
Bulletin de l'Union des Physiciens

Association des professeurs de Physique et de Chimie

Quelques réflexions sur la dénomination des vecteurs **E**, **B**, **D** et **H**

par Francis BROUCHIER
Agrégé de l'Université,

Professeur honoraire de Chaire Supérieure

RÉSUMÉ

Ce billet se propose de faire le point sur les différentes dénominations des vecteurs **E**, **B**, **D** et **H** et les problèmes que cela soulève pour nos élèves. Des propositions sont faites, sans grand espoir, pour essayer de remédier à cette situation ou au moins tenter de relancer ce débat qui n'est pas neuf.

POSITION DU PROBLÈME

Quelle que soit sa spécialité, l'enseignant se trouve confronté à un problème de vocabulaire. Chaque notion doit être désignée par un nom spécifique. On pourrait penser que dans les sciences dites «dures» tout soit parfaitement clarifié, en fait la plus grande pagaille règne. Chacun utilise le nom qui lui convient pour désigner telle ou telle grandeur physique. Il peut exister des dénominations majoritaires mais elles ne

sont jamais absolues. On peut aimer la démocratie et respecter les opinions divergentes, dans ce domaine il faut savoir imposer une seule règle pour que tous puissent se comprendre. Cette confusion est extrêmement dommageable pour les élèves qui ne savent plus interpréter les sujets d'examen qui leur sont proposés si le mot utilisé par l'auteur n'est pas celui employé par le professeur pendant les études. Dans ma longue expérience d'enseignant en classes préparatoires scientifiques j'en ai, hélas, vu souvent les conséquences. Ce problème peut sembler, a priori, mineur, il a une grande importance pour nos élèves et peut être résolu avec un minimum de bonne volonté de la part des adultes que nous sommes.

LE POINT DE VUE DE L'A.F.N.O.R.

Les normes éditées par l'A.F.N.O.R. ont en principe force de loi en **France** dans la communauté scientifique et technique. En réalité pour les vecteurs **E**, **B**, **D** et **H** l'usage majoritaire actuel n'utilise qu'un seul nom normalisé. La philosophie qui a prévalu dans les dénominations A.F.N.O.R. avait cours il y a plus de trente ans et c'est celle que j'ai reçu en tant qu'élève. On prenait le cas des milieux matériels linéaires homogènes et isotropes et on écrivait :

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \cdot \mathbf{E} \quad \text{et} \quad \mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \cdot \mathbf{H}$$

Le champ **E** s'est toujours appelé «champ électrique» et ce nom n'a pas varié, le champ **H** portait le nom de «excitation magnétique» car on imaginait que les vecteurs **E** et **H** créaient les champs **D** et **B** qui étaient alors des champs «induits». D'où les noms de «Induction électrique» pour **D** et «Induction magnétique» pour **B**. Ces deux derniers noms figurent dans la norme française à côté d'une «Densité de flux magnétique» pour le vecteur **B** dont je n'avais jamais entendu parler avant de lire la norme. Ce dernier nom a un sens difficile à saisir et je ne vois pas pourquoi il a été adopté. Le vecteur **D** peut aussi être appelé «Déplacement électrique» ou simplement «Déplacement» en souvenir du «courant de déplacement».

De façon assez bizarre la norme impose «Champ magnétique» pour le vecteur **H**, ce qui doit être une réminiscence du système de Gauss.

LE POINT DE VUE MAJORITAIRE ACTUEL

Les relations utilisées précédemment sont des relations purement formelles sans grand sens physique. On préfère actuellement partir des

équations de Maxwell et de l'expression de la force de Laplace. Par exemple la force électromagnétique \mathbf{F} agissant sur une particule de charge q animée d'une vitesse \mathbf{v} dans un référentiel donné où règne un champ \mathbf{E} et un champ \mathbf{B} peut s'écrire :

$$\mathbf{F} = q \cdot (\mathbf{E} + \mathbf{v} \wedge \mathbf{B})$$

Les vecteurs \mathbf{E} et \mathbf{B} sont alors les causes de la force électromagnétique et forment donc un couple.

