

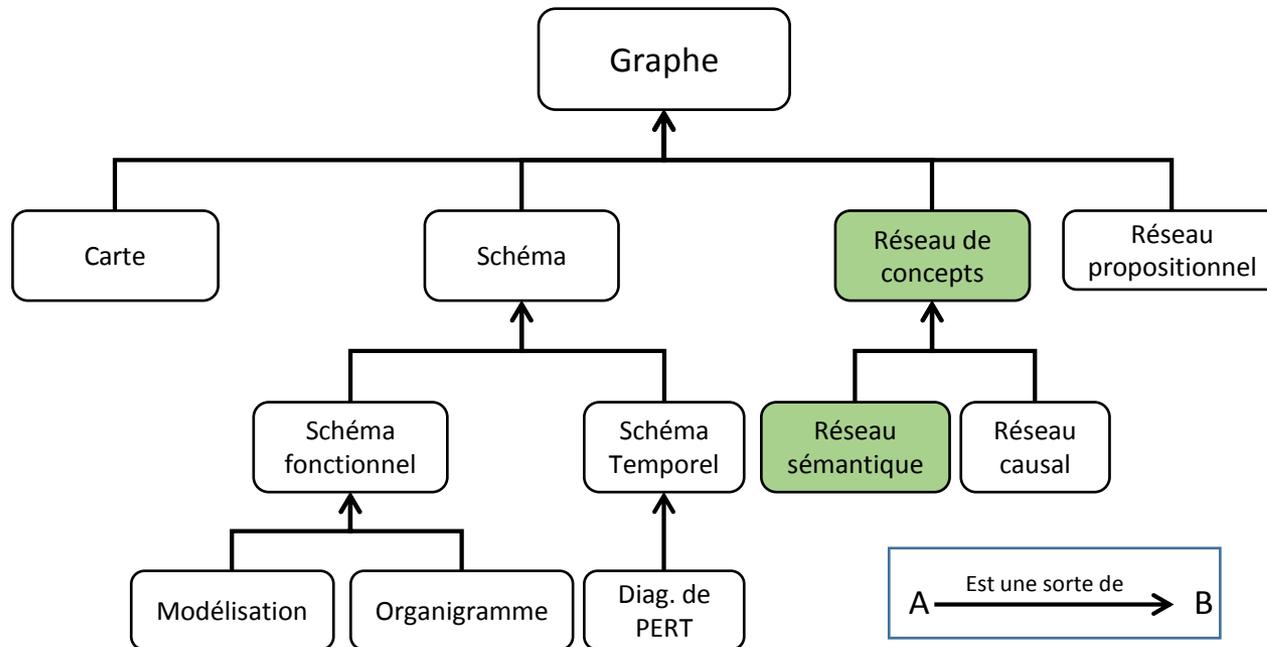
# L'apprentissage des techniques de chromatographie à l'aide de réseau sémantique

Jean-Marc Meunier

# Des graphes pour représenter les connaissances

- Popularisées dans les années 2000 grâce à des logiciels comme *Cmaps* (Daley, Cañas, & Stark-Schweitzer, 2007) ou *Mot* (Paquette, 2002)
- Usages très variés
  - décrire un modèle théorique, un processus
  - planifier un enseignement
  - résumer un article, un livre, un texte, une conférence
  - préparer un examen; brainstorming ; etc.
- Notion très polysémique (Le Deuff, 2011).
  - carte ou réseau conceptuel, de connaissances
  - réseau sémantique
  - schéma de concepts
  - carte mentale
  - carte heuristique etc.

# La diversité des graphes de connaissances



# Le réseau sémantique : un cas particulier

Définition : Un réseau sémantique est un **graphe orienté acyclique** dont les nœuds sont des **classes d'entités** (concepts) dont les arcs représentent l'inclusion des propriétés du concept général A dans les propriétés du concept spécifique B (**inclusion de classes**)

# La catégorisation comme outil de classification et d'inférence

- Affronter la diversité, tout en y mettant de l'ordre, Tversky & Hemenway, (1991)
- Attribuer à un objet les propriétés de la catégorie sans les avoir effectivement perçues (Cordier & Tijus, 2003; Gelman, 2009; Murphy & Ross, 2005; Murphy & Ross, 2010).
- La catégorisation constitue un support de raisonnement et d'action du fait de sa fonction prédictive (Anderson, 1991)
- Primordiales dans l'acquisition de connaissances au cours du développement car l'enfant s'appuie sur les premières inférences pour en engendrer d'autres sur la catégorie ; c'est par ce mécanisme qu'il développe cette catégorie (Bornstein, Arterberry, & Mash, 2010; Bornstein et al., 2010).

