

Le discours pédagogique scientifique : un discours mixte oral/écrit

P. Royis * C. Parpette **

31 Août 2022

Introduction

Le discours des sciences exactes a, entre autres caractéristiques, celle d'avoir impérativement besoin du support de l'écriture. Si l'on imagine aisément la philosophie, l'histoire ou la littérature exister et se diffuser par la seule voie orale, il n'en est pas question pour les mathématiques ou la chimie par exemple. Cette caractéristique influence fortement les discours de transmission de ces savoirs en situation pédagogique dans la mesure où la parole de l'enseignant doit s'articuler au support écrit qui se constitue au tableau au fur et à mesure que se déroule le cours. C'est ainsi que le discours oral d'un enseignant de mathématique, de mécanique, ou autre science exacte, comporte de très fortes traces de discours écrit au point de constituer fréquemment une sorte de discours mixte combinant les caractéristiques de l'oral et de l'écrit. Les formes en sont diverses et affectent à la fois les dimensions prosodique, lexicale, syntaxique et discursive.

Présentation du corpus (extrait CT11) Cas p égal 1 des tenseurs de, d'ordre 1.

$$\boxed{\text{Cas } p = 1}$$

\mathbf{t} , le tenseur \mathbf{t} , de composantes t_i ,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \hline \boxed{\text{le tenseur } \mathbf{t}, \text{ de composantes } t_i} \end{array} \right.$$

— y a plus qu'un indice, c'est l'ordre 1 — égal t de e_i ,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \hline \text{le tenseur } \mathbf{t}, \text{ de composantes } t_i \end{array} \right| = \mathbf{t}(e_i),$$

*Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, rue M. Audin, F-69518 Vaulx-en-Velin Cedex

**Université Lumière-Lyon 2, 5 avenue Pierre Mendès-France, F-69676 Bron Cedex

— voyez c'est le cas particulier de cette définition avec p égal 1 puisque y a plus, y a plus qu'un indice, elle va s'identifier à un vecteur, puisqu'y a plus qu'un indice hein — s'identifie au vecteur t ,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \text{le tenseur } \mathbf{t}, \text{ de composantes } t_i = \mathbf{t}(e_i), \boxed{\text{s'identifie au vecteur } t} \end{array} \right.$$

— et j'ai mis la double barre là hein un peu comme c'est en gras dans le truc, et là je la mets pas parce que c'est un vecteur — au vecteur t égal $t_i e_i$,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \text{le tenseur } \mathbf{t}, \text{ de composantes } t_i = \mathbf{t}(e_i), \text{ s'identifie au vecteur } t \boxed{= t_i e_i} \end{array} \right.$$

— toujours pareil hein, somme, somme sur i — c'est-à-dire s'identifie au vecteur ayant les mêmes composantes que le tenseur sur la base b . Alors ça c'est important parce que ça montre que, on va montrer plutôt, ça montre pas tout de suite, on va montrer que, à l'inverse, à tout vecteur on peut associer un tenseur et ceci de façon unique.

1 Dimension prosodique

La nécessité d'écrire certaines données au tableau amène l'enseignant à ralentir son débit en insérant dans son discours des pauses destinées à ménager le temps de l'écriture

Extrait MEF 7 Alors qu'est-ce qu'il dit le théorème ? Il dit la chose suivante... *les deux problèmes suivants sont équivalents*. Le premier problème, ben vous vous en doutez, c'est... notre problème initial p_i ... consistant à trouver u ... appartenant à C^2 puisque j'ai une dérivée seconde... et C^2 plus précisément puisque u de 0 égal 0, tel que... *moins u seconde plus u égal f dans $[0, 1]$* , et puis u prime de 1 égal g ... Je ne mets pas u de 0 égal 0 hein puisque c'est implicitement contenu... dans... ceci. Dès lors que je dis que u appartient à C^2 de $[0, 1]$ j'ai u de 0 égal 0. p_i prime... qui est le problème... équivalent à p_i , cela on va le montrer, eh bien c'est toujours trouver u dans le même espace, bien sûr... tel qu'on ait la chose suivante, *intégrale de 0 à 1 de $u v$ plus u prime v prime $d x$, égal intégrale de 0 à 1 de $f v d x$ plus $g v$ de 1, et ceci quel que soit v appartenant à C^1 de $[0, 1]$* .

