

Pédagogie active :
classe inversée et apprentissage
par résolution de problèmes
pour la physique en L1/PEIP

Jean-Marc Virey

Centre de Physique Théorique &
Université d'Aix Marseille

Université de Nantes – 29 juin 2017

Plan

- Pourquoi ?
- La méthode
- L'intérêt des activités numériques
- Difficultés
- Transférabilité / Comment s'y mettre /
« Théorie » / Evolutions

« Moins d'enseignement amène à plus d'apprentissage » E. Milgrom, UCL

« On ne cesse de crier à nos oreilles, comme qui verserait dans un entonnoir, et notre charge ce n'est que redire ce qu'on nous a dit. Je voudrais qu'il corrigeât cette partie, et que, de belle arrivée, selon la portée de l'âme qu'il a en main, il commençât à la mettre sur la montre, lui faisant goûter les choses, les choisir et discerner d'elle-même ; quelquefois lui ouvrant le chemin, quelquefois le lui laissant ouvrir. Je ne veux pas qu'il invente et parle seul, je veux qu'il écoute parler son disciple à son tour. »

Montaigne, Sur l'éducation des enfants, Les Essais, Livre I, chap.26, 1580

Pédagogie inversée : un exemple de cadre

Classe inversée
(travail en amont
interactions en aval)

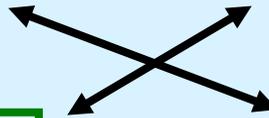
Résolution de problèmes
(matières théoriques, $\approx \neq$ APP)

Travail en équipe
(apprentissage par les pairs)

Activités numériques
(toutes méthodes pédagogiques)

(force \gg inconvénients)

(activités \neq outils)



Pourquoi utiliser
une pédagogie active
de type classe inversée ?

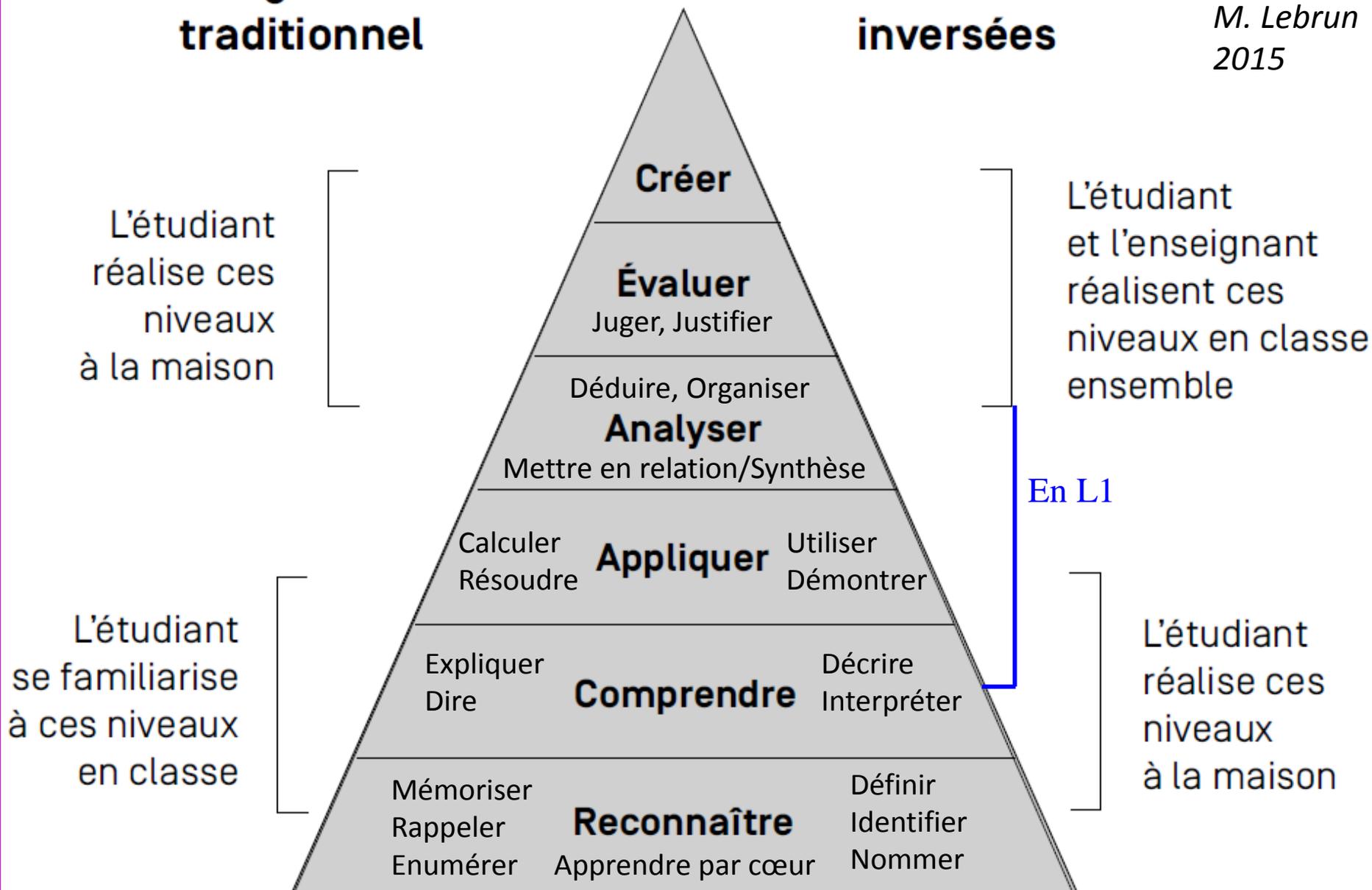
Pyramide de Bloom (1956)

