to account changing designations, functions and references of the IIA. It is also to characterize the relationship between the constructed image of the IIA in the reports of the jury, as a genre of writing, and the IIA in the industrial practices taken as references

Keywords: teacher education, agrégation, mechanics, automatic and industrial informatics, content, didactics.

INTRODUCTION

La *mécanique*, en contexte d'enseignement scolaire, peut être considérée comme l'ensemble des contenus, démarches et outils que le professeur de mécanique est censé maîtriser pour enseigner. Si nous pouvons aujourd'hui la concevoir comme une *discipline* – au sens de Chervel (1988)² –, nous nous proposons de décrire la constitution progressive de cette discipline dans un corpus de textes spécifiques, les rapports de l'agrégation de mécanique, l'un des concours de recrutement des professeurs de mécanique dans le secondaire en France³. Ce choix dit clairement que nous ne cherchons pas à approcher les enseignements effectifs dans les classes, mais en quelque sorte une *représentation* des contenus mécaniques⁴ visés par les enseignements de mécanique en milieu scolaire, telle qu'elle se dessine dans des textes prescriptifs bien particuliers que sont les rapports d'agrégation de mécanique. Ce corpus n'est pas choisi au hasard, tant les rapports de concours – particularité française dans le processus de recrutement des enseignants du secondaire – ont grandement influencé et influencent encore le façonnement des disciplines scolaires (Chervel, 1993) : c'est bien le cas pour la mécanique – et de manière exemplaire, comme on le verra.

Notre thèse est que la discipline « mécanique » s'est constituée lentement, par une sorte de *disciplinarisation* des contenus mécaniques (Hamon & Lebeaume, 2013 ; Zaid, 2015), dans un processus de double référencement, à la fois à la discipline académique universitaire⁵ et aux pratiques mécaniques industrielles ou plus exactement aux écrits techniques relatifs à ces pratiques⁶ ; pour nous, la mise en cohérence disciplinaire de ces contenus mécaniques, réalisée progressivement, l'a précisément été par une *réécriture*, dans le cadre des rapports, des écrits techniques en question. Nous allons le montrer en nous focalisant sur l'un des contenus mécaniques, la conception des systèmes automatisés (Automatique et Informatique Industrielle, désormais AII⁷), et cette focalisation s'explique parce que précisément ce contenu a eu un rôle central dans la spécialisation des contenus de l'agrégation de mécanique et dans l'affirmation de sa spécificité technologique – un des éléments de la disciplinarisation de la mécanique. Pour le dire autrement, nous voulons interroger ce que révèle l'évolution des épreuves du contenu AII

par rapport à la constitution de la *mécanique* en tant que discipline d'enseignement technologique.

Dans une telle approche, la mécanique n'existe pas en tant que discipline constituée et stable, et elle l'est encore moins sur la période d'analyse adoptée dans cette étude (plus de quarante ans) : elle est plutôt caractérisée par des formes d'actualisation diverses selon les époques, les filières et les spécialités de l'enseignement technologique. Par exemple aujourd'hui, en Baccalauréat technologique série Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable, du fait de l'importance plus ou moins grande donnée à ses contenus (mécanique des systèmes, conception des systèmes, AII), la mécanique existe différemment dans différentes options : architecture et construction, énergie et environnement ou encore innovation technologique et éco-conception.

L'AGRÉGATION DE MÉCANIQUE : UN OBSERVATOIRE DE LA CONSTITUTION DE LA DISCIPLINE « MÉCANIQUE »

Les rapports de concours comme objets de recherche

L'état des recherches sur l'agrégation révèle plusieurs travaux sur l'agrégation du supérieur⁸ qui se focalisent prioritairement sur les conditions d'émergence de ces disciplines universitaires. Ces travaux s'accordent tous pour souligner le rôle de l'agrégation dans la professionnalisation du corps enseignant dans le supérieur et le développement des disciplines académiques concernées (Flandreau, 2004 ; Le Van-Lemesle, 2004 ; Linnemer & Perrot, 2004 ; Marco, 2006 ; Milet, 2001 ; Pigeyre & Sabatier, 2012).

Pour ce qui concerne les concours d'agrégation et de recrutement des enseignants du second degré, l'ouvrage de Chervel (1993) est une référence incontournable. Cet historien des disciplines met en évidence le rôle de l'agrégation en tant que révélateur du processus politique, social, curriculaire et disciplinaire complexe qui fonde une discipline ou un contenu d'enseignement, son identité et celle de son corps professoral⁹. Dans une perspective sociologique, Ropé (1994) utilise, parmi d'autres sources, les rapports des concours de lettres pour identifier les savoirs et les compétences attendues d'un professeur de français, en les mettant en lien - ou en tension

avec les savoirs et compétences visés par la formation académique et pratique des futurs professeurs de français¹⁰. En français encore, dans une approche didactique, Daunay (2002) utilise les rapports des concours (de 1835 à 2000) comme corpus principal de son analyse de l'évolution des exigences imposées aux candidats concernant le commentaire des textes littéraires, exigences qui dessinent la conception de l'exercice (et de ce qui est présenté comme son contraire, la paraphrase) dans les classes. En allemand, Lorrain (2009), par une enquête historique menée à partir de l'analyse des rapports des deux concours de recrutement que sont l'agrégation externe et le CAPES d'allemand entre 1952 et 2002, identifie les connaissances attendues des enseignants germanistes et les contenus de leur formation. Dans cette recherche, Lorrain (2009) articule une analyse des caractéristiques des candidats et de la sélection des deux concours et une analyse de contenus de leurs programmes.

S'agissant de contenus proches de ceux que nous cherchons à décrire, cette préoccupation est présente dans deux recherches sur les épreuves des concours de recrutement : d'une part, Lebeaume et Martinand (1995) analysent les épreuves de « physique-technologie » du concours de recrutement des professeurs des écoles et mettent en évidence l'implicite de ce que devrait savoir les candidats et le niveau de cette exigence et donc les implications en terme de formation ; d'autre part, Allard (1996) étudie le CAPET de construction mécanique en repérant les acquis des candidats censés être vérifiés par les épreuves.

Mais la problématique didactique d'élaboration des contenus, qui est au cœur de notre approche, est mineure dans la plupart des travaux disponibles, par ailleurs peu nombreux. Ce qui domine est la question du rôle de ces différents concours de recrutement quant à la professionnalisation des corps enseignants et la spécialisation et donc la différenciation et l'autonomisation des enseignements : de nombreuses connaissances ont ainsi été élaborées sur le processus sociologique (Goodson, 2005) d'autonomisation d'enseignements et de professionnalisation des enseignants. Mais ce qui ressort aussi, en creux, est le manque d'une approche didactique des contenus des épreuves de ces concours (Zaid & Lebeaume, 2013), de leur spécialisation grandissante et de leur rôle dans le processus de constitution de la *mécanique* en discipline scolaire. C'est l'enjeu scientifique de cet article qui examine les rapports des jurys de l'agrégation

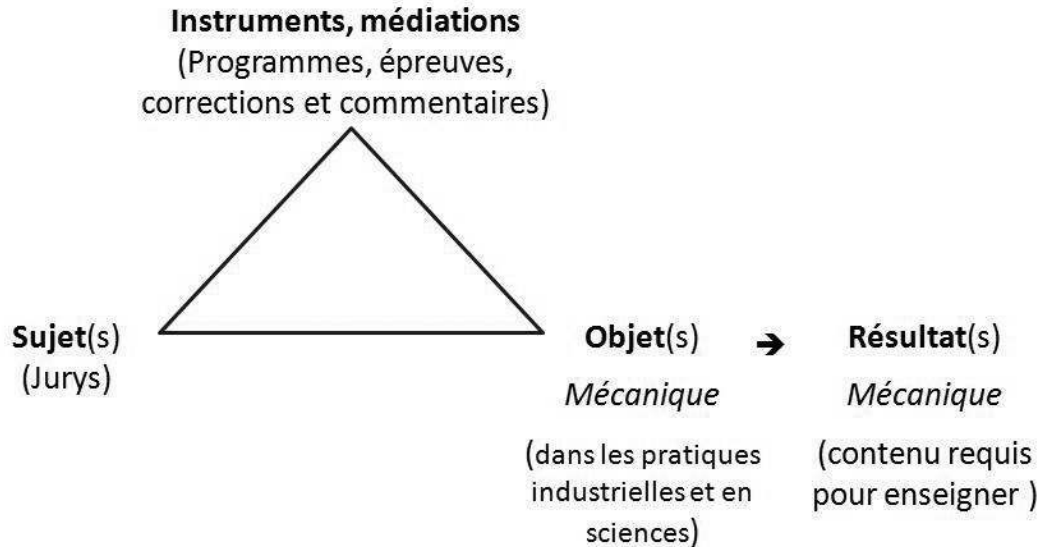
de mécanique (AM), en particulier en ce qui concerne l'AI.

Les rapports des jurys de l'agrégation de mécanique (RJ) conçus comme genre d'écrit

Le point de vue développé ici s'inscrit notamment dans les recherches didactiques sur l'écriture universitaire menées au sein de l'équipe Théodile-CIREL, en particulier les travaux de Delcambre et Reuter (2000), Reuter et Donahue (2008). Ces recherches se réfèrent aux acquis de la didactique de la lecture et de l'écriture (Daunay, 2008) articulés à une perspective socio-historique, qui mobilise la notion de genre du discours (cf. Delcambre, 2007/2013)¹¹. Elle est entendue ici dans le sens de système d'activité sociale et située caractérisé par des manières d'être, de penser, de faire, de dire, d'écrire et de lire. Dans ce cadre, un genre est caractérisé par des pratiques langagières et épistémiques : les premières renvoient notamment aux pratiques stylistiques et rhétoriques gérant les interactions sociales ; les secondes renvoient à des pratiques de production de points de vue, de croyances, de modes d'interprétation et d'actualisation de l'expérience (Bizzell 1992, citée par Donahue, 2008). Dans cette optique, analyser un genre d'écrit implique de prendre en compte son caractère situé et inséré dans des relations sociales et donc les comportements et les conduites de sujets dans un système d'activité où ces sujets interagissent et utilisent des instruments ou des moyens de médiations pour agir ensemble sur un objet, afin d'obtenir un résultat.

