



Tréma

Tréma

3-4 | 1993

Didactique de la physique

---

## Thème n°2 : électrocinétique en classe de seconde

J.-J. Dupin et S. Johsua

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/trema/2391>

DOI : 10.4000/trema.2391

ISSN : 2107-0997

### Éditeur

Faculté d'Éducation de l'université de Montpellier

### Édition imprimée

Date de publication : 1 mai 1993

Pagination : 140-149

ISSN : 1167-315X

### Référence électronique

J.-J. Dupin et S. Johsua, « Thème n°2 : électrocinétique en classe de seconde », *Tréma* [En ligne], 3-4 | 1993, mis en ligne le 01 mai 1993, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/trema/2391> ; DOI : 10.4000/trema.2391

---

Ce document a été généré automatiquement le 19 avril 2019.

Tréma

---

# Thème n°2 : électrocinétique en classe de seconde

J.-J. Dupin et S. Johsua

---

- 1 Le texte ci-après résume les points essentiels et les conclusions d'un rapport de recherche publié en 1989 et intitulé : « Expérimentations d'approches hypothético-déductives de la physique en classe de seconde : conditions et évaluation. (Volume 1 : Enseignement de l'électrocinétique). »

## 1. Les moyens d'une analyse a priori

- 2 Nous avons choisi de produire un système aussi précis que possible de prévisions touchant :
  - à l'attitude des élèves face aux situations proposées ;
  - à l'évolution de ces attitudes et à la progression cognitive des élèves ainsi qu'à la portée didactique de chaque chapitre (dans les termes que nous utilisons, un chapitre est un regroupement de séquences) ;
  - au rôle dans chaque cas du professeur, et plus généralement au fonctionnement du contrat didactique.
- 3 **1.1. Ceci se traduit par la production**, avant le début des cours et avant tout contact avec les élèves, d'un cours complet concernant le domaine à expérimenter (ici, l'électrocinétique). Celui-ci comprend :
  - la succession des chapitres, divisés en leçons ou séquences ;
  - le détail des séquences. Celui-ci se présente sous la forme d'une liste précise et descriptive, fixant sous formes d'items (d'environ une dizaine par leçon) la succession des activités des élèves (et leur contenu), la succession des interventions du professeur (et leur contenu).
- 4 **1.2. Le contenu de ces cours** est discuté avec les professeurs avant le début de l'année scolaire, mais une fois admis collectivement, il est supposé être suivi strictement.

- 5 La structure générale des séquences soumises à expérimentation nous semble ainsi apte à fournir des observations pertinentes sur les hypothèses que nous voulons tester. La contrepartie du dispositif relativement « fermé » que nous avons choisi est, peut-être, un manque d'aptitude à saisir les effets plus fins que ceux qui nous préoccupent en priorité.

## 2. Présentation de l'expérimentation en classe

- 6 L'expérimentation s'est déroulée dans deux classes de seconde de lycées français (grade 10, âge moyen 15 à 16 ans), durant l'année scolaire 1986-87. L'une de ces classes comportait 40 élèves. C'était une classe jugée comme d'un bon niveau de performances scolaires, en particulier en Sciences Physiques. L'autre comportait 38 élèves. C'était une classe jugée d'un niveau scolaire moyen, avec d'assez nettes disparités, en particulier en Sciences Physiques. On peut estimer que l'exigence que nous nous étions fixée concernant la correspondance entre le temps traditionnellement utilisé pour cette partie du programme (35 heures) et celui effectivement utilisé dans notre expérience a été à peu près satisfaite.
- 7 Le cours d'électrocinétique a comporté 7 séances de Travaux Pratiques d'une heure et demie chacune. Ces séances se déroulent dans une salle spécialement aménagée, par demi-classe, les élèves manipulant par groupe de deux. L'articulation entre les séances de « cours » (où les élèves ne manipulent pas directement) et celles de T.P. n'a pas pu correspondre strictement à des critères déduits de la logique de l'expérimentation didactique. En effet, et tout d'abord, la coupure cours/T.P. nous était institutionnellement imposée ; ensuite l'ordre de déroulement des T.P. était en partie dépendant d'une organisation commune à toutes les classes du lycée ; enfin, les T.P. avaient lieu à dates fixes, non modifiables, en fonction du déroulement réel des séquences de cours. Il y a eu 4 contrôles importants et 4 contrôles d'une durée plus limitée. Enfin, un contrôle récapitulatif a clos l'année. D'une manière tout à fait générale, en conformité avec les options que nous avons choisies, chaque problème nouveau était abordé par une étape d'analyse et de prévision sous la responsabilité des élèves, le recours à la manipulation ne venant qu'ensuite (approche hypothético-déductive). Dans certains cas, cependant, cette démarche a dû être abandonnée pour des raisons spécifiques à chaque situation.