# Catégorisation et expertise

- L'organisation des connaissances se modifie avec le développement de l'expertise (Ross, Gelman, & Rosengren, 2005; Smith, 2000).
- Contrairement aux experts, les novices incluent essentiellement des informations superficielles dans leur représentation (Chi, Feltovitch, & Glaser, 1981)
- les « bons apprenants » sont ceux qui codent les exemples en fonction des buts réalisés et des conditions de réalisation (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glase, 1989 ; Chi & VanLehn (1991)

# Rôle dans le transfert des connaissances

- Le niveau d'abstraction de la catégorisation d'un problème est un déterminant essentiel du transfert d'apprentissage (Bassok & Olseth, 1995; Sander et Richard, 2005) ).
- La réussite du transfert entre deux problèmes isomorphes dépend de ce que la catégorie construite pour coder le premier problème est ou non suffisamment abstraite pour inclure le second (Reed, 1987).
- Intérêts pour l'enseignement de favoriser l'acquisition des différents niveaux d'abstraction en explicitant les différentes catégories ainsi que les relations d'inclusion qu'elles entretiennent sous forme de réseau sémantique. Cette hypothèse a été testée (Dupuch & Sander, 2007)

# Formation d'enseignants de l'académie de Versailles

- Public visé : Professeurs de biologie et de sciences et techniques médico-sociales
- Effectif : environ une soixantaine
- Calendrier
  - 10 nov. Conférence
  - 11 déc. Formation des animateurs d'atelier
  - 3 fév. Formation des enseignants en atelier
- Plateforme Moodle pour accompagnement des profs
- Ontologie existante

Atelier avec les  
enseignants

# Construire des séquences pédagogiques

## Organisation

- Sélection des concepts et des propriétés
- Ordre de présentation des connaissances
- Les inférences sur les relations