En ce sens, les rapports des jurys, en tant que genre d'écrit, sont ancrés dans un système d'activité (Engeström, 1987 ; Russell, 1995) dont les sujets (que sont les jurys, les candidats, l'inspection générale, l'université, le ministère de l'Éducation nationale, etc.) agissent par la médiation d'instruments (que sont les épreuves, les corrections, les commentaires, les programmes de l'agrégation et les BOEN¹² successifs qui l'organisent) en vue de réécrire, et donc *réinscrire*¹³ dans le contexte de l'AM, la mécanique relative aux pratiques mécaniques industrielles et aux sciences physiques de référence.

Figure 1 : Le système activité¹⁴
dans lequel s'inscrit le genre « rapport de jurys »



Pour nous – et c'est ce dont ce schéma permet de rendre compte – les RJ ne constituent pas uniquement une transcription des travaux des jurys successifs de l'AM, ils procèdent par *réinscription* des écrits et des pratiques techniques de référence dans le nouveau contexte du concours AM, par *abstraction* et par *visualisation* sous différentes formes de représentation – texte, schéma, dessin, équations, etc. – (Reuter, 2006 ; Goody, 1994). Les RJ comportent les traces des écrits techniques pris comme référence en termes de construction de problèmes techniques, de caractéristiques de l'activité (collective, individuelle, etc.), de processus cognitifs en jeu et de dynamique collective d'émergence d'une solution technique. Ils énoncent donc une image des contenus mécaniques indiquant ce qu'est la mécanique comme discipline scolaire et ce que doivent maîtriser les candidats pour l'enseigner à l'école. Zaid (2015) thématise trois attributs en vue de caractériser un contenu d'un point de vue didactique curriculaire.

Premièrement, un contenu, comme le dit Reuter (2015) d'une discipline, est une construction sociale ; de fait, il est le produit de négociations et un révélateur de positions d'acteurs sociaux par rapport à la sélection et la constitution d'activités scolaires existantes ou projetées ; sa construction est un processus dynamique dont le produit est instable et évolutif.

Deuxièmement, ce processus de construction d'un contenu d'enseignement procède par trois types de prises de décision (Martinand, 2012) :

- la définition des enjeux politiques qui consiste à argumenter les raisons de constituer un contenu d'enseignement donné ; dans le cas de l'enseignement de la mécanique, accompagner et anticiper l'évolution des pratiques de mécanique industrielle sont des missions centrales ;
- la sélection des enjeux éducatifs¹⁵ qui consiste en particulier à choisir *les références curriculaires* du contenu. La majeure partie de cet article sera focalisé spécifiquement sur la construction du contenu AII de la mécanique et rendra compte du processus de sélection de ses objets et de ses références ;
- l'élaboration didactique et pédagogique des activités scolaires qui consiste en particulier à construire des tâches, ayant des visées éducatives associées à des références. La référence renvoie à l'idée de choisir, dans les pratiques de conception et de production mécanique, des domaines, des problèmes techniques et des niveaux de prise de décision dans lesquels se situe le problème technique¹⁶.

Enfin, troisième attribut de la notion de contenu à considérer ici est le fait que, sous différentes influences d'acteurs (par exemple les membres de jury) et d'institutions (par exemple l'inspection

générale), en lien avec des conjonctures sociales et politiques, une discipline est organisée en contenus caractérisés par des *désignations* et des *fonctions*. D'une part, les désignations situent les contenus dans les espaces de référence possibles ou effectivement sélectionnés; d'autre part, les fonctions impliquent des modes d'intégration dans le contenu constitué. Ces fonctions seront repérées en utilisant la métaphore de composantes de *cœur* (apportant la contribution essentielle du contenu), de *service* (répondant aux besoins de la composante de cœur du contenu) et d'*ouverture* (préparant la transformation du contenu), utilisée initialement par Martinand (1994), puis reprise par Jouin (2002), pour décrire la distribution d'un même contenu dans des enseignements différents.

Comme nous l'avons vu plus haut, c'est sur la question de la sélection des objets et des références de la mécanique que nous nous arrêterons. Le processus de sélection des espaces de référence possibles pour construire un contenu implique la construction d'un cadre de sélection représenté, dans le cas de l'agrégation de mécanique, par des instructions officielles et un programme régulièrement mis à jour. Par exemple, en se référant au dernier rapport du Conseil économique, social et environnemental (*Avenir des industries mécaniques*, 2009), les références possibles en mécanique peuvent correspondre à trois domaines industriels: les matériaux, c'est-à-dire la transformation et le travail des métaux; l'équipement, c'est-à-dire la fabrication de machines et les équipements mécaniques; et la précision, c'est-à-dire la fabrication d'instruments médicaux de précision, d'optique et d'horlogerie. Mais c'est le choix des épreuves, la production des rapports de jury et l'usage qu'en font les acteurs, en particulier les enseignants, les inspecteurs et les candidats, qui délimitent en retour les espaces de référence effectivement sélectionnés dans ces écrits. Le cadre de sélection (les prescriptions, les disciplines académiques, les pratiques industrielles, les pratiques scolaires, etc.) engendre et balise ainsi le processus de configuration du contenu de la mécanique.

À la lumière de ce qui précède, deux questions seront traitées dans cet article:

- Comment fonctionne le processus d'écriture dans le genre d'écrit RJ, en particulier dans l'épreuve AII, en termes de formes d'écriture et de fonctions de ces formes?
- Que révèle l'évolution des épreuves de l'AII par rapport à la constitution du contenu AII

de la mécanique? Quelle image le scripteur de l'écrit RJ construit de l'AII?

Nous analysons les épreuves écrites et les orientations générales successives de l'épreuve AII, depuis son introduction en 1980, en les caractérisant en tant que processus d'écriture, caractérisé, comme nous l'avons vu plus haut, par la dynamique réinscription, abstraction, visualisation.

Méthode d'analyse des RJ

La constitution de l'AII est étudiée ici à partir de l'examen du corpus intégral des textes officiels (arrêtés et notes ministériels) réglementant l'AM de 1968 à 2012 et des rapports des jurys concernant, en particulier, l'épreuve d'AII publiés de 1980 à 2012¹⁷.

L'approche adoptée est qualitative (procédant par une analyse thématique) et descriptive (rendant compte des formes et du processus d'écriture). Chaque épreuve AII est analysée en vue de documenter les thèmes qu'indique le tableau 1.

tableau 1 : Grille d'analyse des genres d'Écriture RJ

Les objets de l'AII mobilisés	La description du système technique automatisé
	La construction du problème technique
	Les programmes, la correction et les commentaires du jury
Les formes d'écriture mobilisées dans le RJ	La structure textuelle
	La forme d'écriture (schéma, tableau, dessin, etc.)
	La fonction de la forme d'écriture
Le processus d'écriture du RJ	La réinscription
	L'abstraction
	La visualisation
La construction de l'image de l'AII et son évolution dans le temps	La désignation de l'épreuve
	Les problème(s) technique(s)
	Les objet(s)/système(s) technique(s)
	Le domaine de la mécanique et contexte technologiques d'application
	Les savoirs vérifiés

LA CONSTRUCTION DE L'IMAGE DE L'AII ET SON ÉVOLUTION DANS LE TEMPS

Les textes d'orientation de l'AM, les programmes et les épreuves successives de l'AII recèlent des traces de l'image que le scripteur de l'écrit rapport d'agrégation construit de l'AII. Nous restituons cette image, dans ce qui suit, d'une part, en la situant dans l'évolution globale qu'a connu l'AM depuis sa création et, d'autre part, en nous focalisant spécifiquement sur la genèse et l'évolution de l'AII qu'implique la caractérisation du genre RJ. En filigrane de cette évolution transparaîtra le rôle de cette épreuve dans le processus de spécialisation/déspecialisation (Zaid & Lebeaume, 2013) de l'AM et les implications de ce processus quant à la constitution du contenu mécanique et son insertion dans l'ensemble de l'enseignement du second degré.

L'analyse des textes officiels et des programmes (Zaid & Lebeaume, 2013.) met en évidence quatre phases qui ont jalonné la genèse puis l'évolution de l'AM :

- la création et la légitimation institutionnelle de l'AM (de 1969 à 1979) ;
- la construction de l'identité technologique de l'AM caractérisée par une orientation technologique puis sa consolidation (de 1980 à 1994) ;
- l'autonomisation de l'AM caractérisée par la technicisation¹⁹ de son contenu et ses démarches et la spécialisation du profil de l'enseignant de mécanique (de 1995 à 2004) ;
- la redéfinition de l'AM marquée par l'intégration de ses contenus et de ses démarches et la déspecialisation du profil de l'enseignant de mécanique (de 2005 à 2012).