## 2.1. Structure détaillée

COURS	T.P.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction de "l'analogie de la chenille"</li> <li>• "Loi des noeuds"</li> <li>• Introduction de la tension ; zones équipotentiels</li> <li>• Loi d'Ohm</li> <li>• Association de résistors</li>   <li>• Le "générateur réel"</li> <li>• Etude de graphes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Calibres"</li>   <li>• "Loi des noeuds"</li> <li>• Caractéristique du dipôle ohmique</li>   <li>• L'oscilloscope</li> <li>• Caractéristiques de dipôles non linéaires</li> <li>• Le "générateur réel"</li> <li>• "Pannes"</li> </ul>

## 2.2. Conclusions

- 8 Le premier élément que nous relevons est la viabilité de la méthode d'approche que nous avons utilisée, alors que celle-ci supposait des ruptures importantes (parfois majeures) avec les approches traditionnelles (lesquelles, vaille que vaille, ont fait la preuve de leur viabilité). C'est une conclusion centrale que nous avons donc pu établir : même en conservant inchangés les autres éléments qui fondent le fonctionnement des enseignements de physique en classe de seconde en France, un espace de choix existe. En particulier, l'approche « inductiviste » et opérationnelle n'est pas la seule praticable dans ce cadre. En même temps (et cela a son importance du point de vue des méthodologies de recherche), c'est la problématique d'ensemble de notre travail qui s'est trouvée validée : respect de la lettre des programmes et du temps alloué et, surtout, système très contraignant de production de séquences et de l'analyse préalable des effets attendus.
- 9 Quant au contenu précis de notre expérimentation en électrocinétique, à côté de la confirmation de la pertinence de nos choix principaux (rôle causal de la fem, système « circuit » abordé comme un tout, etc...), deux limites doivent être signalées :
- la faiblesse de la portée des interactions entre pairs, en dehors de l'intervention du professeur ; il est difficile cependant de savoir s'il y a là une limitation intrinsèque (due, par exemple, à la difficulté propre des notions conceptuelles abordées), ou extrinsèque (due, par exemple, à l'ampleur quantitative du programme à traiter) ;
  - la faible portée de l'analogie de la chenille. Cela contraste nettement avec le bilan d'expériences analogues menées à des niveaux scolaires inférieurs. Dans le cas présent, l'analogie ne paraît décisive ni dans l'introduction de la modélisation initiale, ni dans son développement (sauf au moment précis de la première présentation de la loi d'Ohm).
- 10 L'essentiel des difficultés rencontrées provient, à notre sens, non des limites de l'approche hypothético-déductive, mais au contraire des moments, où, pour des raisons diverses, nous avons été, plus ou moins, en rupture avec cette approche (introduction de la notion « locale » de potentiel, séquences marquées par un cheminement « inductiviste » de « découverte », etc...). Il faudrait, par ailleurs, se débarrasser d'une

vision trop étroite, trop systématique de notre approche, où le modèle à atteindre est au bout de la mise en discussion des conceptions d'élèves. Dans certains cas, les processus de modélisation peuvent garder tout leur intérêt avec un modèle abstrait proposé d'emblée, et dont les implications font l'objet de la démarche (exemple du « générateur réel »).

- 11 Une autre limitation, majeure, est certainement beaucoup plus délicate à aborder : c'est celle qui provient de la multiplicité des modélisations à mettre en œuvre pour aborder des situations qui, à première vue, ne sont pas d'une grande complexité. Si une combinaison « interne » à la physique est déjà délicate, s'y ajoutent d'autres combinaisons, nécessaires dès la classe de seconde : au premier rang de celles-ci, il faut citer la liaison avec les conceptualisations et les outils mathématiques, des plus simples (la proportionnalité pour les « calibres ») aux plus complexes (tracé et interprétation des graphes). Notre expérimentation, loin d'ignorer ce problème, l'a explicitement abordé, mais avec des bonheurs divers.
- 12 Enfin, le choix même que nous avons effectué de maintenir un cadre institutionnel « normal » pour notre expérimentation ne pouvait manquer de nous confronter aux divers aspects concrets du fonctionnement du contrat didactique, qui s'imposent à travers les différentes approches.