Ce ralentissement se traduit par un effet de suspension de la courbe intonative. Le discours est alors organisé par l'écriture. Les pauses n'ayant plus pour fonction de hiérarchiser les relations entre les éléments mais simplement de permettre matériellement l'écriture, elles peuvent intervenir entre des éléments de phrase fortement liés sur le plan syntaxique : entre l'article et le syntagme nominal (les/deux), entre l'adjectif et le nom (les deux/problèmes), entre le sujet et le verbe (les deux problèmes suivants/sont équivalents; u /appartenant) etc... c'est-à-dire dans des positions pas ou peu attestées en règle générale...

2 Dimension lexicale

La seconde manifestation de cette imbrication de l'écrit dans le discours oral réside dans la répétition. Celle-ci est certes un phénomène particulièrement fréquent du discours oral,

mais en l'occurrence il s'agit bien de répétitions liées à la présence du discours écrit, ceci étant attesté par le ralentissement et le changement intonatif qui l'accompagne.

Extrait CT 2 Voilà. Alors, y a une première chose dont il faut parler, c'est la convention d'indice muet. Donc ça, c'est une convention, une notation hein. Convention d'indice muet. C'est quelque chose qui va nous permettre de simplifier beaucoup d'expressions arithmétiques, hein vous allez vous en rendre compte euh très très très vite.

Extrait CT 3 C'est ça en fait la convention de sommation. On conviendra que dès lors qu'un même indice, ici i , dans une expression arithmétique, est répété, il vaut convention de sommation sur cet indice. Ca, je vais l'écrire: la répétition d'un même indice dans une expression arithmétique vaut convention de sommation, de sommation, sur cet indice. Alors ça, ben c'est ce qu'on appelle la convention d'indice muet, ou convention d'Einstein puisque elle est due à Einstein.

Ces répétitions ont la même fonction que les simples phénomènes prosodiques évoqués plus haut, à savoir l'accompagnement de l'écriture au tableau de certaines données. L'extrait 3 illustre bien un caractère très marquant du discours pédagogique qui est sa redondance. L'énoncé est présent 3 fois : émis une première fois oralement, il est ensuite écrit au tableau, écriture accompagnée d'une lecture à haute voix. Cet accompagnement est lié à une habitude culturelle de la situation pédagogique qui consiste pour l'enseignant à éviter les moments de silence.

Extrait MEF 2 Alors par ailleurs la corde est soumise, comme on le voit sur cette figure, à un chargement f , chargement f de x . A son extrémité droite on a une tension t , tension t en x égal 1. La longueur de la corde est choisie égale à l'unité hein, dans un souci de simplicité hein, et cette tension t à l'extrémité droite, eh bien elle est inclinée d'un angle θ égal arc tangente g . Alors les données du problème, ce sont le chargement f , donc donné, le réel g , et puis pour avoir des choses les plus simples possible, on va convenir de prendre une raideur unité pour le support, avec k égal 1 donc, et on va également choisir de prendre une composante horizontale de la tension t égale à l'unité toujours pour avoir des choses simples, et $t \cos \theta$ égal 1, eh bien on a le problème suivant.

On est ici en présence non plus de répétitions mais de reformulations :

- ce problème/le problème initial
- de la part de la fondation une réaction moins $k u$ /réaction moins $k u$ de x du support
- chargement f /chargement f de x
- tension t /tension t en x égal 1
- une raideur unité pour le support/avec k égal 1 donc
- la tension t égal à l'unité/et $t \cos \theta$ égal 1

reformulations correspondant aux éléments notés au tableau. Le phénomène de reprise de certains éléments lexicaux, récurrent dans cet extrait, est destiné à faire passer certaines informations du discours oral à une forme écrite, plus précise et plus normée.

3 Dimension morphosyntaxique

On constate également une influence morphosyntaxique de l'écrit sur le discours oral, en particulier par le recours à des structures nominales là où seraient attendues des structures verbales. Le phénomène est particulièrement fréquent lorsqu'il s'agit pour l'enseignant d'introduire une partie nouvelle. On relève par exemple:

- Tenseurs euclidiens en bases orthonormées (extrait CT 6)
- Application. Application au cas $p=1$ (extrait CT 18)
- Donc première partie : étude d'un problème modèle. (extrait MEF 2)

alors que l'oral utilise généralement une structure verbale, comme on la trouve d'ailleurs à d'autres moments du cours :

- Alors bon, ça s'appelle donc éléments de calcul tensoriel. (extrait CT 1)
- Alors y a une première chose dont il faut parler, c'est la convention d'indice muet. (extrait CT 2)

La différence morphosyntaxique repose sur deux points : la constitution de la phrase autour d'un noyau nominal — première partie, étude, tenseurs euclidiens — à la place du noyau verbal — ça s'appelle, y a, c'est — et l'absence d'article. En élargissant l'espace de discours observé, on remarque plusieurs degrés dans cette imbrication oral/écrit :

- Tenseurs euclidiens en bases orthonormées Bon, on va donner la définition. (extrait CT 6)

La première phrase correspond exactement à la structure écrite telle qu'elle se présente dans le polycopié du cours. Elle est d'ailleurs écrite à l'identique au tableau par l'enseignant en même temps qu'il la prononce. C'est une structure écrite oralisée.