Niveau cognitif

**Enseignement
traditionnel**

**Classes
inversées**

*Adapté de
M. Lebrun
2015*



Gains liés à la pédagogie active (classe inversée)

« Moins d'enseignement amène
à plus d'apprentissage » E. Milgrom

Niveau étudiant :

- étudiant actif de sa propre **formation** => **motivation**
- haut degré **d'autonomie** => **maturité**
- développe des méthodes de travail complémentaires (travail en profondeur – assimilation facilitée)
- renforce l'acquisition des savoirs et de compétences disciplinaires + transverses \searrow **transferts**
- Les étudiants apprécient (60% au S1 \rightarrow 75% au S2)

Gains liés à la pédagogie active (classe inversée)

Niveau enseignant :

➤ véritable plaisir !

➤ augmentation réussite (« ~ x 2 ») (+ étudiants)

➤ élévation des objectifs d'apprentissage :

problèmes de synthèse

programme renforcé

examens plus difficiles

➤ augmentation satisfaction (« ~ x 3 »)

Travail en équipe - Apprentissage par les pairs

- favorise l'apprentissage individuel de la discipline
 - meilleure préparation de la compréhension
 - confrontation des différents points de vue
 - émulation de groupe (et auto régulation)
 - nécessité d'expliquer ses propres idées et de le communiquer à d'autres (apprentissage par les pairs)
- développe des compétences transversales
 - raisonnement critique
 - approches logique et analytique du problème
 - prise de décision
 - auto évaluation
 - communication
 - résolution de conflit

La méthode

en détails

La méthode : Cadre

- 190 étudiants concernés :
 - 5 classes PEIP1 :Polytech (PEIP@AMU)
 - 1 classe L1 PC (MI) (les 4 classes@Luminy en 2017)
- Unités d'Enseignements :
 - Mécanique (S1 + S2) (3h/semaine)
 - Optique géométrique (S1) (2h/semaine)
 - Electricité (S2) (2h/semaine)

Grandes cohortes (mais max 30 étudiants/classe)

& Matières difficiles

➤ Equipe pédagogique

→ Permanents (actuels)

S Bodéa, G Boëdec, R Bisson, E Salomon, R Laffont, J Bel, C Marinoni, E Cannuccia, JM Virey

→ ATER/CME (actuels)

C Clavaud, K Beltako

→ Permanents (passé)

T Chave, O Morizot

→ ATER/CME (passé)

J Benedicto, M Bosco, F Parraz, H Steigerwald, S Terrien

La méthode : Principes

- **Absence de cours !** (encéphalogramme en amphi = **—**)

Les étudiants travaillent seuls à la maison

Manuel de cours adapté

Notion d'«exercices de cours»
avec solutions extrêmement détaillées

**LEÇONS
NUMÉRIQUES**

- **Absence de corrections des exercices de TD !**

Sinon ils dorment...

EXERCICES NUMÉRIQUES

- **Les étudiants travaillent en équipe (de 4 à 6)**

Pour alléger les difficultés et créer une émulation + ...