### 3. Questionnaire papier-crayon pour l'évaluation

- 13 Pour évaluer les résultats obtenus par les classes expérimentales, nous avons constitué un groupe témoin de 5 classes prises dans différents établissements marseillais. Cette évaluation a été faite à partir d'un questionnaire papier-crayon, comportant 31 items. Chaque question visait à tester une ou, au plus, deux notions concernant les circuits électriques. De nombreuses interviews cliniques ont été effectuées à partir de ce questionnaire.
- 14 **Bilan :**  
Les objectifs fixés par les séquences expérimentales paraissent avoir été atteints. Sur la plupart des points signalés comme importants dans le programme de seconde, les résultats sont meilleurs, parfois largement, que ceux des classes-témoins, et cela même en tenant compte de l'usure du temps. Les progrès sont les plus nets là où l'analogie de la chenille est la plus efficace : conservation du courant le long du circuit-série, lutte contre le modèle à usure du courant et contre le raisonnement séquentiel sur des circuits simples.
- 15 La progression est aussi importante sur des questions qui ne relèvent pas de l'analogie, mais pour lesquelles une attention particulière a été développée en cours, comme en travaux dirigés : c'est le cas de la tension (constance de la tension aux bornes du générateur, tensions aux dérivations, tensions le long d'un circuit-série).
- 16 A contrario, la progression est très faible, voire nulle, là où on savait que l'analogie n'était pas opératoire : c'est le cas des circuits avec dérivation. Face à un circuit avec dérivation, surtout dans les questions opératoires, les sujets reviennent bien souvent au modèle, le plus répandu, du générateur de courant constant. Nous nous heurtons bien là à un obstacle tellement résistant dont on peut se demander s'il peut être dépassé au niveau de la classe de seconde.
- 17 Cela semble montrer aussi qu'il ne faut pas espérer une trop grande facilité des élèves à transférer ou à étendre des acquis d'une situation à une autre. Les progressions

indéniables sur les circuits-séries et sur l'affermissement de concepts essentiels en électricité n'induisent pas mécaniquement des progrès sur la question des circuits avec dérivation. Ceux-ci constituent une classe à part, qui doit être traitée en tant que telle, qui recèle ses propres difficultés, coupées en quelque sorte du reste de l'électricité. Il apparaît clairement qu'une telle jonction entre ces divers problèmes simples nécessite une intégration poussée du modèle complet de l'électrocinétique et qu'elle ne peut donc pas être atteinte par des élèves de ce niveau. D'autres recherches menées précédemment montrent d'ailleurs que ces difficultés subsistent avec une forte incidence chez des sujets de niveau universitaire, et jusqu'en Licence de Physique...

## 4. Questionnaire d'attitude

- 18 Un « questionnaire d'attitude » a été soumis. En voici les principales conclusions.
- 19 L'adhésion à notre approche a paru très forte, et ceci dans les deux classes ; ceci concerne tous les aspects principaux de notre méthode, y compris le recours à l'analogie (contrairement à ce qu'aurait pu laisser supposer l'observation directe).
- 20 Cette adhésion s'étend à tous les aspects du fonctionnement général, ce qui est d'autant plus remarquable qu'une majorité d'élèves a trouvé que les contrôles étaient plutôt difficiles. Seule est plus controversée la question délicate de la « rédaction des réponses en contrôle », directement liée à un des points les plus délicats du fonctionnement du contrat didactique.
- 21 L'adhésion à notre approche, pour massive qu'elle soit, n'est pourtant pas exclusive de l'intérêt porté à des approches non hypothético-déductives.
- 22 Parmi les élèves faibles, on peut observer une tendance à la recherche de « plus de sécurité » dans le déroulement de l'enseignement. Par ailleurs, une rupture nette se manifeste parmi eux :
- certains rejettent tous les aspects saillants de l'expérimentation, sans doute parce que c'est la physique plus globalement qu'ils n'apprécient guère ;
  - d'autres, au contraire, y adhèrent fortement et y ont trouvé une aide et une motivation supérieures.
- 23 Les élèves d'un bon niveau ne manifestent aucun rejet global, tout au plus peut-on dire qu'un faible nombre d'entre eux aurait souhaité moins de structuration, plus de rapidité et, surtout, une concentration encore plus forte sur les aspects directement conceptuels du domaine abordé.

