

# La normale n'est normale que pour la perpendiculaire: coordination des objets et des registres sémiotiques.

Bernard Chabloz

&

Alaric Kohler

Haute École Pédagogique BEJUNE

## Introduction

Des conventions d'écriture aux usages sémiotiques courants, en passant par quelques bizarreries traditionnelles qui ne le sont plus quand on a l'habitude, les exemples ci-dessous permettent de montrer que non seulement un signe peut être difficile à interpréter, certains objets sémiotiques comme la flèche jouent des rôles différents sans toujours fournir d'indice pour les inférer, mais en plus il est parfois nécessaire de coordonner plusieurs objets éventuellement de plusieurs *registres sémiotiques* différents pour, finalement, accéder au sens...

Pour chacun des exemples ci-dessous, nous tenterons de porter un regard de novice sur des outils sémiotiques d'expert ou des habitudes de langages génératrices d'ambiguïtés, de manière à mettre en perspective des manières de faire souvent issues d'une longue tradition disciplinaire dont les tenants et aboutissants n'échappent pas seulement au profane ...

Nous décrivons quelques risques de malentendus sous la forme d'histoires drôles, et proposerons au moins une piste pour éviter ces écueils: la *coordination des registres sémiotiques* (Duval, 1995).

### *Pour citer ce document :*

Chabloz, B. & Kohler, A. (2016). La normale n'est normale que pour la perpendiculaire: coordination des objets et des registres sémiotiques.. Consulté le <insérer la date> dans le site web du projet de recherche institutionnel "Ingénierie didactique en physique, centrée sur la modélisation et la simulation : construction et évaluation d'un dispositif d'enseignement mi-fini (half-baked) pour le secondaire II", Unité de Recherche 2, HEP-BEJUNE : <http://modelisation-mi-fini.hep-bejune.ch>.

## Premier exemple

Une étudiante passant un oral de physique (E. Jeannet, 1983, communication personnelle) tente de retrouver pourquoi un caillou lâché du sommet de la tour Eiffel ne retombe théoriquement (le modèle est celui de la chute libre) pas à la verticale de son point de départ. Face à l'insistance de son enseignant, l'étudiante dessine un long trait vertical du haut au bas de la feuille (cf. figure 1) : le caillou tombe...

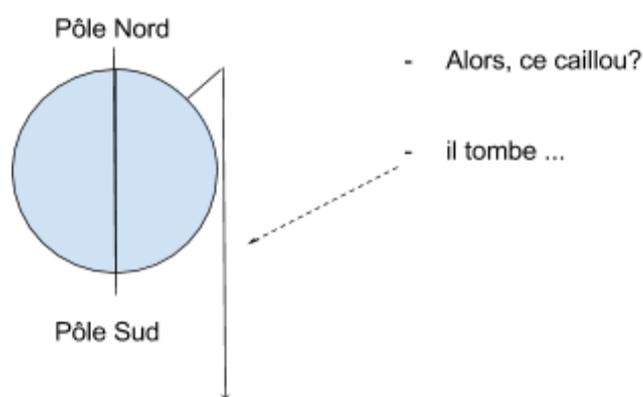


Figure 1. Question de l'enseignant et réponse de l'étudiante.

L'ambiguïté que génèrent les mots *vertical*, *haut* et *bas* est bien sûr le moteur de cette histoire drôle. On peut rappeler aux élèves qu'en général l'altitude du haut de leur feuille est la même que celle du bas. Et enchaîner avec cette question qui les surprend systématiquement:

- *Pourquoi l'attraction terrestre est-elle verticale et pointe-t-elle vers le bas ?*

La réponse est déroutante, précisément parce que le questionnement du statut d'un énoncé ne fait pas partie des habitudes scolaires: l'attraction terrestre est *verticale* et pointe vers le **bas par définition** des mots *vertical* et *bas* !

Cette ambiguïté n'est cependant pas seulement linguistique: le malentendu se situe dans la coordination entre des conventions de dessin lié à l'objet qu'est la feuille de papier, qui définit une certaine verticalité, et la verticalité en physique, qui est déterminée par la direction de la force de gravitation – en tout cas tant qu'on est à la surface d'une planète, le terme perdant son sens commun ailleurs, même si la définition physique peut y garder son sens.