- Donc première partie : étude d'un problème modèle. (extrait MEF 2)

Si étude d'un problème modèle est là aussi une structure écrite selon les critères précisés plus haut, elle est précédée d'une structure introductivetypiquement orale : donc.

- Bien, j'espère que vous avez tous pris soin de prendre le document que vous avez dû récupérer la semaine dernière, donc qui est le chapitre sept, chapitre sept consacré à une introduction à la méthode des éléments finis, introduction à la méthode des éléments finis, Introduction à la Méthode des éléments finis que je noterai en général MEF en abrégé de manière à gagner du temps.

Nous avons ici une autre forme d'imbrication oral/écrit. Le nouveau chapitre abordé par l'enseignant est présenté au sein d'une structure orale mais celle-ci est en quelque sorte doublée de son équivalent écrit oralisé — introduction à la méthode des éléments finis — insertion liée à l'écriture au tableau. Cette insertion suspend momentanément la structure orale avant la poursuite de la phrase avec la relative “que je noterai...”.

L'énoncé suivant présente une forme encore différente de combinaison entre syntaxe orale et syntaxe écrite :

- Notation

Notat θ

qui comme celle d'indice muet a pour but de nous simplifier la vie hein. Quand on considère les fonctions... (extrait CT 24)

La phrase commence par une structure nominale sans article — notation — caractéristique des titres écrits, énoncé d'ailleurs noté au tableau par l'enseignant. Mais contrairement à ce que laissent prévoir les règles de syntaxe écrite, cette structure nominale se poursuit par une relative qui ramène la phrase dans une structure verbale. On assiste là à une sorte de télescopage nominal/verbal et partant à une imbrication écrit/oral.

4 Dimension syntaxico-discursive

Cette mixité entre oral et écrit dépasse le seul niveau phrastique pour toucher des énoncés beaucoup plus longs qui font apparaître deux discours menés parallèlement, celui de l'explication orale, d'une part, et l'oralisation de ce que l'enseignant écrit en même temps au tableau, d'autre part. Sur un plan strictement syntaxique, cela conduit à certaines observations sur l'opposition entre relations syntagmatiques et relations paradigmatisques. Sur un plan plus discursif, on voit apparaître différents types de relations entre les deux discours. Dans la majorité des cas, l'un est dominant par rapport à l'autre; dans quelques cas plus rares, le parallélisme entre les deux est équilibré. C'est ce que nous allons essayer de voir à travers les exemples suivants.

- Premier outil, c'est ce qu'on appelle un élément fini. Qu'est-ce que c'est? Définition d'un élément fini. Eh bien, c'est la donnée de trois choses. (extrait MEF)

La phrase Définition d'un élément fini vient s'insérer entre la question Qu'est-ce que c'est? et la réponse Eh bien, c'est la donnée de trois choses. Ce n'est pas la réponse à la question mais la reformulation, l'équivalent écrit (et oralisé) de cette question orale, lequel sera noté au tableau par l'enseignant. Cette phrase ne doit donc pas être considérée dans un rapport syntagmatique avec ce qui précède — ce qui constituerait un enchaînement incohérent — mais dans un rapport paradigmatique : “Définition d'un élément fini” ne répond pas à “Qu'est-ce que c'est?” mais vient s'y superposer. C'est une sorte d'empilement paradigmatique qui a pour fonction d'introduire l'écrit.

Cette hypothèse de la coexistence de deux discours parallèles conduit à considérer différemment un certain nombre de répétitions. Ainsi dans le segment d'énoncé vu plus haut :

- Bien, j'espère que vous avez tous pris soin de prendre le document que vous avez dû récupérer la semaine dernière, donc qui est le chapitre sept, chapitre sept consacré à une introduction à la méthode des éléments finis, introduction à la méthode des éléments finis, que je noterai en général MEF en abrégé de manière à gagner du temps. . .

la reprise de "introduction à la méthode des éléments finis" n'est pas une répétition d'attente ou d'insistance mais bien l'introduction en parallèle de ce second discours lié à l'écrit du tableau. Si dans l'exemple ci-dessus, l'imbrication oral/écrit se traduit par une simple "incursion" dans le discours oral d'un bref énoncé nominal, témoin du discours écrit du tableau, cette combinaison est souvent plus complexe.