Phase I (1969-1979) : émergence d'un contenu mécanique

À sa création en 1968, l'agrégation de mécanique est organisée selon le modèle traditionnel de la répartition des épreuves écrites et orales, ce que Chervel (1993) constate pour tous les nouveaux concours créés depuis 1821. Ainsi, l'agrégation de mécanique comporte, d'une part, des épreuves de *composition* (plus tard d'*admissibilité*) et, d'autre part, des épreuves de *leçon* (plus tard d'*admission*). Les épreuves d'admissibilité comprennent :

- Une composition de mathématiques (6h ; coef. 2) ;
- Une composition de physique (6h ; coef. 2) ;
- Une composition mécanique générale (6h ; coef. 3) ;
- Une composition de mécanique appliquée (6h ; coef. 3).

Tandis que les épreuves de leçon comprennent :

- Une leçon de mécanique générale²⁰ (1h, 4h de préparation) ;
- Une leçon de mécanique appliquée²¹ (1h, 4h de préparation)

L'actuelle épreuve d'automatique n'est pas encore présente dans cette configuration où une épreuve sur quatre (mécanique appliquée) traite de questions et de problèmes spécifiquement techniques alors que les trois autres renvoient aux mathématiques et aux sciences physiques (physique et mécanique générale). Une interprétation possible de la forte présence des sciences et des mathématiques est l'expression de la « jeunesse » de cette agrégation qui implique, pour les prescripteurs, une stratégie de légitimation institutionnelle qui consiste à emprunter aux concours d'agrégation existants le format, et même le contenu, en vue d'insuffler le caractère « agrégation » à un savoir encore très lié à la pratique de la mécanique industrielle.

L'épreuve²² de *mathématiques* de cette première phase est construite sur un postulat fort : les mathématiques constituent un outil nécessaire pour le mécanicien. Le choix des problèmes mathématiques est justifié par l'utilité effective ou projetée des savoirs qu'ils impliquent pour le mécanicien. D'une part, les modèles mathématiques sous-tendent les lois et les théories de la mécanique et de la physique et, d'autre part, certains outils et démarches mathématiques ont été rapportés dans des revues d'automatique, un domaine technologique très novateur à cette époque. Par exemple, voici comment ce rédacteur de l'épreuve de mathématique de la session 1978 justifie le choix des problèmes mathématiques proposés :

Le premier problème me fut inspiré par la lecture des travaux de Jacques Dumontet sur un algorithme de dérivation numérique... Le deuxième problème provient de la réduction de certains systèmes intervenant en automatique, que j'avais rencontrée dans un article de la revue RAIRO²³ de 1977. (RJ, 1978, p. 119)

L'épreuve de mathématiques vérifie donc la maîtrise par les candidats des savoirs mathématiques ayant une double fonction : une fonction *de service* en mécanique appliquée, en mécanique générale et en physique et une fonction *d'ouverture*, anticipant l'évolution de la mécanique et ses problèmes. En tant que composante d'ouverture, la citation précédente montre que l'épreuve de mathématiques anticipe en faisant référence à l'automatique qui aura sa propre épreuve à partir de 1980 et qui remplacera les mathématiques.

Phase 2 (1980-1994) : orientation technologique du contenu mécanique

L'orientation technologique : la rupture informatique-automatique (de 1980 à 1989)

L'arrêté de 1979 apporte une modification majeure des épreuves écrites et une redéfinition des épreuves orales. La composition de mathématiques est supprimée. Une épreuve d'Informatique-Automatique (IA) s'y substitue, inaugurant ainsi l'orientation technologique de l'agrégation de mécanique. Outre les principes et les outils de l'automatique²⁴, cette épreuve recouvre les techniques numériques de la construction mécanique et porte sur « un système automatisé ou une application de l'informatique industrielle » ; le rapport précise : « Il sera demandé au candidat d'étudier une modification, une amélioration ou une évolution du système ou du produit » (BOEN, 1979, n° 23, p. 1310).

L'introduction de l'IA n'entraîne pas la disparition complète des mathématiques qui continuent à faire partie du programme de l'IA jusqu'en 1989 à travers « les technologies numériques de la construction mécanique », puis de manière transversale à toutes les épreuves sous l'intitulé « les techniques numériques appliquées à la mécanique », avec un programme spécifique jusqu'en 1994.

La désignation *informatique-automatique* implique l'articulation de deux sous-composantes caractérisées par un contenu qui développe le programme de cette épreuve et qui se décline en deux valences : « les technologies numériques de la construction mécanique » et « les principes et les outils de l'automatique » (RJ, 1980, p. 7).

L'introduction de cette épreuve d'IA à la place des mathématiques marque le début de la spécialisation

des contenus de ce concours d'agrégation et l'affirmation de sa spécificité technologique, ce que les notes successives confirment. La spécialisation se manifeste d'abord par la nature des problèmes proposés dans le concours. Ainsi, cette épreuve est focalisée sur la modélisation des systèmes automatisés complexes, les méthodes de synthèse des systèmes automatisés séquentiels et la technologie de la partie commande – logiques câblée et programmée, mini et micro-ordinateurs, capteurs, interfaces, langages de programmation informatique – (note de 1979) ; les *techniques numériques de construction mécanique* (note de 1980) ; les *critères de choix d'une technologie de commande* (note de 1985). Les problèmes proposés sont essentiellement des problèmes de reconception de systèmes automatisés existants (analyse du fonctionnement d'une commande impliquant sa modélisation ; diagnostic d'une défaillance d'un système automatisé ; dimensionnement d'un système automatisé et ou de ses composants impliquant le calcul de ses performances ; choix d'une commande et de ses composants technologiques, etc.).

La spécialisation se manifeste, ensuite, par le caractère éminemment technique des problèmes proposés. En effet, la référence privilégiée dans l'épreuve IA est l'automatisation de différents systèmes technologiques (machines-outils, table traçante, aéroglesseur, unité ou chaîne de production, etc.) qui relèvent essentiellement du domaine de l'équipement relatif à différents contextes technologiques (sidérurgie, usinage, agriculture, automobile, habillement et systèmes de production). Seule l'épreuve de 1982 et plus tard celle de 1990 ont porté respectivement sur la conception d'une commande numérique d'une table traçante et la commande d'un robot portique pour maintenance d'installation nucléaire que l'on peut classer comme systèmes relevant du domaine de la précision.

La spécialisation répond, enfin, à l'exigence politique de positionner et de différencier l'agrégation de mécanique par rapport aux autres concours d'agrégation technologiques. L'introduction de l'IA participe ainsi de l'équilibre général des concours d'agrégation technologique en ce sens qu'en 1975, trois nouvelles agrégations technologiques sont créées définissant trois autres domaines de spécialités.

Dès son introduction, l'IA a un statut de composante d'ouverture au sein de l'AM en ce sens qu'elle prend en charge des problèmes d'innovation des pratiques sociotechniques et des avancées des disci-

plines académiques. Par exemple, les techniques numériques de la construction mécanique entrent dans le programme puis dans les épreuves de l'AM à travers des problèmes de génération de surfaces ou de courbes complexes (par usinage sur machines à commande numérique), modélisées par les courbes de Bézier²⁵. L'introduction de l'IA correspond ainsi à sa définition comme composante d'ouverture du contenu mécanique. Elle joue pleinement sa fonction d'ouverture en prenant en charge la vérification des savoirs des candidats en informatique industrielle, un vecteur décisif dans les transformations ultérieures des pratiques de la mécanique industrielle. Elle joue pleinement sa fonction d'ouverture en ce sens que c'est dans cette épreuve que se construit progressivement la capacité du futur professeur agrégé de mécanique à prendre en charge des problèmes portant sur des systèmes et des objets pluri-technologiques (mécaniques/électriques/électroniques/informatiques). Par ailleurs, par effet de cumul des épreuves et de rapports de jurys, les savoirs qui y sont produits sont progressivement intégrés aux programmes ultérieurs de l'AM et de la mécanique.

La consolidation de l'orientation technologique (de 1990 à 1994)

Le tournant technologique décisif de 1979 est consolidé dix ans après par la note de 1989 (BOEN, 1989, n° 36, 12 octobre, p. 2299). D'une part, la désignation de l'AI est modifiée et devient *Automatique-Informatique Industrielle* (AII), désignation qui semble insister sur le caractère technologique de ce contenu de la mécanique. D'autre part, la consolidation de l'orientation technologique s'observe surtout au niveau de la réorganisation du programme de l'AII en le focalisant sur l'étude de *systèmes automatiques* selon trois points de vue: les outils de description, les fonctions de traitement de l'information et les structures techniques réalisant les fonctions. Plus intéressant, les *techniques numériques de la construction mécanique* ne font plus partie de la seule épreuve d'AII, mais deviennent des savoirs transversaux requis par et pour les quatre épreuves d'agrégation. Cet extrait de note publiée ultérieurement souligne cette visée d'ouverture :

Le mécanicien est amené à utiliser dans ses différents champs d'investigation un certain nombre de techniques

numériques. Bien qu'aucune épreuve ne porte spécifiquement sur l'analyse numérique, les candidats à l'agrégation peuvent être amenés à utiliser dans le cadre des quatre épreuves d'admissibilité un volume minimal de connaissances, limitées aux méthodes de base [de l'analyse numérique]. (BOEN, n° 28, 12 juillet, 1991, p. 1568)

Phase 3 (1995-2004): autonomie du contenu mécanique

Une nouvelle modification majeure des finalités des épreuves de l'AM, de leurs contenus et de leurs organisations est introduite par la Boen n° 30 de 1994. Le concours comporte désormais trois épreuves d'admissibilité (au lieu de quatre) et trois épreuves d'admission (au lieu de deux). À titre indicatif²⁶, les épreuves d'admissibilité comprennent :

- une épreuve de mécanique des systèmes et des milieux déformables qui porte d'une part sur « l'étude des systèmes mécaniques modélisables par un ensemble de solides indéformables » et d'autre part sur l'étude de systèmes mécaniques modélisables par des milieux déformables ;
- une épreuve de conception des systèmes qui vise à la conception complète ou partielle d'un système mécanique ;
- une épreuve d'automatique-informatique industrielle qui vise à vérifier la mise en œuvre des connaissances scientifiques et techniques dans les domaines de l'automatique et de l'informatique industrielle.