## Analyse du texte initial et compte rendu du premier atelier « électrocinétique »

- 24 L'analyse a été essentiellement centrée sur les aspects théoriques et méthodologiques de la recherche présentée dans le rapport discuté dans l'atelier. Deux types de méthodologie avaient été choisies par les chercheurs :
- l'une utilise des questionnaires passés avant et après enseignement dans les classes expérimentales et dans les classes témoins. Ces questionnaires visent à tester certaines acquisitions des élèves. La validation du contenu d'enseignement ne se fait pas directement

mais via son efficacité sur les acquisitions. C'est ce qu'on appelle la validation externe (Artigue, RDM 9/3,1990) ;

- l'autre utilise l'analyse a priori ; celle-ci constitue la référence dans la comparaison avec le déroulement effectif dans la classe ; les faits expérimentaux sont alors les écarts entre cette référence et ce qui se passe effectivement (Crozier et Friedberg, Brousseau, Artigue). Le contenu d'enseignement expérimenté en classe, explicité dans l'analyse a priori, est directement validé. Il s'agit là d'une validation interne.

- 25 Dans ce compte rendu, seule la deuxième méthode sera abordée car la validation par les questionnaires est plus simple à mettre en œuvre et a déjà été largement utilisée en didactique de la physique.
- 26 Le rapport discuté permet de poser la question de la validation interne par la méthodologie de l'analyse a priori. Il met en lumière la difficulté d'expérimentation d'un contenu d'enseignement (deux fois 40 heures) en particulier dans la relation entre les choix théoriques et les données recueillies avec comme contraintes qu'elles soient traitables dans le temps habituel d'une recherche et communicables avec leur analyse. On retrouve une remarque de Michèle Artigue dans son article sur l'ingénierie didactique : « Une analyse a priori, du fait de sa longueur, a fortiori lorsqu'il s'agit d'un travail de macro-ingénierie, est pratiquement incommunicable in extenso. [...] Des choix sont faits et le contrôle extérieur qui peut être apporté par la communauté sur la démarche de validation s'en trouve nécessairement affecté. » (p. 297 ; RDM 9/3, 1990)
- 27 Cette recherche amène donc à réfléchir sur les bases théoriques d'une expérimentation mettant en jeu un enseignement long (40 h). Notre réflexion s'est centrée plus particulièrement sur les types de résultats de recherche sur lesquels les chercheurs se sont appuyés, les hypothèses qu'il est nécessaire d'explicitier (1), les conjectures qu'il est possible de tester.

## A partir de quelles connaissances didactiques le contenu d'enseignement a-t-il été construit ?

- 28 Pour réaliser la recherche, les auteurs sont partis de connaissances déjà acquises grâce à différentes recherches. On propose ici un classement, par discipline, des connaissances qui ont servi à la construction de l'expérimentation.
- 29 **Didactique** (En allant du plus spécifique au moins spécifique de la physique) :
- Connaissances sur les conceptions des élèves en électrocinétique (travaux au niveau international).
  - Connaissances sur *l'histoire de l'enseignement de l'électrocinétique*. Le travail présenté dans la partie A « Didactification de l'électrocinétique dans l'enseignement français (1902-1980) » nourrit l'élaboration du contenu d'enseignement : il a renforcé et raffiné l'analyse du rôle de l'expérimental dans l'enseignement de l'électrocinétique. Il est affirmé que, lors des changements de programme, un « meilleur rapport à l'expérience » est toujours avancé comme argument majeur, mais, « en réalité, le rapport à l'expérimental reste dans le même cadre général ». La démarche « inductiviste » est toujours présente.
  - Connaissances relatives à *l'enseignement de la physique acquises par la recherche mais aussi par l'expérience issue de la pratique d'enseignement* : la notion de contraintes exercées par le système éducatif sur le contenu est issue de la théorie (Chevallard) alors que l'explicitation de ces contraintes n'est pas seulement faite à partir des résultats de recherche mais aussi

grâce à l'expérience, d'où en particulier le rôle essentiel des enseignants dans ce type de recherche.