- **Evaluations fréquentes**

Pour les forcer à travailler régulièrement

**TESTS
NUMÉRIQUES**

➤ L'enseignant devient un tuteur !

On répond aux questions par des questions

Rappel de cours si nécessaire

Corrections des questions les plus difficiles (20' / 2h)

➤ Travail en équipe

Chaque étudiant à un rôle valorisant (animateur, scribe, secrétaire, gardien du temps, évaluateur)

La séance à une chronologie précise

Compte-rendu individuel / séance

Rôles dans l'équipe

Indispensable pour optimiser l'efficacité du travail en équipe

→ **Animateur** : organise les discussions : attribution de la parole, motive tous les membres à participer, régule le fonctionnement...

→ **Scribe** : gère le tableau : écrit toutes les idées, synthétise les informations ...

→ **Secrétaire** : écrit la synthèse des résultats du groupe : seul à posséder un stylo, transmet aux autres pour les CR individuels

→ **Gardien du temps** : respect de la chronologie de la séance, intendance

→ **Évaluateur(s)** : évalue(nt) les résultats : analyse dimensionnelle, applications numériques, esprit critique ...

Phases d'apprentissage – niveau I

- 1 – Lecture et analyse des objectifs d'apprentissage
- 2 – Etude du manuel et initiation à la résolution de problème **LEÇONS NUMÉRIQUES**
- 3 – Reprise des exercices de cours
- 4 – Entraînement à résoudre des exercices et problèmes (séances TD + **EXERCICES NUMÉRIQUES**)
- 5 – Vérification des acquis **TESTS NUMÉRIQUES**

Séquence type – niveau I

→ Séance 1 : exercices d'applications (+ ou – durs)

Amont : étude du cours, module « leçon », modules « exercices », module « test »

Pendant : travail en équipe

→ Séance 2 : exercices durs – problèmes

Amont : CR séance 1, modules « exercices », (exos à préparer)

Pendant : interro, travail en équipe

→ Séance 3 : problème(s) de synthèse

Amont : CR séance 2, module « problème », (pb(s) à préparer - DM)

Pendant : oraux, jury de pairs - si préparé, sinon trav. équipe

Chronologie de la séance

- 2' : **organisation de l'équipe** : distribution des rôles
- 1' - 5' : **Lire et analyser** : identifier les concepts, cadre de l'étude, approximations, mesure des difficultés, vision du problème, intuition de la solution
- 5-10' : **Poser** : fixer idées et notations, schéma, bilan des paramètres, identification des variables ...
- 5'(ex)-1h30(pb) : **Résoudre** : techniques mathématiques, trucs et astuces
- 1' - 5' : **Evaluer** : art du physicien !
- 1' : **bilan de l'équipe**

A répéter pour chaque exercice/
problème à faire dans la séance

Pourquoi utiliser
des activités numériques ?

Pourquoi utiliser des activités numériques ?

➤ Renforce l'apprentissage ↘

➤ Les étudiants aiment et travaillent plus facilement !

➤ Gain de temps pour les enseignants (utilisateurs)
grâce aux corrections automatiques + exos faciles hors séance

➤ Autre façon d'évaluer les apprentissages
(évaluation formative, complète/remplace le CC)

➤ Fortement complémentaire à la pédagogie inversée

Gains sur les apprentissages (via outils numériques)

- améliore les méthodes de travail :
autoformation (feedback) et **autoévaluation** (note)
- permet d'insister sur les points clés du cours
- renforce les pratiques (gamme)
raisonnement physique + techniques calculatoires
- **remédiation / gestion de l'hétérogénéité**
activités avec arborescence adaptative
- **gain de temps et d'efficacité pour les séances**
intensifie les séances de travail présentes (exo + durs)
intensifie les échanges entre étudiants (mieux préparés)
intensifie les échanges entre étudiants et enseignant (+ de Q)

Types d'activités

Plateforme MOODLE

→ Le **module « leçon »** reprend les points essentiels du cours : définitions, connaissances de bases, théorèmes fondamentaux, techniques indispensables

En cas d'erreur un feedback donne le rappel de cours adapté

→ Le **module « exercice »** applique la leçon à un problème particulier. En cas de difficulté : remédiation via une arborescence adaptée

→ Le **module « problème »** : sujet d'examen type avec synthèse des connaissances et compétences. Arborescence adaptative cruciale.