Dans cette nouvelle configuration, l'épreuve d'AII telle qu'elle est définie dans les sessions précédentes (à partir de la session 1990) est globalement reconduite et stabilisée, aussi bien dans son contenu que dans son statut de contenu d'*ouverture*. Ce qui est premier n'est plus l'acquisition d'un savoir scientifique et la capacité à le mettre en œuvre et à l'appliquer pour résoudre des problèmes techniques, mais bien l'acquisition et la mobilisation de savoirs spécifiques à une pratique technique (la conception mécanique) – qui doivent rester bâties sur un socle scientifique solide.

Le programme d'AII connaît une autre modification dans cette phase 1995-2004. La note de 2000 met l'accent sur les capacités d'analyse et de synthèse des commandes de systèmes automatiques à dominante mécanique. Ce programme est recentré sur la

conception, en tant que processus fondamental de la pratique mécanique industrielle et, en reprenant les mêmes notions que dans les programmes précédents et en les thématissant différemment, il recouvre les principales phases du processus de conception de systèmes automatiques : la définition (typologie des commandes au regard de leur comportement et de leur structure), la modélisation (modélisation des commandes), le calcul et le dimensionnement (étude des performances et synthèse des commandes) et la réalisation (réalisation des commandes). La confirmation du caractère technologique de l'agrégation de mécanique et la stabilité relative du contenu mécanique, l'ont donc conduit dans un processus inhérent à tout processus de sélection de contenu pour l'école : l'autoréférence (Martinand, 1994)²⁷.

La désignation et la fonction de l'épreuve AII pendant la phase 2 sont reconduites. Les problèmes techniques et leurs références sont maintenus ainsi que la prépondérance des références aux pratiques de l'équipement en mécanique industrielle à deux exceptions près, telle que l'épreuve de 2001 qui renvoie au domaine de la mécanique de précision (contexte technologique de la sécurité dans le nucléaire) et celle de 2004 au domaine de la mécanique des matériaux (contexte technologique de forage et de l'étude mécanique des sols). En plus des contextes technologiques classiques (l'automobile, le nucléaire), de nouveaux contextes technologiques sont sélectionnés : le divertissement, le forage et les unités de production, notamment les machines d'usinage à Très Grande Vitesse (TGV). Mais, ce que l'on peut repérer de manière nette dès le début de cette phase, c'est l'émergence d'une méthode d'étude des systèmes automatisés appliquée à un type de problèmes techniques emblématique : la préconception de systèmes automatisés existants tel que, étudier la commande d'un chariot simulateur de véhicule pour suivre une trajectoire donnée (RJ, 1995), étudier l'automatisation de l'axe d'une enrouleuse²⁸ (RJ, 1996) ou encore étudier le fonctionnement cinématique et global de la machine à peser des blocs moulés (RJ, 2000). La reconception de l'existant est différemment motivée : choisir des capteurs pour améliorer les performances d'une chaîne de commande (RJ, 2004), choisir des moteurs et des capteurs (RJ, 1998), ou encore justifier des dispositions constructives de commande ou d'une stratégie de pilotage d'un système automatisé (RJ, 2002). La reconception est, enfin, structurée par une activité intellectuelle de modélisation (modéli-

sation du fonctionnement logique d'une machine, dimensionnement, modélisation d'un asservissement hydraulique avec correction dynamique) faisant appel à des savoirs qui recouvrent trois domaines : l'étude des systèmes automatiques séquentiels (notamment le Grafcet²⁹), l'étude des systèmes asservis (étude du dilemme stabilité-précision) et la technologie de commande (capteurs, moteurs, microcontrôleurs, etc.). Ces savoirs relèvent de différentes disciplines telles que la mécanique générale, l'automatique, l'électronique et l'analyse numérique.

Les systèmes techniques pris comme supports font partie de contextes technologiques diversifiés et relèvent exclusivement du domaine de l'équipement mécanique. Mais progressivement, les systèmes sont plus complexes et pluritechnologiques (ne sont plus purement mécaniques). Ainsi, des systèmes pluritechnologiques traités avant surtout dans le cadre du contenu d'ouverture du concours (l'épreuve d'AII), sont des supports privilégiés dans l'épreuve de mécanique des systèmes (composante de cœur) : machine d'usinage TGV à structure parallèle (RJ, 2002) ; cabine de peinture par pulvérisation (RJ, 2003) ; plate-forme pour attraction dynamique de simulation de vol (RJ, 2004). Ce mouvement des supports entre les épreuves de mécanique des systèmes et d'AII illustre la fonction d'ouverture de celle-ci.

Phase 4 (2005-2012) : refonte du contenu mécanique

Prélude d'une refonte de la configuration de la mécanique, à partir de la session de 2005, l'épreuve d'AII devient commune à deux concours d'agrégation (AM et Agrégation de Génie Mécanique - AGM). La désignation et la fonction de cette épreuve pendant les phases 2 et 3 sont reconduites. La méthode d'étude des systèmes automatisés stabilisée dans la phase précédente est maintenue et les savoirs mobilisés recouvrent la mécanique générale, l'asservissement, la technologie de commande et les formalismes de représentation et d'analyse tels que le Grafcet.

Dans cette phase, la consolidation de l'orientation technologique continue mais un mouvement de déspecialisation du concours, au regard des autres agrégations technologiques (génie mécanique, génie électrique et génie civil) semble se dessiner. Le contenu d'ouverture de l'AM (l'épreuve d'AII), par son programme et les problèmes techniques qu'elle

propose, vise désormais à l'élargissement des champs notionnels exigés des candidats à l'AM à des savoirs normalement pris en charge par des professeurs agrégés des génies mécanique et électrique (informatique industrielle, asservissements linéaires et échantillonnés, etc.).

À partir de la session de 2011, suite à la « mastérisation » de la formation des enseignants, l'épreuve d'AII, comme les autres épreuves de l'AM, se centre plus sur la vérification de compétences professionnelles, notamment en ce qui concerne la mobilisation des savoirs scientifiques et techniques pour concevoir des séquences pédagogiques ; c'est ce que montre cet extrait de l'avant-propos du RJ de la session 2011 :

La session 2011 de l'agrégation de mécanique est la première faisant suite à la mise en place des nouvelles conditions pour pouvoir se présenter aux concours de recrutement des professeurs. Ces nouvelles dispositions ne sont pas sans conséquence sur les épreuves. En effet le master 2 validant le niveau scientifique, les épreuves d'admissibilité et d'admission de l'agrégation n'ont plus ce rôle. Elles doivent au contraire valider des compétences, en s'appuyant sur ce niveau scientifique, pour résoudre un problème technique au plus haut niveau. Elles évaluent l'esprit de synthèse du candidat et ses capacités à mobiliser ses compétences pour proposer des séquences pédagogiques. Dans cet esprit, les candidats bénéficient pour leurs préparations lors des épreuves d'admission d'une liaison internet. Le raisonnement et la réflexion sont privilégiés au détriment de la restitution pure et simple de connaissances. (RJ, 2011, p. 4)

On voit ainsi apparaître l'évolution, au cours des années, de l'AII comme contenu mécanique, depuis son apparition comme tel dans l'agrégation de mécanique, au cours des années 1970, passant par une longue et continue construction de son caractère technologique, pour parvenir à une sorte d'autonomie qui lui donne progressivement un rôle d'ouverture à de nouveaux champs notionnels. Cette évolution du contenu AII, nous pensons l'avoir montré, concourt au processus de disciplinarisation de la mécanique.

CARACTÉRISATION DU GENRE D'ÉCRIT RJ, CAS DU PROCESSUS D'ÉCRITURE DE L'AII

La restitution de l'image que les RJ construisent de l'AII présentée précédemment, à travers les principales phases d'évolution de l'AII, risque d'être incomplète sans la caractérisation de l'écrit lui-même, en termes de formes et de fonctions d'écriture. Une telle caractérisation clarifie la nature du rapport entre l'image construite de l'AII dans les RJ et les pratiques de référence sélectionnées. C'est ce que nous présentons dans ce qui suit.

Précisons que, contrairement à la partie précédente, cette analyse gomme la dimension historique, autrement dit fait une analyse des écrits dans leur totalité, indépendamment de la perspective diachronique que nous avons adoptée jusqu'à maintenant. Il ne faut pas y voir une contradiction avec la partie précédente : certes, en fonction de notre conception du genre d'écrit, que nous avons présentée *supra*, l'évolution des objets de discours a toute chance d'entraîner une évolution du genre. Mais outre qu'une analyse des écrits selon les périodes aurait fourni à chaque fois un corpus trop petit pour permettre de faire ressortir des évolutions significatives, il faut considérer l'étude qui suit – où l'analyse des rapports est globalisée – comme un complément à celle qui précède, réalisé sur d'autres bases et destiné à choisir un angle d'attaque différent pour saisir le genre RJ.

Les objets de l'AII mobilisés

L'analyse des descriptions des systèmes étudiés, tout au long des sessions successives et à travers les quatre phases d'évolution de l'AII, met en évidence une prépondérance du secteur de l'équipement (construction de machines) sur les références sociotechniques sélectionnées pour construire les épreuves. Les tableaux 2 et 3 montrent que depuis la création de cette épreuve, 27 épreuves sur 32 se réfèrent à des systèmes techniques relevant du domaine de l'équipement ; 10 sur 16 épreuves des phases d'autonomie et de refondation de l'AM sont caractérisées par la référence à des systèmes de type « unité de production » dont il s'agit d'automatiser tout ou partie, ce qui marque la tendance de l'AM à accompagner les pratiques industrielles qui privilégient des systèmes de production de plus en plus flexibles.