Comme pour \mathbf{E} il n'y a jamais eu d'ambiguïté et que tout le monde l'a toujours appelé «Champ électrique», pour \mathbf{B} on a choisi «Champ magnétique», ces deux mots figurent d'ailleurs dans les programmes officiels. Il y a déjà là une contradiction avec la norme puisque le mot «Champ magnétique» ne désigne pas le même vecteur. Pour \mathbf{D} et \mathbf{H} les rédacteurs des programmes ont choisi une position très neutre en décidant qu'ils n'auraient pas de nom. On peut encore remarquer que ces deux vecteurs forment un couple dont les expressions ne dépendent que des charges et courants réels indépendamment du milieu où on les calcule.

LE POINT DE VUE ANGLO-SAXON

Il est tiré du Dictionnaire Anglais-Français de Jacques BERT paru en 1994 chez Armand Colin.

- Electric displacement = déplacement électrique (vecteur \mathbf{D}) ;
- Electric field strength = valeur du champ électrique (sans doute le vecteur \mathbf{E}) ;
- Electric flux = flux électrostatique (sans doute le flux de \mathbf{D}) ;
- Electric flux density = déplacement électrique (vecteur \mathbf{D}) ;
- Magnetic field strength = intensité du champ magnétique, excitation magnétique (vecteur \mathbf{H}) ;
- Magnetic flux density = induction magnétique (vecteur \mathbf{B}) ;
- Magnetic intensity = excitation magnétique (vecteur \mathbf{H}).

On peut constater une grande similitude entre les normes A.F.N.O.R. et la pratique anglo-saxonne, la densité de flux magnétique (induction magnétique) est la traduction littérale de l'expression anglaise. On peut penser que la même philosophie est à la base de ces dénominations, nous avons vu qu'elle était passablement dépassée.

Bien qu'ayant beaucoup de respect pour les scientifiques anglo-saxons je pense que les francophones ne doivent pas suivre aveuglément les noms qu'ils imposent.

LES DÉNOMINATIONS «EXOTIQUES»

Au hasard des problèmes des concours d'entrée aux grandes écoles scientifiques on rencontre des noms qui plaisent sans doute à tel ou tel examinateur mais qui sont moins usités dans le monde scientifique. Par exemple en 1995 dans un des sujets du concours commun polytechniques on rencontre le vecteur **E** désigné sous le nom de «Excitation électrique», il s'agit là d'une «première» pour moi, à côté le vecteur **H** est appelé «Excitation magnétique», ce qui est plus normal. Dans le même sujet, quelques lignes plus loin, il est question du «Champ magnétique» qui n'a pas été défini, sans doute s'agit-il encore du vecteur **H** dont l'auteur utilise la définition A.F.N.O.R. mais ce n'est pas dit. Il faut se mettre à la place des candidats qui ont déjà beaucoup à faire pour calmer l'angoisse du concours et à qui on impose ces pièges. Dans le même ordre d'idées on peut raconter l'anecdote suivante. Il y a quelques années à l'oral du concours de Centrale un candidat se voit poser un exercice du type «calculer l'induction magnétique créée par un ensemble de courants». Au bout de son temps de préparation le candidat indique à l'examinateur qu'il ne voit pas comment faire intervenir les phénomènes d'induction puisque les courants sont constants et les circuits sont fixes. L'interrogateur a alors cette phrase sublime «Malheureux ! vous avez confondu induction magnétique et induction électromagnétique». Ce qui a valu au «malheureux» une mauvaise note et la perte de ses espoirs pour ce concours. En revanche l'examinateur n'a pas été sanctionné pour sa méconnaissance du programme officiel. Le champ **B** qu'il voulait faire calculer est appelé «Champ magnétique» et le mot «Induction électromagnétique» ne figure plus au programme depuis bien longtemps, on lit simplement «Phénomènes d'induction». Tout cela montre bien l'importance que les noms de grandeur ont pour les élèves.

PROPOSITIONS POUR UN AVENIR IMMÉDIAT

Il n'est pas dans mon intention de relancer un débat semblable à celui qui a opposé depuis le début du siècle jusqu'aux années 50 les chimistes et les thermodynamiciens. Ce n'était pas triste de voir le

professeur de sciences physiques changer le sens des échanges avec le milieu extérieur suivant qu'il faisait un cours de physique ou de chimie.