Plateforme MOODLE - suite

- Le module « test » sert à l'autoévaluation.
Il suit directement le module «leçon» ou clôt chaque chapitre.
Permet à l'étudiant de se situer sur ses acquis d'apprentissage.

Plateforme WIMS

- Exercices d'application à valeurs générées automatiquement variant à chaque essai et pour chaque élève.

Force de l'activité « leçon » de MOODLE

Outils puissant de « remédiation »

véritable arborescence pour une progression adaptée /étudiant

→ le bon étudiant à une progression rapide

→ l'étudiant en difficulté est aidé pas à pas :

→ 1^{ère} erreur : feedback = indice

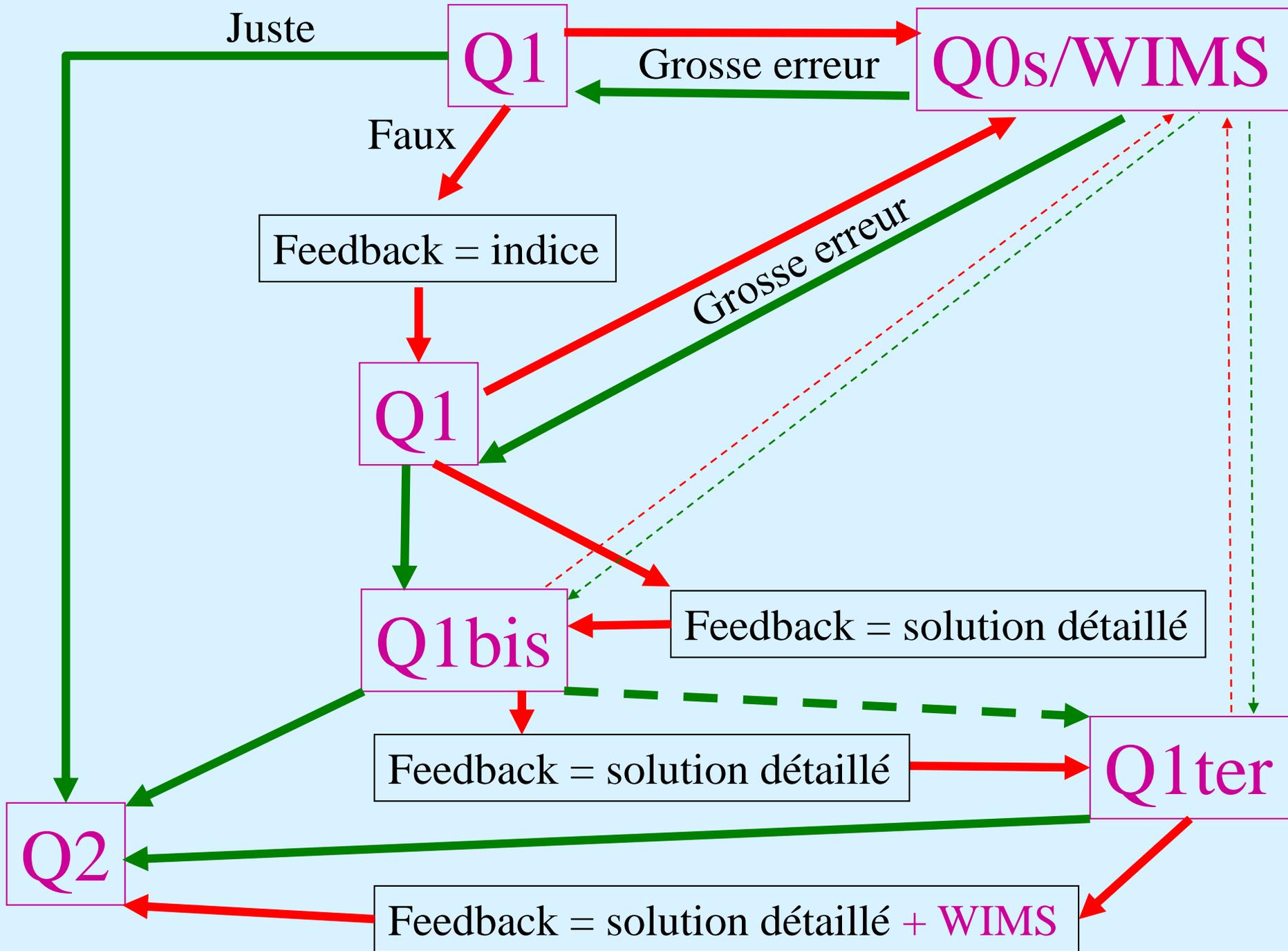
→ 2^e erreur, selon la nature du module leçon/exo/problème :