Tableau 2: Prépondérance du domaine d'Équipement

Domaines industriels	Nombre de systèmes
Équipement	27
Précision	3
Matériaux	1
Sans	1
	32

L'énoncé de l'épreuve recouvre également la construction du problème qui, comme le montre l'épreuve de la session de 2010 (voir annexe 1) énonce le problème technique à résoudre, définit le modèle fonctionnel du système technique et le modèle de calcul et, enfin, suggère une démarche de résolution qui sous-tend la suite de questions du problème.

Formes d'écriture du genre RJ, cas de l'épreuve AII

Les rapports de l'agrégation de mécanique (RJ) sont caractérisés par une structure stable depuis la création de l'AM. Chaque RJ est organisé en :

- une introduction générale du rapport rappelant les textes officiels et les résultats des sessions précédentes et indiquant la composition du jury et, d'autre part, une présentation complète de l'épreuve ;
- une présentation complète de chaque épreuve écrite, sa correction et les commentaires du jury propres à chaque épreuve écrite ;
- une présentation complète de chaque épreuve orale et les commentaires du jury propres à chaque épreuve orale.

L'épreuve d'AII est, elle-même, caractérisée par une structure stable dont les principaux éléments sont l'énoncé de l'épreuve, d'une part, et les programmes, la correction et les commentaires, d'autre part. L'énoncé de l'épreuve recouvre une description d'un système technique automatisé à étudier qui comporte le contexte sociotechnique du système, le processus de production ou la fonction d'usage du système et les principes techniques en jeu.

Dans les programmes, la correction et les commentaires, les jurys précisent les savoirs évalués

Tableau 3: Prépondérance des systèmes techniques de production

Types de système	Nombre de systèmes
Unités de production	14
Divers systèmes	12
Machines outil	5
Sans	1
	32

chez les candidats, énoncent leurs attentes tant en termes de savoirs que d'attitudes lors du concours, analysent les résultats relatifs à l'épreuve et valident les savoirs évalués. La présence constante de ces trois préoccupations d'année en année, notamment la validation des savoirs vérifiés et la définition des attentes du jury, implique une normalisation progressive des savoirs, des démarches et des attentes des jurys par rapport à l'épreuve.

Outre sa structure et son contenu thématique, l'épreuve AII est caractérisée par la diversité des formes d'écriture mobilisées tel que la montre le tableau 4.

Tableau 4: Diversité des formes d'écriture mobilisées dans le RJ de la session 1995

Localisation dans le RJ (session de 1995)	Formes d'écriture	Fonctions
Première partie, fig1.1	Schéma (de principe, d'architecture)	Présenter le principe et l'architecture globale d'un simulateur
Première partie, fig1.2	Épure	Position des points remarquables (centres d'articulation) sur un plateau
Première partie, fig1.3	Graphe (espace-temps)	Modéliser l'allure temporelle de la houle
Première partie, fig1.4	Courbe	Représenter une courbe à dessiner par interpolation
Première partie, fig1.5	Schéma	Présenter le principe d'une méthode d'analyse numérique en mathématiques (Newton)

Deuxième partie, fig2.1	Schéma	Donner le principe et l'architecture d'un des six axes
Deuxième partie, fig2.2 ; fig2.3	Schéma (cinématique et électromagnétique ; modèle équivalent)	Décrire le mouvement et les inerties de l'axe ; modéliser l'axe
Deuxième partie, fig2.4	Schéma (Synoptique)	Modéliser l'asservissement de l'axe
Troisième partie, fig3.1 et fig3.2	Schéma (d'architecture globale ; idem mais local)	Donner l'architecture et le fonctionnement de la commande des six axes ; de la commande d'un axe
Troisième partie, doc réponse	Graphe (Gemma)	Proposer un modèle d'analyse des modes de défaillance du système

Deux catégories de formes d'écriture, qui ne sont pas exclusives (l'écriture alphanumérique fait partie des deux formes), peuvent être distinguées dans les épreuves d'AII : d'une part, les formes « génériques » pour introduire, organiser le discours, présenter, mettre en situation, expliquer, etc. qui peuvent combiner texte alphanumérique, tableau, images, schémas, croquis, dessin, dessin de synthèse, etc. et d'autre part, les formes d'expression « modélisantes³⁰ » qui n'ont de sens que dans le cadre d'une théorie et qui peuvent combiner texte alphanumérique, organigramme de fonctionnement d'un calculateur, Grafcet de gestion de tâches synchronisées, schémas cinématique, hydraulique ou électronique, schéma bloc d'un système asservi, abaque ou courbe (voir annexe 2). La diversité des formes d'écriture est poussée à l'extrême par la diversité de leurs usages. Par exemple, le schéma est une forme d'écriture prépondérante et présente dans toutes les épreuves de l'AII, avec des fonctions très diverses dont le tableau 5 présente un résumé.

tableau 5³¹ : Exemples de fonctions de la forme Schéma

Le SCHÉMA : une forme d'expression prépondérante	Exemples de fonctions de la forme SCHÉMA
Schéma mathématique	Présenter le principe d'une méthode d'analyse numérique en mathématiques (Newton)
Schéma bloc	Modéliser le comportement dynamique d'un arbre de transmission asservi en vitesse
Schéma cinématique et électromagnétique	Décrire le mouvement et les inerties d'un axe ; modéliser la motorisation d'un axe
Schéma d'architecture	Mettre en situation un ensemble de robots
Schéma de principe (de synthèse)	Décrire le principe d'un convertisseur analogique numérique ; donner le principe d'un calculateur superviseur de tâches ; représenter le principe et la structure d'un API
Schéma synoptique	Modéliser l'asservissement d'un axe ; Décrire un processus de fabrication
Schéma d'architecture globale ; idem mais local (au niveau composant)	Donner l'architecture et le fonctionnement de la commande d'un SA ; donner les caractéristiques de ses composants
Schéma technologique	Expliciter les solutions technologiques adoptées dans un SA

Cette diversité des formes d'écriture est cohérente avec le fait que l'écrit RJ se réfère à l'écrit technique significatif par rapport à des activités de production industrielle, souvent collectives, caractérisées par des contextes matériels et humains complexes et par un besoin de communication et de traduction accru. En effet, ce qui peut paraître comme une surutilisation de dessins, de schémas et de tableaux met en évidence le besoin constant de traductions, parfois redondantes, de tâches, de fonctionnements de systèmes techniques, de principes techniques en jeu, etc. Cependant, même si les RJ reprennent les mêmes formes d'écriture technique de référence, ils réécrivent les écrits techniques sans les reproduire. Autrement dit, tout en se référant aux formes d'écriture technique, parfois directement par l'utilisation d'extraits de documents des constructeurs originaux, les RJ en proposent une réécriture déterminée par des finalités et des usages propres au concours de recrutement des enseignants en tant qu'une institution spécifique.

Par ailleurs, ces différentes formes d'écriture ont des fonctions dont trois sont dominantes dans les épreuves d'AI1 :

- organiser le contenu du discours : décrire le système technique et son contexte, énoncer le problème technique, proposer une suite de questions, analyser les résultats, etc. ;
- construire des savoirs : présenter des données et des modèles, construire des démarches et des cheminements intellectuels, relativement à un problème technique, qui conduisent les candidats à mobiliser les savoirs à vérifier (ou à prouver l'acquisition) ;
- conserver, mémoriser : ce qui constitue une demande explicite du jury qui recommande de lire les anciens rapports, une sorte de mémoire de l'AM. Cette fonction implique le phénomène d'auto référence (référence à des formes d'expression produit au sein de l'AM ou au sein de l'épreuve elle-même), telle que la représentation du cahier des charges en combinant tableau des fonctions de service et diagramme d'interaction.

Processus de réécriture dans les RJ : la dynamique réinscription, abstraction et visualisation

L'analyse de l'ensemble des épreuves d'AI1 met en évidence un processus de réécriture de l'écrit technique de référence qui procède selon une dynamique spécifique³². En effet, les rédacteurs de l'épreuve reprennent des dossiers techniques, élaborés par des ingénieurs ou des techniciens en entreprise par rapport à la conception de systèmes techniques, et les réécrivent en cohérence avec les finalités du cadre institutionnel du concours (évaluer les savoirs requis pour enseigner la mécanique puis sélectionner). Il y a une sorte de détournement de ces écrits (d'où la réécriture) de leurs visées originelles (notamment les visées de construire et communiquer des problèmes techniques) vers la visée de vérification des savoirs requis pour enseigner l'automatique, contenu de la mécanique, à l'école. Ce processus de réécriture fonctionne selon une dynamique réinscription, abstraction, visualisation.