- Connaissances à partir d'*expérimentations menées précédemment*. Une revue en est faite. Mais, le rôle effectif que jouent ces connaissances dans la construction de l'expérimentation n'est pas évident. N'est ce pas généralement le cas dans la construction d'un contenu d'enseignement ? Quel est alors le rôle de telles recherches ?
- Connaissances *théoriques sur l'ingénierie didactique* (Brousseau, Artigue) et plus généralement sur une démarche méthodologique des sciences humaines : l'analyse a priori (Crozier).

**EPISTÉMOLOGIE DES SCIENCES** : Analyse de l'explication et de la causalité (Halbwachs, Paty) ; rôle des conceptions (Bachelard).

**PSYCHOLOGIE** : Connaissances sur l'apprentissage (Piaget et peut-être Norman).

**PHYSIQUE** : Analyse du contenu d'enseignement du point de vue de la physique (présente mais peu développée).

## Hypothèses et conjectures

- 30 Dans ce type de recherche, il est important d'explicitier les hypothèses et les conjectures à la base du travail. Différentes catégories d'hypothèses et de choix ont été considérées.

### Hypothèses sur les processus d'apprentissage en physique.

- 31 Une première catégorie s'appuie sur des résultats de recherche en *didactique de la physique*. Il est posé que « les représentations » acquises et efficaces dans la vie courante sont extrêmement résistantes à l'enseignement. L'interprétation des auteurs est la suivante : « les représentations pertinentes [pour la physique] seraient alors fragiles au regard de la concurrence des représentations avant enseignement, et elles ne survivraient pas à l'absence de leur mise en forme pratique régulière ; elles déperiraient plus ou moins lentement. Sont considérées comme résistantes : la représentation circulatoire avec « épuisement » du courant ; la représentation à « débit constant ». Il est considéré que les représentations des élèves s'interprètent par la « métaphore du fluide en mouvement ». Notons que ces hypothèses conduisent à proposer un moyen d'évaluer « l'efficacité » de l'enseignement (validation externe) et de construire l'expérimentation. Une autre hypothèse porte sur la complexité de l'acquisition de la notion de potentiel qui ne peut pas être « intégrée dans la métaphore du fluide en mouvement » (p.87).
- 32 Une deuxième catégorie s'appuie sur les *travaux en psychologie* : on retrouve le constructivisme (au sens large) partagé actuellement par l'ensemble des chercheurs : « on apprend uniquement à partir de ce que l'on sait déjà » (p. 83). Les auteurs font également appel à la notion d'intuition sans la relier à celle de représentation. Pour eux il y a apprentissage quand la connaissance construite est qualitativement nouvelle (p. 83).
- 33 Ce rapport montre l'importance mais aussi la difficulté d'explicitier la façon dont les hypothèses interviennent dans la construction du contenu d'enseignement. Ceci conduit, pour faire avancer les connaissances en didactique, à proposer :
- quand c'est possible, d'explicitier les liens entre théories d'apprentissage (ou théories de la connaissance comme celle de Piaget) et construction d'un contenu d'enseignement et,
  - quand ce n'est pas possible, de montrer les manques qui amènent à faire des choix relatifs à l'apprentissage non fondés théoriquement.



- 34 Il a bien été noté qu'en didactique *il ne peut pas y avoir de relation exclusive entre un contenu d'enseignement et une théorie de l'apprentissage*, le processus d'enseignement est autrement plus complexe.