Extrait MEF 2 Donc, première partie, étude d'un problème modèle. Ce problème modèle, c'est celui de l'équilibre d'une corde sur une fondation élastique, la corde sur fondation élastique. Donc, ce problème, le problème initial, est clairement décrit par cette figure qui se trouve à la page 4, donc qui représente quoi, qui représente une corde, reposant sur une fondation élastique. Alors le caractère élastique de cette fondation est schématisé par les ressorts mais faut pas s'y tromper, c'est pas discret hein, c'est vraiment un support continu qui réagit d'une façon élastique, ce qui veut dire que si u de x est le déplacement vertical de la corde, eh bien cette corde subit de la part de la fondation une réaction moins $k u$, réaction moins $k u$ de x du support. Alors par ailleurs la corde est soumise, comme on le voit sur cette figure, à un chargement f , chargement f de x . A son extrémité droite on a une tension t , tension t en x égal 1. La longueur de la corde est choisie égale à l'unité hein, dans un souci de simplicité hein, et cette tension t à l'extrémité droite, eh bien elle est inclinée d'un angle θ égal arc tangente g . Alors les données du problème, ce sont le chargement f , donc donné, le réel g , et puis pour avoir des choses les plus simples possible, on va convenir de prendre une raideur unité pour le support, avec k égal 1 donc, et on va également choisir de prendre une composante horizontale de la tension t égale à l'unité toujours pour avoir des choses simples, et $t \cos \theta$ égal 1, eh bien on a le problème suivant.

- | |
|---|
| 1. Etude d'un problème modèle : La corde sur fonda θ élastique |
| 1.1 Le Pb initial |
| $u(x)$ dep ^t vertical de la corde \rightarrow réaction $-ku(x)$ du support |
| charg ^t $\underline{f(x)}$. Tension T en $x = 1$ inclinée de $\theta = \arctan \underline{g}$ |
| Avec $k = 1$ et $T \cos \theta = 1$ on a |

Il s'agit là d'une explication orale dans laquelle s'insère à intervalles réguliers une reprise correspondant à l'oralisation des éléments que l'enseignant veut faire apparaître au tableau. Cette reprise s'opère soit par simple répétition (la corde sur fondation élastique), soit par reformulation comme on l'a vu plus haut. Le discours oral est ici dominant en ce sens qu'il est linéairement parfaitement complet et cohérent alors que le discours parallèle, oralisé, a pour fonction de mettre en évidence les segments clés qui seront retenus au tableau.

Extrait CT 11 Cas p égal 1 des tenseurs de, d'ordre 1.

$$\boxed{\text{Cas } p = 1}$$

t , le tenseur t , de composantes t_i ,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \boxed{\text{le tenseur } t, \text{ de composantes } t_i} \end{array} \right.$$

— y a plus qu'un indice, c'est l'ordre 1 — égal t de e_i ,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \text{le tenseur } t, \text{ de composantes } t_i \end{array} \right. \boxed{= t(e_i)},$$

— voyez c'est le cas particulier de cette définition avec p égal 1 puisque y a plus, y a plus qu'un indice, elle va s'identifier à un vecteur, puisqu'y a plus qu'un indice hein — s'identifie au vecteur t ,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \text{le tenseur } t, \text{ de composantes } t_i = t(e_i), \end{array} \right. \boxed{\text{s'identifie au vecteur } t}$$

— et j'ai mis la double barre là hein un peu comme c'est en gras dans le truc, et là je la mets pas parce que c'est un vecteur — au vecteur t égal $t_i e_i$,

$$\left| \begin{array}{l} \text{Cas } p = 1 \\ \text{le tenseur } t, \text{ de composantes } t_i = t(e_i), \end{array} \right. \text{s'identifie au vecteur } t \boxed{= t_i e_i}$$

— toujours pareil hein, somme, somme sur i — c'est-à-dire s'identifie au vecteur ayant les mêmes composantes que le tenseur sur la base b . Alors ça c'est important parce que ça montre que, on va montrer plutôt, ça montre pas tout de suite, on va montrer que, à l'inverse, à tout vecteur on peut associer un tenseur et ceci de façon unique.