## Activités

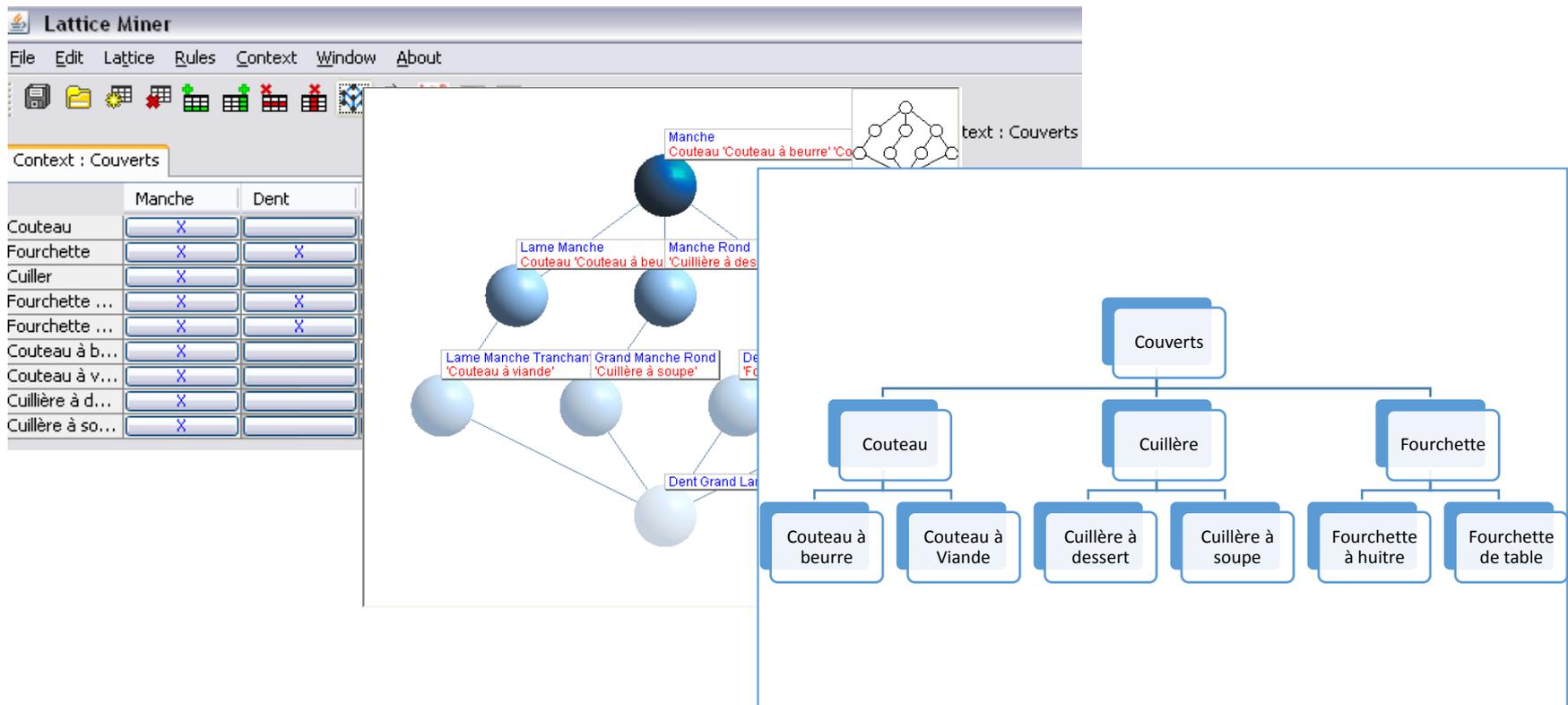
- Montrer ou non le réseau
- Identifier les propriétés et les relations pertinentes
- Faire évoluer les connaissances naïves
- Résoudre des problèmes

## Evaluation

- Tester les mauvaises conceptions (Généralisation, spécification, confusion)
- Capacités à raisonner (cohérence, inférences, analogie)
- Transfert à de nouvelles classes de situations

# Formaliser un domaine de connaissances

- Un réseau sémantique est une structure de connaissances formalisée sous la forme d'un graphe hiérarchique et acyclique représentant les classes de concepts et leurs propriétés.
- Méthodologie : Dresser la liste des concepts et des propriétés sous la forme d'un tableau en indiquant à l'intersection des lignes et des colonnes les propriétés associées.
- Calculer à l'aide de Lattice Miner le treillis de Galois associé au tableau. Dessiner le réseau sémantique.



# Comment jugez-vous les activités de cet atelier...

	Difficile	Facile
Délimitation des concepts	60%	40%
Identification des propriétés	60%	20%
mise en relation des concepts et des propriétés	60%	40%
Lecture du treillis de galois	100%	0%
Faire des inférences à l'aide du réseau	80%	0%
Elaborer des activités pédagogique	80%	20%
Tester les mauvaises conceptions	60%	40%
Evaluer la capacité à raisonner	100%	40%

# Selon vous, les réseaux sémantiques sont utiles pour l'enseignant...

	Utile	Inutile
Pour expliciter la structure d'un domaine	40%	60%
Evaluer la complexité d'un domaine	80%	20%
Organiser un cours	20%	80%
Diagnostiquer les erreurs des élèves	60%	40%
Construire des évaluations	60%	40%

# Selon vous les réseaux sémantique s sont utiles pour l'élève...

	Utile	Inutile
Apprendre à raisonner sur les concepts	40%	60%
Faciliter le transfert de connaissances	60%	40%
Comme support de travail collaboratif	60%	40%
S'auto évaluer	60%	40%