La réinscription consiste, premièrement, à définir la finalité de la référence aux pratiques techniques : vérifier les savoirs des candidats, dans une perspective évaluative scolaire. Deuxièmement, la réinscription consiste à définir la position des problèmes tech-

niques proposés et les énoncer au regard des pratiques sociotechniques sélectionnées. Par rapport au modèle du processus de conception proposé par Vincenti (1990), les rédacteurs de cette épreuve privilégient de situer le problème à un niveau où les savoirs dérivent essentiellement des besoins internes du processus de conception ; les dimensions sociales ne sont pas prises en compte. Troisièmement, la réinscription consiste à proposer une démarche (une suite de questions) de résolution des problèmes techniques qui trace en fait un chemin avec des passages obligés permettant la vérification des savoirs exigés chez les candidats. Un décalage entre énoncé des problèmes techniques et démarche de résolution représentée par la suite des questions proposées peut ainsi être observé : d'une part, il y a un problème technique significatif par rapport à une pratique technique en mécanique industrielle, d'autre part il y a une démarche qui propose une visite balisée de situations (questions) exigeant la mobilisation des savoirs à vérifier chez le candidat. Par exemple, comme l'illustre l'annexe 3, à la question « étudier les performances d'un système asservi », correspond une démarche, récurrente dans cette épreuve, qui consiste à :

- proposer ou demander un modèle fonctionnel du système automatisé ;
- proposer ou demander un modèle de calcul (scientifique, technologique) pour représenter le comportement du système automatisé, en privilégiant un point de vue donné (information, énergie, technologie, etc.) ;
- étudier (calculer) les performances du système automatisé (précision, stabilité, rapidité, etc.).

L'abstraction consiste d'abord en une décontextualisation qui se fait à partir d'un contexte déjà écrit, représenté par un dossier technique du système étudié dans l'épreuve, dont les formes d'expression sont réécrites ou importées intégralement (l'utilisation des documents techniques de constructeurs). L'abstraction consiste également en une recontextualisation orientée par le contexte du concours AM. L'abstraction, renvoie enfin à un mouvement intellectuel de décontextualisation/recontextualisation de la manière de se représenter et penser un système technique : d'un objet matériel inscrit dans son contexte technique matériel et humain vers un objet symbolique (modèle) privilégiant un point de vue particulier d'analyse³³ (par exemple le point de vue dynamique).

Quant à la visualisation, elle consiste à abstraire par la pensée et à fixer certaines caractéristiques, matérielle, spatiale, temporelle, comportementale, etc., du système technique pour le rendre visible et le donner à voir sous forme d'un schéma, un diagramme temporel, un dessin d'ensemble ou un texte.

Par ces processus, les formes d'écriture se transforment en un filtre/analyseur des écrits techniques et des problèmes techniques correspondant : seuls ceux compatibles avec le projet évaluatif de l'institution AM sont retenus. L'image de l'AII que renvoient les RJ est ainsi marquée par la visée évaluative de l'AM.

image de l'AII très spécifique au concours, à repenser pour qu'elle constitue une référence aux activités d'enseignement et de formation à et pour l'école.


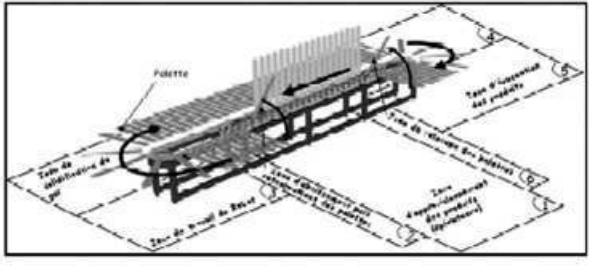
CONCLUSION : PROCESSUS D'ÉCRITURE ET IMAGE DE L'AII DANS LES RJ

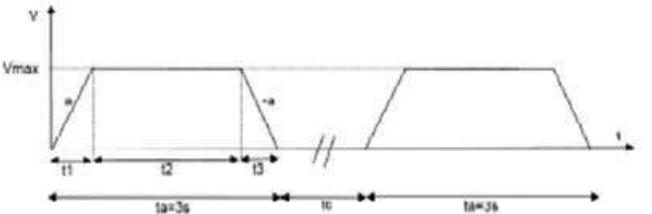
L'analyse des rapports de jury a permis de montrer comment a évolué le contenu mécanique AII, ou plutôt l'image qui en est donnée dans des textes prescriptifs. Nous avons choisi de faire une analyse qui a fait ressortir le rôle que ce contenu a joué dans la progressive spécialisation des contenus de l'agrégation de mécanique, dans l'affirmation de sa spécificité technologique, dans la disciplinarisation de la mécanique.

Nous avons ensuite identifié un autre phénomène qui contribue à forger l'image du contenu mécanique AII, en passant par la prise en compte du processus d'écriture : il ne s'agit pas d'une écriture des pratiques AII mais une réécriture des écrits techniques relatifs à cette pratique en industrie. Cette réécriture mobilise des formes diverses et en articule les fonctions pour conserver la « vocalité » des pratiques techniques, celle de pratiques collectives, dans des contextes matériels et humains. Nous avons montré que cette réécriture procède par un processus de réinscription, abstraction et visualisation des écrits techniques et des pratiques auxquelles ils renvoient.

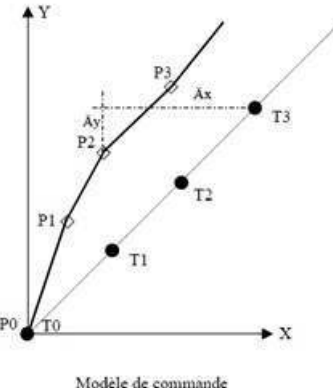
Ce qui ressort est que l'AII, ainsi *réécrite* dans les RJ, selon ces processus, est pertinente par rapport à la visée évaluative du concours, mais en décalage par rapport aux pratiques de référence sélectionnées. En effet, seul le domaine d'équipement est sélectionné ; la dimension sociale des processus de conception de systèmes automatisés n'est pas prise en compte ; la démarche qui sous-tend les questions posées aux candidats vise d'abord la vérification de savoirs « normalisés ». En définitive, les RJ construisent une

ANNEXE I : LA CONSTRUCTION DU PROBLÈME

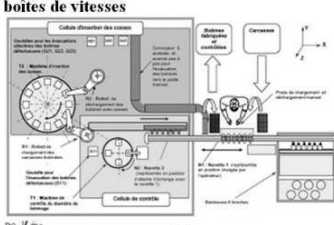
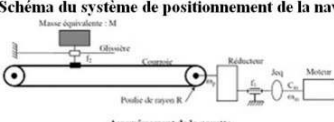
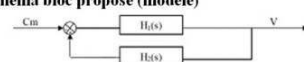
 <p>Fig 1 : Schéma général de l'installation</p>	 <p>Fig 2 : Le convoyeur</p>
<p>1- Énoncé du problème</p>	<p>2- Énoncé du problème</p>

<p>On adopte un profil trapèze pour la vitesse du convoyeur.</p>  <p>Fig 4 : Profil de la vitesse du convoyeur</p>	<p>QA1-1 L'entreprise désire avoir une production de 800 articles par heure. Dans l'hypothèse d'un fonctionnement continu, de combien de temps dispose l'opérateur pour positionner un article sur sa palette ? On rappelle que les palettes sont positionnées tous les 140 mm. En déduire la vitesse moyenne d'avancement du convoyeur.</p> <p>QA1-2 Pourquoi est-il nécessaire de basculer puis de retourner les palettes entre leur passage dans la zone de chargement par l'opérateur et leur passage dans la zone de dépôt du gel ?</p> <p>QA1-3 Le temps nécessaire pour le refroidissement du gel avant de pouvoir enlever les pièces est de 4 minutes. Calculer alors le nombre total de palettes que doit comporter le convoyeur. Il faut un nombre multiple de 4.</p> <p>QA1-4 Quelle est alors la longueur totale du convoyeur ?</p> <p>QA1-5...</p>
<p>3 - Modélisation</p>	<p>4 - Questions</p>

**ANNEXE 2 : FORMES D'ÉCRITURE « GÉNÉRIQUE »
ET « MODÉLISANTE »**

Forme d'écriture « générique »	Forme d'écriture « modélisante »	
<p>Partie B : Etude théorique du comportement (RJ Session 2003) En commande numérique certaines surfaces sont obtenues par contournage, c'est-à-dire en pilotant simultanément deux axes (ou plus) de la machine. On se limitera aux axes X et Y de la machine pour réaliser des formes géométriques simples dont les projections dans le plan X, Y de la machine sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> des droites parallèles ou non aux axes machines des cercles de diamètres variables. <p>La pièce réalisée pour la réception de la machine (pièce de certification) présente des exemples de ces formes ...</p> <p>Dans l'opération de contournage, la trajectoire de l'outil détermine la géométrie de la surface obtenue si les paramètres d'usinage sont correctement mis en place : vitesse de coupe, géométrie et forme des outils coupants, réglages et mise en position de la pièce, etc. Cette étude se limite à ce cas.</p>		<p>Les points T_i représentent les points de la trajectoire théorique (centre de la fraise). Leurs positions relatives est fonction de la vitesse d'avance (V_f) programmée et de la fréquence d'échantillonnage des calculateurs d'axe (F pour tous les axes). Les points P_i sont les points réellement atteints, compte tenu des différences de gain sur les deux axes.</p> <p>Lorsqu'un point réel P_i est atteint, on va chercher à générer une commande en vitesse permettant d'atteindre le point suivant de la trajectoire, à savoir le point T_{i+1}.</p> <p>Ainsi, chaque coordonnée d'un point P_{i+1} peut se calculer à partir des coordonnées du point précédent P_i auxquelles s'ajoute une variation proportionnelle aux écarts \dot{X} et \dot{Y}. Le coefficient de proportionnalité est le gain statique des boucles d'asservissement de vitesse (respectivement G_x et G_y).</p>
	<p>Hypothèses :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. les axes sont rigides 2. les forces de coupe sont négligeables et ne modifient pas la trajectoire. <p>Pour simplifier cette étude, on considérera que :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. les effets dynamiques sont négligés dans cette partie 2. le temps de calcul est considéré comme négligeable, à savoir qu'en tout point P_i, les nouvelles consignes sont instantanément calculées et transmises aux cartes d'axes. 3. La réponse à un échelon est un échelon 	

**ANNEXE 3 : CAS DE LA QUESTION: « ÉTUDIER
LES PERFORMANCES D'UN SYSTÈME ASSERVI »**

RJ Session	Système et problème technique	Modèles proposés	Suite de questions
2006	<p>Ligne de fabrication des bobines pour la commande de boîtes de vitesses</p>  <p>Problème technique : Étudier les performances de la navette permettant de positionner les bobines sur l'unité à bobiner.</p>	<p>Schéma du système de positionnement de la navette</p>  <p>Schéma bloc proposé (modèle)</p>  <p>Avec :</p> $H_1(s) = \frac{K_1 R}{J_m s + f_1} \quad \text{et} \quad H_2(s) = K_2 R (M s + f_2)$ <p>« s » est l'opérateur de Laplace.</p>	<p>Déterminer, à partir des lois physiques, un modèle de Connaissance représentant le système mécanique</p> <p>Élaborer un système de commande en appliquant une méthode de placement de pôles robustes</p>

NOTES

1. *Highest secondary teaching diploma in France.*

2. « Constituée par un assortiment à proportions variables suivant les cas, de plusieurs constituants, un enseignement d'exposition, des exercices, des pratiques d'incitation et de motivation et un appareil docimologique. » (*ibid.*, p. 99).