On rencontre encore le même problème de nos jours avec l'existence de deux conventions pour la représentation complexe des ondes planes monochromatiques : la convention «électronicien» et la convention «opticien». Cela ne simplifie pas le travail des élèves et les empêche de faire de la vraie physique. Pourquoi certains scientifiques s'accrochent-ils à leurs habitudes et refusent-ils d'en changer pour l'intérêt général ?

Je m'adresse ici à tous ceux qui ont un certain pouvoir susceptible de faire évoluer les choses dans le bon sens pour que les élèves (et les scientifiques en général) utilisent les mêmes mots pour les mêmes grandeurs. Tout d'abord il faudrait que la commission ad-hoc de l'A.F.N.O.R. se remette au travail pour actualiser les dénominations. L'usage majoritaire appelle «Champ électrique» le vecteur **E** et «Champ magnétique» le vecteur **B**. Il faudrait que ces deux noms soient les seuls autorisés. Le vecteur **H** pourrait s'appeler «Excitation magnétique» comme un certain usage le fait déjà et de la même façon le vecteur **D** pourrait s'appeler «Excitation électrique» pour confirmer les rôles parallèles que ces deux vecteurs jouent. Les mots «Induction électrique», «Induction magnétique», «Densité de flux magnétique» et «Déplacement» doivent être absolument interdits, au moins dans les sujets d'examen qui sont facilement contrôlables. Par ailleurs dans les milieux diélectriques le vecteur **P** qui d'après la norme s'appelle «Polarisation électrique» pourrait s'appeler simplement «Polarisation» aucune ambiguïté n'étant à craindre, cela ferait le pendant au vecteur \mathcal{I} appelé «Aimantation». La polarisation d'un milieu serait ainsi le moment dipolaire volumique et l'aimantation le moment magnétique volumique. Il faudrait, bien entendu, supprimer du vocabulaire la «Polarisation magnétique» ($\mathbf{B}_i = \mathbf{B} - \mu_0 \mathbf{H}$) qui n'est qu'un champ magnétique particulier et dont l'intérêt m'échappe totalement (j'en ai appris l'existence en lisant une brochure de résumé des normes). De même le «Flux électrique» (flux du vecteur déplacement à travers une surface, qui s'exprime en Coulomb) est inutile et doit être supprimé pour éviter les erreurs possibles.

Ces quelques aménagements permettraient de fixer (au moins pour l'instant) un vocabulaire précis et fiable dont les élèves seraient les premiers bénéficiaires, et les plus anciens aussi, qui, en faisant travailler

leurs méninges pour perdre des mauvaises habitudes, y gagneraient en clarté.

La diffusion de ces modifications devrait être assurée par le Ministère de l'Éducation Nationale à tous les enseignants concernés car les publications de l'A.F.N.O.R. sont assez chères et donc peu répandues.

Il est bien évident que, ne disposant d'aucun pouvoir, je ne cherche pas à faire prévaloir une opinion. Mes propositions ne sont que le reflet de ce que je peux ressentir parmi mes collègues enseignants et devraient donc rencontrer un large consensus.

Ceux d'entre vous qui se sentent concernés par ces problèmes peuvent me contacter et me faire part de leurs réactions. Si cela semble possible l'U.d.P. pourrait avoir une position officielle.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ici Messieurs B. DUPONT et J.-P. TROTIGNON dont le livre «*Unités et Grandeurs*» édité chez Nathan m'a bien aidé pour rédiger ce texte.

DERNIÈRE MINUTE

Je viens de recevoir le programme de la section M.P. Il y est question de : champ électrostatique \mathbf{E} , de potentiel électrostatique et de champ magnétostatique \mathbf{B} . Encore une difficulté inutile pour nos élèves qui devront faire le lien entre le champ électrostatique et le champ électrique qu'ils verront plus tard. Pourquoi ne pas dire «champ électrique créé par des charges fixes» et «champ magnétique créé par des courants constants» ? Les champs électriques et magnétiques peuvent dépendre du temps ou ne pas en dépendre, mais leur nom ne doit pas changer pour autant.

P.S. : Les personnes intéressées peuvent écrire à :

Francis BROUCHIER - 176, impasse de la Bergeronnette - 83210 LA FARLEDE.