# Une appropriation difficile par les enseignants

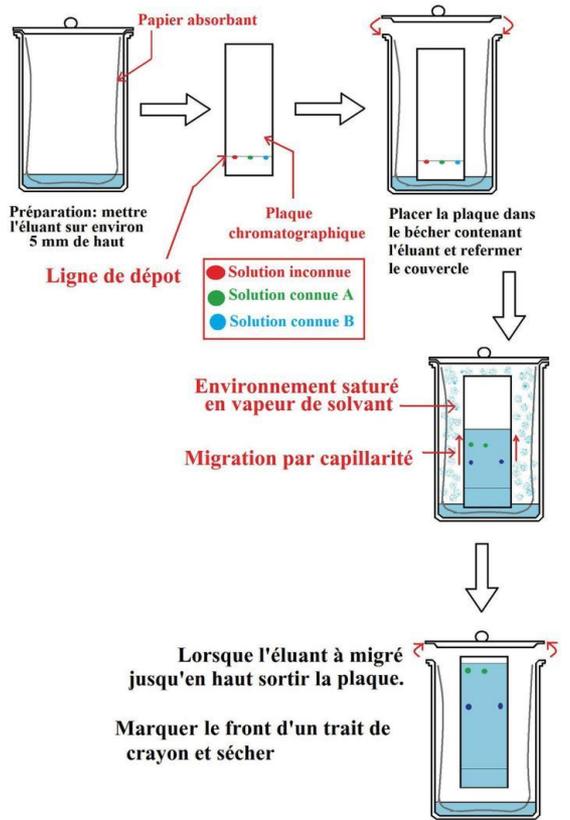
- 12 enseignants ont participé à l'atelier de formation
- Elaboration d'un réseau en groupe de quatre
- Appropriation facile de la méthodologie
- Négociation des points de vue longue et difficile (deux heures de discussion) : choix du domaine, choix des propriétés, choix des objets, association objet propriétés)
- Le réseau sémantique remet en cause leur organisation du cours.

Expérimentation avec les  
élèves

# La chromatographie

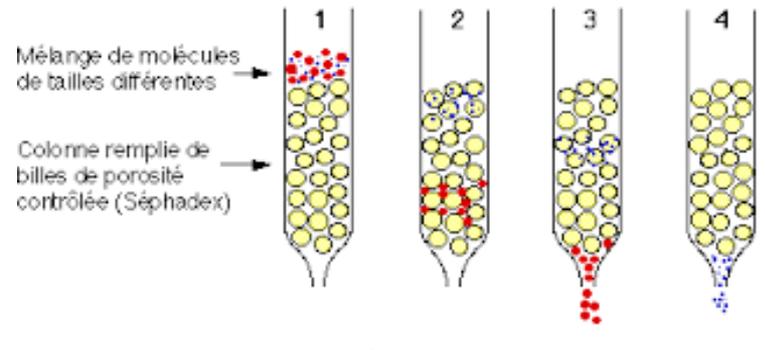
- Définition : Une chromatographie est une technique de SEPARATION des composés d'un mélange, par entraînement le long d'une phase stationnaire, à l'aide d'une phase mobile. Ces deux phases sont non miscibles.
- Classifications
  - Selon l'état physique des phases (liquide ou solide durant les phases stationnaires ou mobile)
  - Selon el support utilisé (en colonne, sur papier, sur couche mince ou en batch)
  - Selon les forces de séparation (solubilité, liaison électrostatiques, ioniques ou stéréospécifiques)
  - Selon les étapes utilisées pendant la séparation (une ou trois étapes)
  - Selon le but (quantifier les composée ou récupérer un composé)