3. D'autres concours de recrutement existent : le CAPET (Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Technique) et le CAPLP (Certificat d'Aptitude au Professorat de Lycée Professionnel). Notre sélection des rapports des concours d'agrégation tient à un double souci d'homogénéisation et de réduction du corpus à analyser. En même temps, le prestige de ce concours et le rôle normatif spécifique qu'il joue dans l'enseignement secondaire (Chervel, 1993) justifie ce choix. Précisons que le professeur agrégé de mécanique enseigne dans les classes préparatoires aux grandes écoles, dans les classes des lycées (y compris dans les BTS), dans les établissements de formation et exceptionnellement dans les classes des collèges.

4. Il faut entendre ici *contenu* au sens large du terme (cf. Daunay, Fluckiger, Hassan, dir., 2015), pouvant donc concerner un savoir, certes, mais aussi un savoir-faire, un comportement, etc.

5. Une composante des sciences physiques, qui comporte ordinairement, dans les cursus universitaires, la dynamique, l'acoustique, la thermique, la thermodynamique, la mécanique des fluides, etc.

6. Nous désignons par-là les écrits produits par les ingénieurs et les techniciens pour concevoir ou communiquer en contexte de production (avec d'autres services de production, des clients, des fournisseurs, des sous-traitants, etc.) des solutions technologiques et des performances de systèmes techniques.

7. Les contenus mécaniques dans le programme du concours de l'agrégation de mécanique recouvrent des notions de mécanique générale et des milieux déformables, d'analyse et de conception des systèmes et d'automatique-informatique industrielle (AII).

8. À la différence de la plupart des disciplines, où les professeurs sont recrutés par des comités de sélection mis en place au sein des universités, quatre disciplines (le droit, l'économie, les sciences de gestion et la science politique) recrutent les enseignants-chercheurs au grade de professeur au moyen d'un concours national d'agrégation du supérieur.

9. cf., plus récemment, Verneuil (2005), même si la place donnée aux agrégations scientifiques et technique est faible, au profit des agrégations de lettres et d'histoire.

10. Citons, pour les professeurs de français, dans une optique plus spécifique, les travaux de Daunay (notamment 2002), qui a analysé l'ensemble des rapports des concours de recrutements des professeurs de français monovalents de l'enseignement secondaire (agrégation et certificats divers, dont les CAPES) de 1835 à 2000, soit plus de 600 rapports, pour décrire la constitution et l'évolution de l'explication de texte et de ce qui pouvait passer pour son défaut principal, la paraphrase.

11. Sans faire la généalogie de la notion, rappelons qu'elle a été théorisée, dans le champ de la littéracie universitaire, par Bizzell (1992), Bazerman (1994) et Russell (1997), en référence aux travaux de Bakhtine (1979/1984), mais que la notion de genre de discours a pu également être mise en relation avec la théorie de l'activité vygotskienne, notamment par Engeström (1987), Gee (2008), Clot (1999) ou, dans une perspective didactique, par Jean-Paul Bernié (2002).

12. Dans ce qui suit, « BOEN » désigne le *Bulletin officiel* du ministère de l'Éducation nationale.

13. L'inscription se réfère à la réalisation, par des ingénieurs ou des techniciens en AII, de dossiers techniques relatifs à des problèmes industriels réels. La réinscription réfère à la reprise de ces dossiers pour les adapter en supports pour des épreuves d'agrégation.

14. Représentation adaptée de la théorie de l'activité d'Engeström (1987), reprise par Russell (1995).

15. La sélection des enjeux éducatifs est présidée par la question suivante : à quoi doit former l'enseignement de la mécanique (former des compétences, des connaissances, des aptitudes, des capacités, valeurs, normes, etc.) ? La réponse à cette question conduit à la définition des activités éducatives à construire pour la classe (références; organisation) et de leurs visées (vivre une expérience, acquérir des connaissances, etc.) ? C'est en ce sens que cette décision (la sélection des enjeux éducatifs) détermine la configuration de la discipline en termes de contenus de références.

16. Vincenti (1990) distingue cinq niveaux de prise de décision : 1) définition du projet, 2) conception fonctionnelle, 3) conception des composants majeurs, 4) identification des champs disciplinaire d'étude selon les composants (par exemple : conception aérodynamique de l'aile d'un avion, conception de sa structure, etc.), 5) subdivision de chacun des niveaux précédents en termes de problèmes techniques spécifiques. Les didacticiens ont tendance à se focaliser de manière prédominante sur les deux derniers niveaux où l'analyse de l'activité de conception se situe au niveau le plus bas (5^e), où les savoirs dérivent essentiellement des besoins internes du processus de conception.

Tandis que les historiens et les sociologues se focalisent plutôt sur les deux premiers niveaux.

17. La collection des rapports de jurys de cette agrégation a été reconstituée à partir des documents disponibles au CRDP de Lille et sur le site de l'ENS de Cachan (antenne de Bretagne) : <http://e-mecatronique.bretagne.ens-cachan.fr/course/view.php?id=6>. Les rapports de 1969 à 1975 n'ont pas été trouvés.

18. Les thèmes de la grille ont été construits en fonction du cadre conceptuel décrit ci-dessus et à partir d'une lecture systématique des rapports de jurys – qui a consisté à caractériser les tâches soumises aux candidats (problèmes techniques posés), les objets ou systèmes techniques pris comme supports et les visées d'ordre scientifique ou technologique des tâches. La démarche articule donc déduction et induction dans le traitement du corpus.

19. Dont le principal critère est la nature technologique du problème autour duquel l'épreuve est construite. Un problème peut être spécifiquement technologique, c'est-à-dire relevant d'une pratique technologique caractérisée par une rationalité (concepts, langage, démarches), des instruments et des spécialisations (Combarrous, 1984; Vincenti, 1990); mais il peut être « générique », c'est-à-dire artificiel et construit juste pour les besoins d'un exercice.

20. « Cette épreuve porte sur le programme de mécanique des classes préparant au baccalauréat de technicien de construction mécanique et des classes préparatoires à l'École nationale supérieure d'arts et métiers, à l'École normale supérieure de l'enseignement technique et au département de génie mécanique des Instituts universitaires de technologie » (BOEN, 1968, n° 42, p. 3114).

21. Cette deuxième épreuve « porte sur le programme de technologie des classes préparant au baccalauréat de technicien de construction mécanique et de mécanique-construction des classes préparatoires à l'école normale supérieure de l'enseignement technique » (BOEN, 1968, n° 42, p. 3114).

22. Nous avons analysé les épreuves des trois dernières sessions de cette phase (1977, 1978 et 1979), ainsi que la première épreuve de mécanique appliquée de 1969.

23. Revue française d'automatique, d'informatique et de recherche opérationnelle.

24. L'automatique est une pratique technique qui a donné lieu à une discipline académique depuis le début des années 1950 (Remaud, 2004) et qui fait partie du travail de l'ingénieur mécanicien depuis les années 1960 dans l'industrie automobile, l'aérospatiale et le nucléaire. Mais elle ne fait son apparition dans les programmes de l'agrégation qu'en 1979, et dans les programmes du baccalauréat de technicien qu'en 1983.

25. Ces courbes, qui portent le nom de l'ingénieur de l'entreprise Renault qui les a développées, ont été décrites depuis 1962 et sont à la base de la conception de surfaces complexes en CAO.

26. Extrait du programme de l'agrégation de mécanique de 1979, BOEN. n° 30, 1994, p. 10.

27. Ce phénomène peut être observé en comparant des éléments du programme de l'épreuve AII de 2001 et ceux de 2007. Le programme de 2007 reprend, par exemple, la typologie des systèmes de commande dans le programme de 2001 – qui distingue entre les commandes logique (séquentielle et combinatoire), linéaire et numérique – mais en développant chaque type de commande par des ajouts et des détails issus des épreuves précédentes (à 2007) et de leurs corrections. Par exemple, la commande logique est développée en commande logique combinatoire, numération et codes binaires, logique séquentielle, outils de description et modèles de comportement (Grafcet, schémas logiques, équations, tableaux, chronogrammes, diagrammes de Gantt), etc.

28. Machine de production d'enveloppes (pneus, chambres à air, etc.).

29. Écriture graphique normalisée qui permet de représenter et de communiquer un cahier des charges.