## Deuxième exemple

Des élèves de première année de maturité académique au Lycée Jean-Piaget sont confrontés à une tâche "hameçon", destinée à leur rendre nécessaire la pêche aux outils trigonométriques.

- *Évaluez la pertinence de l'injonction neuchâteloise : « Rasez les Alpes, qu'on voie la mer ! ».*

Les élèves constatent en quelques minutes qu'à cause de la courbure de la surface terrestre raser les Alpes ne suffira probablement pas à un Neuchâtelois pour voir la mer à Gênes, et qu'il lui faudra sans doute s'élever quelque peu pour que le bord de mer à Gênes soit dans sa ligne d'horizon. Ils schématisent alors la contrainte, et certains d'entre eux produisent un schéma, dont une version générique est présentée ci-dessous (figure 2).

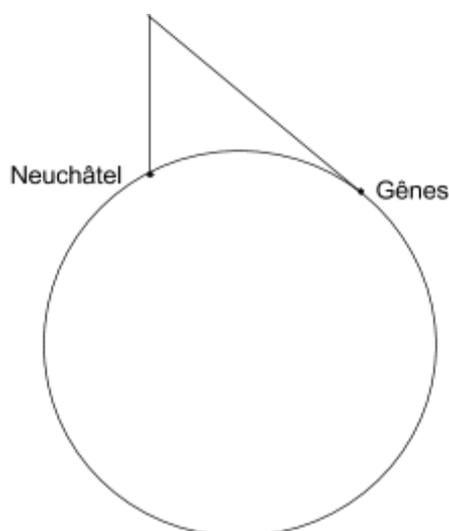


Figure 2. Schéma simplifié de quelques élèves

Il s'agit bien sûr d'une nouvelle version de l'histoire drôle de l'exemple 1. Cette fois, c'est une coordination des points de vue – tout à fait au sens des expériences piagésiennes – que l'élève doit réussir pour s'approprier l'une des conséquences de la rotondité de la Terre : le point de vue de l'observateur, coordonné à un point de vue très éloigné de la Terre, permet d'esquisser un schéma comme celui de la figure 2 et de remettre en cause l'injonction neuchâteloise. Ce qui se passe ici, et qui entrave cette coordination pourtant bien présente, c'est que la verticale devient soudain une parallèle au bord de la page. La coordination n'opère que sur l'effet de la rotondité de la Terre, alors que la verticale lui échappe.

## Troisième exemple

La trajectoire d'un objet (lancé) en chute libre est une (partie de) parabole, c'est bien connu : voir la parabole de gauche sur la figure 3. Mais le graphe de l'horaire d'une chute libre verticale (l'objet est lancé vers le haut) est également une parabole : voir la parabole de droite sur la figure 3.

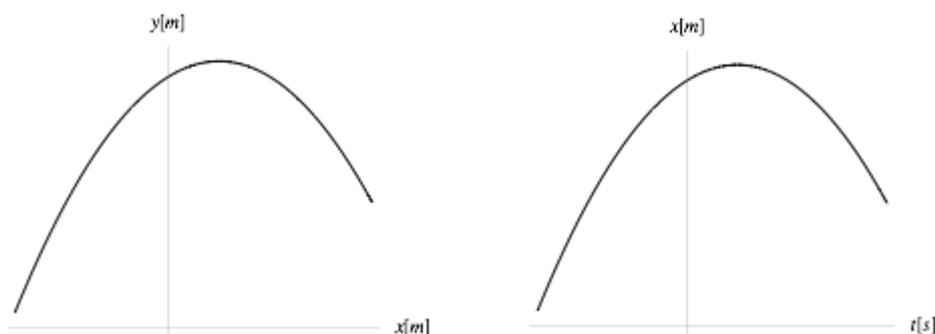


Figure 3. Dessins de la trajectoire d'un objet lancé en chute libre (abscisse et ordonnée représentent des positions) et du graphe de l'horaire d'une chute libre verticale (l'abscisse représente un instant, et l'ordonnée, une position).

Le risque d'ambiguïté est patent : le dessin du graphe mobilisant immédiatement une représentation spatiale ou spatio-temporelle (au sens où la trajectoire est parcourue par l'objet), le second graphe sera interprété comme le premier, soit comme une trajectoire. Deux remarques s'imposent.