# Illustration

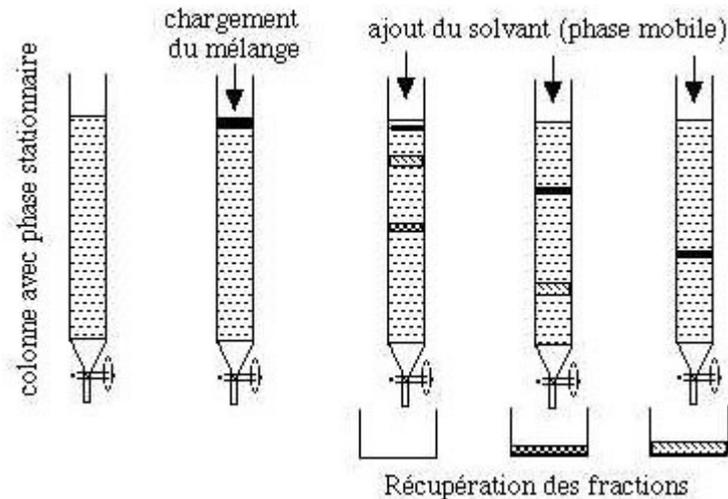


## CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE

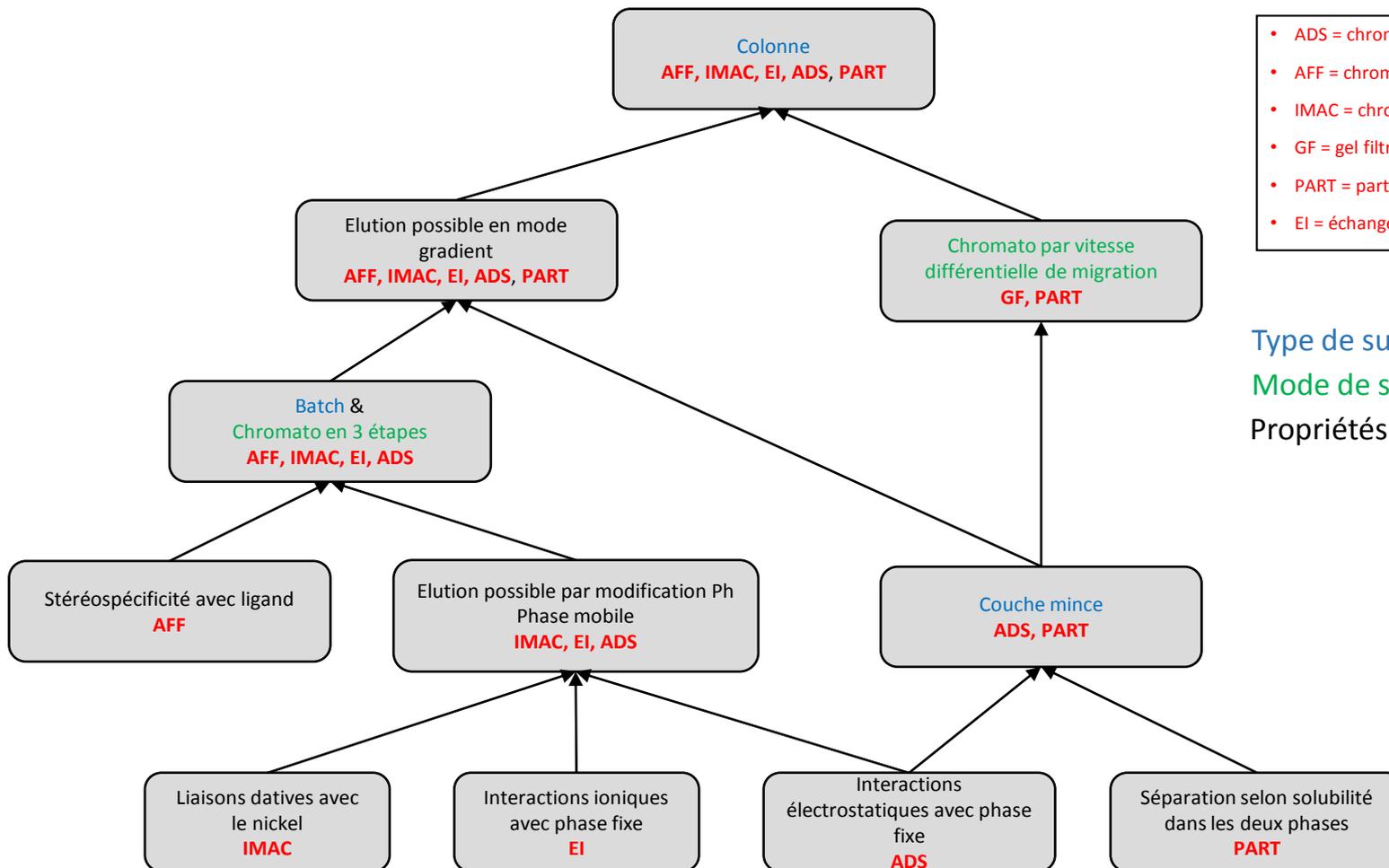
Illustration: Frédéric Magniez



## Chromatographie d'adsorption



## Chromatographie en colonne



- ADS = chromato d'adsorption
- AFF = chromato d'affinité
- IMAC = chromato de nickel
- GF = gel filtration
- PART = partage
- EI = échanges d'ions

Type de support  