Cet extrait illustre le phénomène inverse : des deux discours présents, l'écrit oralisé est dominant. Il constitue la colonne vertébrale de l'explication sur laquelle viennent se greffer des explications complémentaires, rappels et digressions. La partie oralisée constitue une phrase syntaxiquement complète que l'on retrouve d'ailleurs au tableau, phrase entrecoupée de parenthèses orales.

Que, des deux discours parallèles, l'oral ou l'oralisé soit dominant ne relève pas du hasard. On note que le discours oralisé constitue l'élément organisateur lorsqu'il s'agit d'un théorème ou d'une définition, c'est-à-dire de contenus dont la forme est fixe et ne supporte pas de variation. En revanche, le discours oral est dominant pour les explications et descriptions, c'est-à-dire des contenus dont la forme, plus libre, est laissée à l'initiative de chaque locuteur. Cette distinction se retrouve d'ailleurs dans la partie écrite notée au tableau : dans le premier cas de figure, on retrouve une structure syntaxique complète avec verbes conjugués; dans le second, on trouve plutôt une forme de prise de notes avec mots-clés et flèches.

Extrait MEF 3 Je vais tout de même donner la définition générale. Plus généralement, qu'appelle-t-on problème aux limites ? Donc c'est une définition. Bon je vais pas les numéroter au tableau, les

définitions, elles le sont dans le document que vous avez. Donc soit Ω , ben Ω c'est par exemple mon milieu continu, soit Ω un ouvert borné et connexe de \mathbb{R}^n qui a une frontière Γ , une frontière Γ régulière, on va pas entrer dans les détails, ben par exemple pour un milieu continu ça signifie simplement que il faut qu'on puisse, au moins presque partout, exhiber la normale sortante, donc il faut que la frontière ait une certaine régularité, il peut y avoir des coins mais il faut pas qu'il y en ait de trop hein, de frontière Γ régulière eh ben on appelle problème aux limites posé sur Ω barre, c'est-à-dire la réunion hein bien sûr de Ω et de sa frontière le problème consistant en la recherche d'une fonction que je vais noter u , comme celle-ci, de Ω barre à valeurs, non pas dans \mathbb{R} mais de façon générale dans \mathbb{R}^p , parce que dans un déplacement de milieu continu, ça peut avoir deux ou trois composantes hein selon que l'on a un problème plan ou un problème tridimensionnel, puis dans d'autres cas de figure on peut avoir beaucoup plus d'équations, beaucoup plus de champs. Et alors cette fonction, elle vérifie quoi ? Ben deux types de conditions. Tout d'abord dans Ω , et c'est l'analogue de cette relation-là, un système d'équations aux dérivées partielles, un ensemble d'équations aux dérivées partielles que je note en abrégé EDP, notation classique, et puis des conditions imposées sur la frontière, appelées conditions aux limites, des conditions sur Γ , conditions aux limites en abrégé CL. Donc ce type de problème ben on en a vu chaque fois qu'on a étudié un problème d'équilibre de solide élastique, ben ceci est un exemple simple de problème aux limites.

Extrait MEF 3 Poly On a, de façon plus générale, la

Définition 1 Soit Ω un ouvert borné et connexe de \mathbb{R}^n , $n \in \mathbb{N}^*$, de frontière Γ "suffisamment régulière". On appelle problème aux limites posé sur $\bar{\Omega}$ le problème consistant en la recherche d'une fonction $u : \bar{\Omega} \rightarrow \mathbb{R}^p$, $p \in \mathbb{N}^*$, vérifiant dans Ω un ensemble d'équations aux dérivées partielles (EDP), et sur la frontière Γ un ensemble de conditions imposées appelées conditions aux limites (CL).

Cet extrait illustre une autre forme de parallélisme entre les deux discours. Aucun des deux n'est véritablement dominant. Les deux existent de façon complète mais pas totalement autonome en ce sens que certaines parties d'énoncés leur sont communes.

Conclusion (à faire)

A voir :

- présentation du corpus
- comptabilisation d'occurrences?
- tableau en 3 colonnes : écrit/oral/oral-écrit
- empilements paradigmatiques : ratures de l'oral, accumulation (voir Strasbourg) — ici : parallélisme — Existe à l'oral mais en situation d'apposition : les inondations en chine risquent de devenir la catastrophe naturelle du siècle, catastrophe qui menace de s'aggraver encore compte tenu des prévisions météorologiques, pas en début d'énoncé

Récapitulatif

- phonétique
 - ralentissement
 - pause suspensive
- lexique
 - répétition
 - reformulation
- morphosyntaxe
 - structure nominale
 - absence d'article
- discours
 - parallélisme entre discours oral et écrit oralisé