1. La chute libre du physicien est le mouvement d'un point matériel en l'absence de toute autre force que la pesanteur, ou dans un cas où les autres forces se compensent exactement (ce que veut reproduire un simulateur de vol, ou un vol parabolique réel); il ne s'agit donc pas d'un saut sans parachute...
2. Un graphe n'est pas un dessin (même si le choix du mot *graphe* n'est sans doute pas innocent...); *dessin du graphe* est donc écrit ici à dessein, comme une nouvelle provocation à visée didactique.

Ici aussi, la coordination est à l'oeuvre. D'abord celle du parcours de l'objet (lancé verticalement vers le haut) et de son horaire : une simulation graphique peut montrer la synchronisation de deux mouvements, celui du point (l'objet) sur sa *trajectoire* et celui du point (qui n'est plus l'objet, mais sa "position" dans l'espace-temps) sur le graphe de son *horaire*. Ensuite, une coordination à un autre niveau permet aux élèves de s'approprier la parabole à la fois en tant qu'objet mathématique indépendant d'un référent (une parabole ne dénote ni une trajectoire, ni un horaire, etc de manière générale et conventionnelle) et en tant qu'outil sémiotique jouant un rôle spécifique, et précisément distinct dans les deux exemples de paraboles ci-dessus (cf. figure 3).

## Quatrième exemple

Voici un schéma électrique (figure 4) présentant le montage de résistances et d'une source de tension.

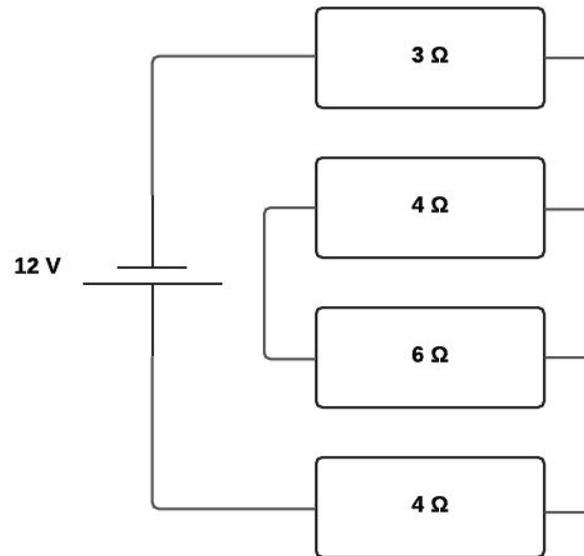


Figure 3. Schéma électrique.

Les résistances sont montées en série, même si le dessin les montre parallèles.

Remarque: le mot *résistance* est utilisé ici de façon métonymique puisqu'il désigne un objet qui a une résistance, c'est-à-dire une caractéristique physique traduite par un nombre, et dont le nom provient du processus homonyme. Que d'ambiguïtés en perspective !

## Cinquième exemple

L'extrait de *Formulaires et tables* (CRM, 2015) présenté par la figure 5 montre quatre relations entre grandeurs physiques dans le domaine de l'électrocinétique.

Résistance d'un conducteur	$\Omega$	$R = \rho \frac{\ell}{S}$	$S$ : section du conducteur $\ell$ : longueur du conducteur
Loi d'Ohm		$U = RI$	$U$ : tension aux bornes du conducteur $I$ : intensité du courant dans le conducteur
Puissance électrique	W	$P_{AB} = U_{AB}I$	puissance associée à un courant (entre A et B : générateur, récepteur, ...)
Loi de Joule	J	$W_{el} = RI^2t$	transformation d'énergie électrique en énergie thermique

Figure 3. Relations entre grandeurs physiques en électrocinétique, extrait de CRM, 2015, p.148.

Rien n'indique une différence de statut entre ces énoncés, et pourtant celui de l'un d'entre eux est essentiellement différent. En effet, par définition de ces grandeurs, la puissance électrique ( $P_{AB}$ ) consommée (ou fournie) par un élément est le produit de la tension électrique ( $U_{AB}$ ) à ses bornes par l'intensité du courant ( $I$ ) qui le traverse. Cet énoncé est donc **toujours vrai**, au contraire des trois autres, qui relèvent de la loi d'Ohm, laquelle, comme toute loi physique, est une **hypothèse** !

## Références

Commission Romande de Physique (2015/1985). *Formulaires et tables*. Genève: Éditions du Tricorne.