 Mode de séparation  
 Propriétés physico-chimiques

# Expérimentation

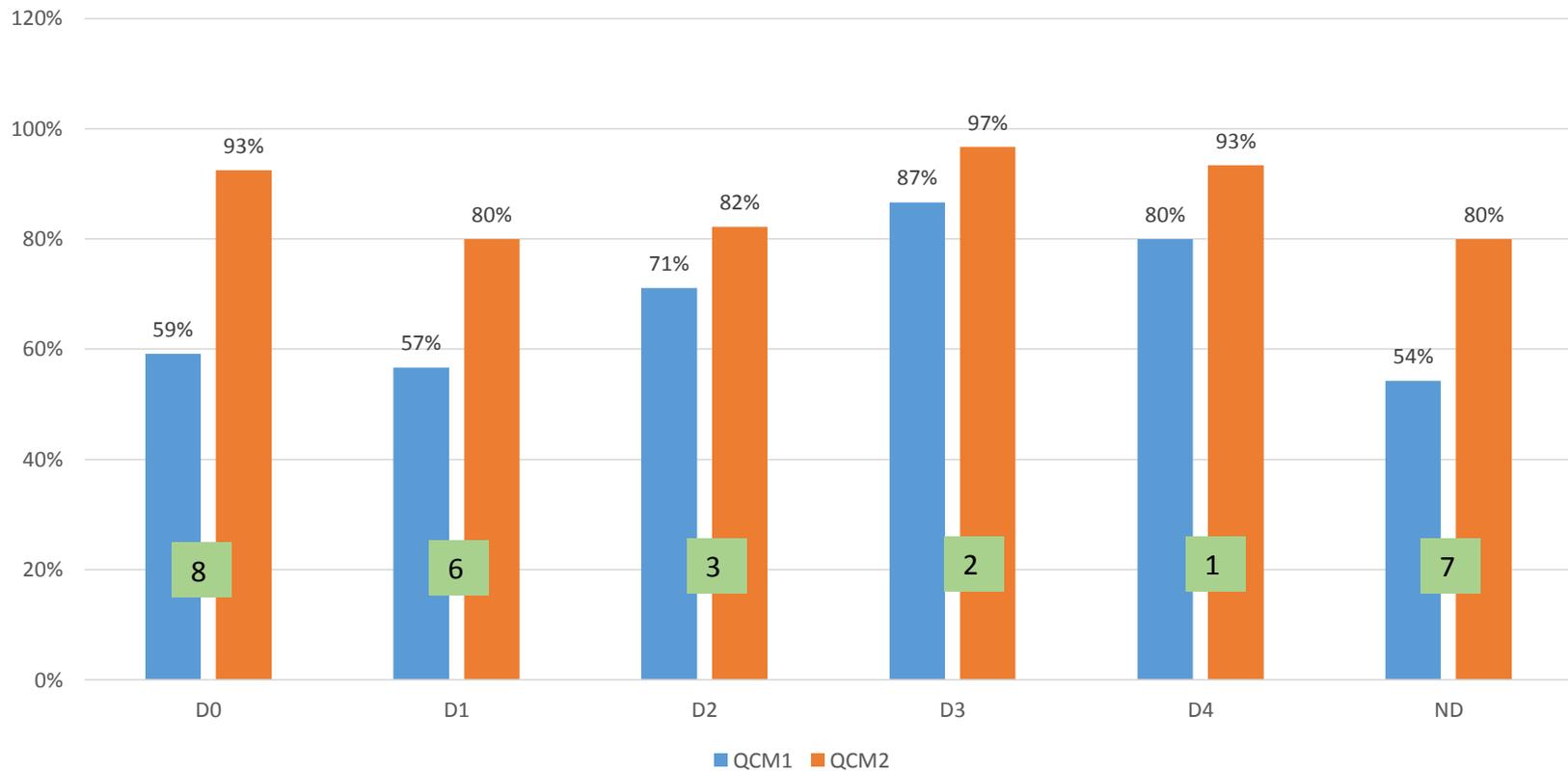
- Un seul enseignant volontaire
- 15 élèves BTS techniques de laboratoire
  - Enseignement sur les chromatographies
  - Prétest QCM (61% de bonnes réponses)
  - Activités en groupe 4 ou 5: Classification des techniques dans le réseau – enregistrement audio des échanges
  - Post-test (86% de bonnes réponses)