30. *Générique* et *modélisant* sont des termes ad hoc, utilisés ici pour leur vertu heuristique dans la description du corpus, mais ne doivent pas être considérés comme des concepts. *Générique* renvoie à *genre discursif*; *modélisant* renvoie à *modèle théorique*, sachant bien sûr qu'un genre peut être modélisant et qu'un modèle théorique s'inscrit dans un genre...

31. Ce tableau donne une synthèse des schémas utilisés dans les épreuves AII pendant la phase *refonte du contenu mécanique* (2005 à 2012), mais on peut trouver toutes ces formes représentées dans une même épreuve. Après le texte, le schéma est la forme d'écriture la plus présente.

32. Qui n'est pas sans rappeler, à certains égards, le processus de transposition didactique.

33. Illustration : voir annexe n° 2.

- Allard, D. (1996). *Quelles sont les connaissances et les compétences attendues d'un candidat au CAPET Génie Mécanique au travers des épreuves d'admissibilité à ce concours? Essai de caractérisation des problèmes techniques*. Mémoire de DEA, ENS de Cachan, LIREST.
- Bakhtine, M. (1979/1984). *Esthétique de la création verbal*. Paris: Gallimard.
- Bazerman, C. (1994). Systems of Genre and the Enactment of Social Intentions. In, A. Freedman & P. Medway, (dir.), *Genre and the new Rhetoric* (p. 79-101). London: Taylor & Francis.
- Bernié J.-P. (2002). L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de « communauté discursive » : un apport à la didactique comparée? *Revue Française de pédagogie*, 141, 77-88.
- Bizzell P. (1992). *Academic Discourse and Critical Consciousness*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Boen, 1968, n° 42, 8 novembre, p. 3114. Arrêté du 8 novembre 1968. Institution d'une agrégation: « Mécanique » des lycées.
- Boen, 1979, n° 23, 7 juin, p. 1310. Arrêté du 16 mai 1979. Modification de l'agrégation de mécanique des lycées.
- Boen, 1989, n° 36, 12 octobre, p. 2299. Note du 2 octobre 1989. Programme d'automatique-informatique industrielle.
- Boen, 1991, n° 28, 12 juillet, p. 1568. Note du 12 juillet. Programmes des agrégations externes. Session 1991.
- Boen, 1994, n° 30, 28 juillet, p. X. Programmes de l'agrégation.
- Chervel, A. (1988). L'histoire des disciplines scolaires. Réflexions sur un domaine de recherche. *Histoire de l'éducation*. 38, 59-119.
- Chervel, A. (1993). *Histoire de l'agrégation*. Paris: INRP-Éditions Kimé.
- Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris: PUF.
- Combamous, M. (1984). *Les techniques et la technicité*. Paris, Messidor : Éditions sociales.
- Conseil économique, social et environnemental (2009). *Rapport sur l'avenir des industries mécaniques*. Avis présenté par Mme Martine Clément, rapporteur, au nom de la section des activités productives, de la recherche et de la technologie, Séance des 13 et 14 octobre 2009.
- Daunay, B. (2002). *Éloge de la paraphrase*. Saint-Denis: Presses universitaires de Vincennes.
- Daunay, B. (2008). The Evolution of the French Field of Didactic of Writing: Theorizing the Teaching Practices of Writing in the Disciplines. Dans Y. Reuter & C. Donahue (dir.), *Disciplines, Language, Activities, Cultures: Perspectives On Teaching And Learning In Higher Education From France And The United States* (p. 13-34). Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Daunay, B., Hassan R. & Fluckiger C. (dir.) (2015). *Les Contenus d'enseignement et d'apprentissage. Approches didactiques*. Pessac: Presses universitaires de Bordeaux.
- Delcambre I., & Reuter Y. (2000). Rapports à l'écriture et images du scripteur. *Les Cahiers Théodile*, 1, 1-18.
- Delcambre, I. & Lahanier-Reuter, D. (dir.). (2012). *Pratiques (numéro thématique: Littéracies universitaires: nouvelles perspectives)*. Metz: CRESEF.
- Delcambre, I. (2007/2013). Genres. Dans Y. Reuter (dir.), *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques* (p. 113-118). Bruxelles: De Boeck.
- Donahue, C. (2008), *Écrire à l'université. Analyse comparée en France et aux États-Unis*. Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Flandreau, M. (2004). Agrégation d'économie: le problème, c'est le jury. *L'Économie politique*, 3(23), 15-24.
- Gee, J. (1990). *Sociolinguistics and literacies: ideology in discourses*. London: Falmer Press.
- Gee, J. P. (2008). *Social Linguistics and Literacies Ideology in Discourses* (Third edition). New York and Abingdon: Routledge.
- Goodson, I. (2005). *Learning, Curriculum and Life Politics*. London: Routledge.
- Goody, J. (1994). *Entre l'oralité et l'écriture*. Paris: Presses universitaires de Paris.
- Hamon, C., & Lebeaume, J. (2013). De la technologie industrielle aux sciences de l'ingénieur en France de 1945 à 2013: Contribution à l'étude du processus de disciplinarisation. *Éducation & Didactique*, 7(2), 47-68.
- Jouin, B. (2002). Les sciences physiques en lycée professionnel, discipline de service par rapport à la technologie. *Aster*, 34, 9-32.
- Le Van-Lemesle, L. (2004). 1897 : l'agrégation comme outil de professionnalisation. *L'Économie politique*, 3(23), 52-71.
- Linnemer L., & Perrot, A. (2004). Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le concours d'agrégation en sciences économiques. *Revue économique*, 2(55), 275-321.
- Lorrain, S. (2009). Les concours de recrutement des germanistes : l'agrégation et le CAPES d'allemand de 1952 à 2002. *Histoire de l'éducation*, 106, 153-215.
- Marco, L. (2006). L'agrégation de sciences de gestion (1976-2005). *Revue d'Histoire des Sciences Humaines*, 1(14), 173-198.
- Martinand, J.-L., & Lebeaume, J. (1995). Étude d'épreuves de physique-technologie au concours de recrutement du professorat des écoles en France. Que devraient savoir les candidats? *Didaskalia*, 7, 9-26.
- Martinand, J.-L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. Numéro thématique: La didactique des sciences en Europe. *Aster*, 19, 61-75.
- Martinand, J.-L. (2012, février). *Éducation au Développement durable et didactiques du curriculum*. Communication présentée au XIX^e colloque AFIRSE, Lisbonne, Portugal.

- Milet, M. (2001). L'autonomisation d'une discipline. La création de l'agrégation de science politique en 1971. *Revue d'histoire des Sciences humaines*, 1(4), 95-116.
- Pigeyre, F., & Sabatier, M. (2012). Recruter les professeurs d'Université: le cas du concours d'agrégation du supérieur en sciences de gestion. *Revue Française d'Administration Publique*, 142, 399-417.
- Rapports de jurys (RJ) de l'agrégation de mécanique de 1977 à 2012. Archives du CNDP de Lille & site internet *les agrégations de Sciences de l'ingénieur de l'ENS de Rennes*. Repéré à <http://edu.ens-rennes.fr/course/view.php?id=13>.
- Remaud, P. (2004). *Une histoire de la genèse de l'automatique en France 1850-1950. De l'école de la régulation française au début du xx^e siècle à l'émergence de l'automatique en France après la seconde guerre mondiale. (Thèse de Doctorat)*. Conservatoire National des Arts et des Métiers de Paris.
- Reuter, Y., & Donahue, C. (dir.). (2008). *Disciplines, Language, Activities, Cultures: Perspectives On Teaching And Learning In Higher Education From France And The United States*. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Reuter, Y., & Lahanier-Reuter, D. (2007). L'analyse de la discipline: quelques problèmes de la recherche pour la didactique. Dans E. Falardeau, C. Fisher & N.
- Reuter, Y. (2006) À propos des usages de Goody en didactique. Éléments d'analyses et de discussion. *Pratiques (numéro thématique : La littéracie. Autour de Goody)*, 131/132, 111-139.
- Reuter, Y. (2015). Les contenus d'enseignement et d'apprentissages. Réflexions sur les spécificités de l'approche de Théodile-CIREL. Dans B. Daunay, R. Hassan & C. Fluckiger (dir.), *Les Contenus d'enseignement et d'apprentissage. Approches didactiques* (p. 269-288). Pessac: Presses universitaires de Bordeaux.
- Ropé, F. (1994). *Savoirs universitaires, savoirs scolaires. La formation initiale des professeurs de français*. Paris: INRP-L'Harmattan.
- Russell, D. (1995). Activity Theory and Its Implications for Writing Instruction. In J. Petraglia, (Ed), *Reconceiving Writing, Rethinking Writing Instruction* (p. 51-78). Hillsdale: Erlbaum.
- Russell, D. (1997). Rethinking genre in school and society. *Written communication*, 14, 504-555.
- Verneuil, Y. (2005). *Les Agrégés. Histoire d'une exception française*. Paris: Belin.
- Vincenti, W. (1990). *What engineers know and how they know it? Analytical studies from aeronautical history*. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Zaid, A. & Lebeaume, J. (2013, janvier) *Une histoire didactique de l'agrégation de mécanique: processus d'autonomie de la discipline et professionnalisation de son enseignement*. Communication présentée au colloque de l'ARCD, Marseille, France.
- Zaid, A. (2015). Évolution de la mécanique en tant que contenu de l'enseignement technologique. Une analyse didactique des épreuves écrites de l'agrégation de mécanique. Dans B. Daunay, R. Hassan & C. Fluckiger (dir.), *Les Contenus d'enseignement et d'apprentissage. Approches didactiques* (p. 111-131). Pessac: Presses universitaires de Bordeaux.