### Hypothèses et choix sur l'enseignement

- 35 Les finalités générales choisies sont de type culturel. Parmi elles, on trouve celles de donner une importance déterminante à l'apprentissage des contenus, de doter les élèves d'une compréhension minimale du monde environnant.
- 36 Les contraintes du système éducatif respectées sont celles : (a) du temps utilisé en général pour enseigner la partie du programme correspondant à l'expérimentation, (b) des programmes officiels (« même quand les options du programme nous semblaient contestables, voire absurdes »), (c) de la pratique de l'enseignement et en particulier de la fonction du professeur : la responsabilité de la conduite de l'enseignement face aux élèves est exclusivement sous la responsabilité du professeur.
- 37 Les choix sur le contenu partent, en particulier, de considérations sur l'explication et plus particulièrement sur la causalité, sur la physique qualitative et sur le recours aux analogies. Les chercheurs ont considéré, par exemple, que la représentation causale simple, « une ddp provoque un courant », paraît s'imposer au moins dans un premier temps, si l'on veut donner corps à la notion de ddp elle-même (p. 91). « L'analogie modélisante » du train est une aide à la modélisation (2).
- 38 L'explicitation de ces hypothèses et choix est essentielle dans la mesure où elle contribue à définir le domaine de validité du contenu d'enseignement. Pour mieux préciser ce domaine, peut-on aller plus loin ? En particulier peut-on expliciter les contraintes, habituelles dans le système d'enseignement mais que les chercheurs choisissent de ne pas respecter ?

### Construction et rôle de l'analyse a priori

- 39 C'est un point essentiel de la méthodologie choisie puisque le fait expérimental est l'écart entre le contenu du cours et les activités prévues (analyse a priori) et ce qui se passe réellement : « ces modifications - souvent restreintes, mais parfois spectaculaires - prennent un véritable statut de fait expérimental, dont la signification est beaucoup plus aisément déductible du cadre d'ensemble [...] » (p. 111)
- 40 Les auteurs pensent que ce choix permet d'étudier « la structure générale des séquences [...] mais il peut s'agir d'un outil trop grossier pour d'autres fonctions. »
- 41 La difficulté qui apparaît ici, comme cela a été souligné, porte sur les données et leur analyse. Compte tenu des points constituant les conjectures : place des situations-problèmes, rapport à l'expérimental, apprentissage comme processus social, les auteurs proposent, pour les tester dans le cadre de la méthode de l'analyse a priori, la description et l'analyse des événements survenus dans les classes-tests concernant les points sur lesquels portent les conjectures. Les données à recueillir dans les classes et les moyens de les recueillir sont peu précisés. Ainsi, ce rapport donne peu d'éléments permettant à d'autres chercheurs de constituer les faits expérimentaux. Pour cela il aurait fallu expliciter la place dans le déroulement de l'enseignement, la durée des activités de classe et le contenu de l'activité relatifs à chacun des points choisis.

## Conclusion

- 42 En ce qui concerne la globalité de l'expérimentation, la conclusion du rapport pose que celle-ci est validée du fait que sa réalisation a pu être menée par les enseignants sans difficultés majeures dans les temps (40 heures). Par ailleurs les validations externes faites au moyen des questionnaires confirment cet aspect. Il y a eu, en général, accord sur ce point dans l'atelier.
- 43 En ce qui concerne la validation sur les points choisis pour l'analyse a priori relatifs à la démarche hypothético-déductive (la place des situations-problèmes, le rapport à l'expérimental, l'apprentissage comme processus social), ce rapport a paru extrêmement riche sur les parties hypothèses et conjectures. En revanche en ce qui concerne les données recueillies, permettant de travailler sur les faits expérimentaux constitués à partir de l'analyse a priori, le rapport est plus faible. Cela montre la difficulté de ce travail. Cette recherche a joué un rôle de pionnier pour la didactique française de la physique. Des travaux passionnants restent à faire !
- 44 (1) Il est nécessaire d'avoir deux mots pour distinguer ce que l'on pose et ce que l'on veut tester par l'expérimentation. Ici le vocabulaire des mathématiciens est utilisé : hypothèse sera une proposition posée au départ et donc considérée comme valide pour le travail de recherche mené ; conjecture sera une proposition soumise à une validation dans le cadre du travail de recherche entrepris. En didactique, compte tenu de la complexité de l'objet d'étude, il est en effet nécessaire de faire de nombreuses hypothèses qui ont intérêt à être explicitées.
- 45 (2) Les auteurs posent que cette analogie peut permettre une double différenciation fem et courant et aspect énergétique et aspect matériel. Ils posent aussi clairement que cette analogie est inapte à introduire la notion de ddp « locale ».
- 

## AUTEURS

**J.-J. DUPIN**

Université de Provence, Marseille

**S. JOHSUA**

Université de Provence, Marseille