# Exemples de questions

- Sélectionner les réponses vraies
  - 1 A. La chromatographie de partage peut être réalisée sur couche mince.- vrai D1
  - 1 B. La chromatographie de partage peut être réalisée en colonne.- Vrai D4
  - 1 C. La chromatographie de partage peut être réalisée en batch- Faux
- Toutes les chromatographies ci-dessous peuvent être réalisées en colonne : - partage - affinité - adsorption - gel filtration - échanges d'ions – IMAC – vrai D0
- 3 Associer chaque lettre avec la bonne réponse.
  - A. Échanges d'ion      1 colonne ou batch D4
  - B. Gel filtration      2 colonne uniquement D1
  - C. Adsorption      3 colonne ou couche mince D3

# Résultats

Pré et post test en fonction de la distance



# Extrait 1

- S1 : C'est qui c'est moi ? heu... Ben la chromatographie d'échange d'ions, elle se fait en trois étapes. Il y a l'étape de fixation, de lavage et de dilution.
- S2 : Après je fais celle-là.
- S3 : Ben la ... chromatographie en trois étapes, il y a aussi l'affinité
- S4 : Pourquoi ?
- S3 : parce qu'il y a trois étapes, fixation, lavage et dilution.
- S1 : pour l'IMAC, elle se fait aussi en trois étapes
- S3 : parce qu'il y a trois étapes
- S4 : bon heu... l'échange d'ions cela peut se faire en colonne.
- S2 : en batch ?

# L'avis des élèves

- S1 : Le réseau sémantique qui nous a été donné, celui qu'on a complété, au début, il nous perd un peu parce que c'est un petit peu difficile de trouver où placer quoi mais une fois qu'on apprend à tout bien dire, à tout bien placer où il faut, c'est beaucoup plus facile à lire et c'est une manière très ludique de pouvoir tout retenir.
- 
- S2 je pense que c'est une bonne technique, mais heu... je pense qu'il faut avoir l'habitude parce que quand on n'a pas l'habitude c'est difficile à comprendre, mais après quand on a compris, je pense que c'est plus facile d'apprendre avec un réseau qu'avec un tableau
- 
- S3 Une fois qu'on a compris la manière de lire de réseau sémantique de bas en haut, on peut retrouver plus facilement les caractéristiques de chaque chromatographie et ça c'est vraiment pratique... et voilà.
- 
- S4 Oui, une fois qu'on a compris comment fonctionne ce réseau, ça aide, on peut retenir plus facilement

# Reste à faire

- Analyse de la séquence de cours
- Analyse des enregistrements
- Analyse des protocoles individuels
- Refaire les QCM avec groupes témoins avec ou sans activité sur les chromatogrammes

# Conclusion

- Appropriation difficile par les enseignants
  - remise en cause de leur expertise
  - ne répond pas à une demande
  - long et difficile à mettre en œuvre
- Appropriation plus facile par les étudiants
  - Spécificité des effets pas toujours facile à mettre en évidence
  - Nécessite un apprentissage
  - Vision synthétique du domaine
- Quels usages des réseaux en dehors du laboratoire ?
  - Learning analytics
  - Learning adaptative
- Explorer d'autres structurations des connaissances