➤ une série de questions décomposant le problème initial

➤ feedback = solution détaillée, s'enchaîne alors :

➤ des questions similaires (gamme)

➤ des questions spécifiques au problème rencontré (WIMS)
qui dépendent de la nature de l'erreur



Difficultés

Difficultés

- Etudiants : 1 mois pour réaliser que les exigences sont 
Evaluations trop faciles => arrêt du travail ...
- Surestimation capacités individuelles # celles de l'équipe
- Emulation dans l'équipe : OK si la majorité joue le jeu
(sur 6 équipes/classe, 1 ou 2 est problématique, nécessité de changement)
Etudiants rébarbatifs = en grande difficulté ou haïssant la matière ...
- Enseignant non convaincu = méthode inefficace mais pas pire que l'enseignement traditionnel !!!
- Convaincre les collègues de changer leurs pratiques ...
- Beaucoup de travail à la maison (surtout pour la mécanique : 4h/sem) => généralisation à toutes les UE est problématique

Mettre les étudiants au travail

- Le contrat : pas de cours + pas de correction
- Evaluations fréquentes : objectif de la note ...
- Rendre l'étudiant actif : motivation
- Le travail en équipe : émulation de groupe 
- Les activités numériques : flexibilité, sur écran, adaptatives
- La contextualisation : exercices et problèmes de synthèse au plus près de leur réalité
- Avoir un enseignant motivé : empathie, plaisir du prof !
- *Donner du sens : faire moins mais mieux ! Prendre le temps de rendre les étudiants créatifs et de s'évaluer...*

Transférabilité
Comment s'y mettre
Théorie
Evolutions

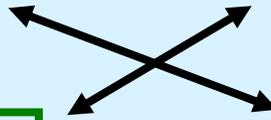
Transférabilité

Classe inversée
(travail en amont)

Résolution de problèmes
(matières théoriques, $\approx \neq$ APP)

Travail en équipe
(apprentissage par les pairs)

Activités numériques
(toutes méthodes pédagogiques)



- Cours classique : aucun des blocs ?
- Incorporer les blocs au fur et à mesure et selon vos envies
- Connexions avec la formation à distance ?
- Ça bouge : @ Université de Nantes !
 - Secondaire, supérieur – bottom/up et top/down
 - Préparation aux Etudes Scientifiques @ AMU

Comment s'y mettre

- Devenir tuteur c'est facile ! Mais ne pas être seul ...
- Classe inversée ou APP ? (abstrait/concret, effectif, envie)
- Cours : bien étudier l'existant avant de créer (livres/vidéos)
minimum : création d'« exercices de cours »
- Activités numériques : idem
unisciel, wims (secondaire : math- LaboMep, ChingAtome, ?)
- Chronologie des séances/séquences/UE :
Attention à l'alignement pédagogique ...

• Séance 3 (3h) : Cinématique 1d – 2 fin/problèmes

→ Juste avant la séance :

- Vérifier que les activités numériques obligatoires ont été faites. Noter les noms des récalcitrants pour les rappeler à l'ordre !
- Voir les résultats globaux pour voir si une (des) notion(s) ne passe(nt) pas. S'il y en a = rappel de cours et adapter la séance.

→ Déroulement :

- Rappel de cours et réponses aux questions. (en général 5').
- E2.11 (30'), E2.11,5 (30'), E2.12,5 (30'), E2.15 (40').

En général = galère → correction au tableau par les étudiants ou par le prof (E2.11=5-10', E2.12,5=15' (si on fait les 2 méthodes de résolution), E2.15=25' (si on traite les changements de référentiels, sinon 10')).

- si temps E2.13 et/ou E2.12

→ TAFE :

CR/étude/lecture :

- Compte-rendu (CR) de séance pour chaque étudiant (= rédiger sur papier et au propre les exos faits en séance en équipe).

Notions Phys. et Math.	YF (2013)	Livre JMV	commentaires
analyse vectorielle	ch1 1.7 → fin p10-26	Annexe A s.A.4	oblig
cinématique 2d-3d	ch3 → 3.3 p69-85	ch2 2.3 → 2.3.4	oblig

Insister sur le fait que C2.3 (projectile) doit absolument être maîtrisé!

Activités Numériques - AMETICE :

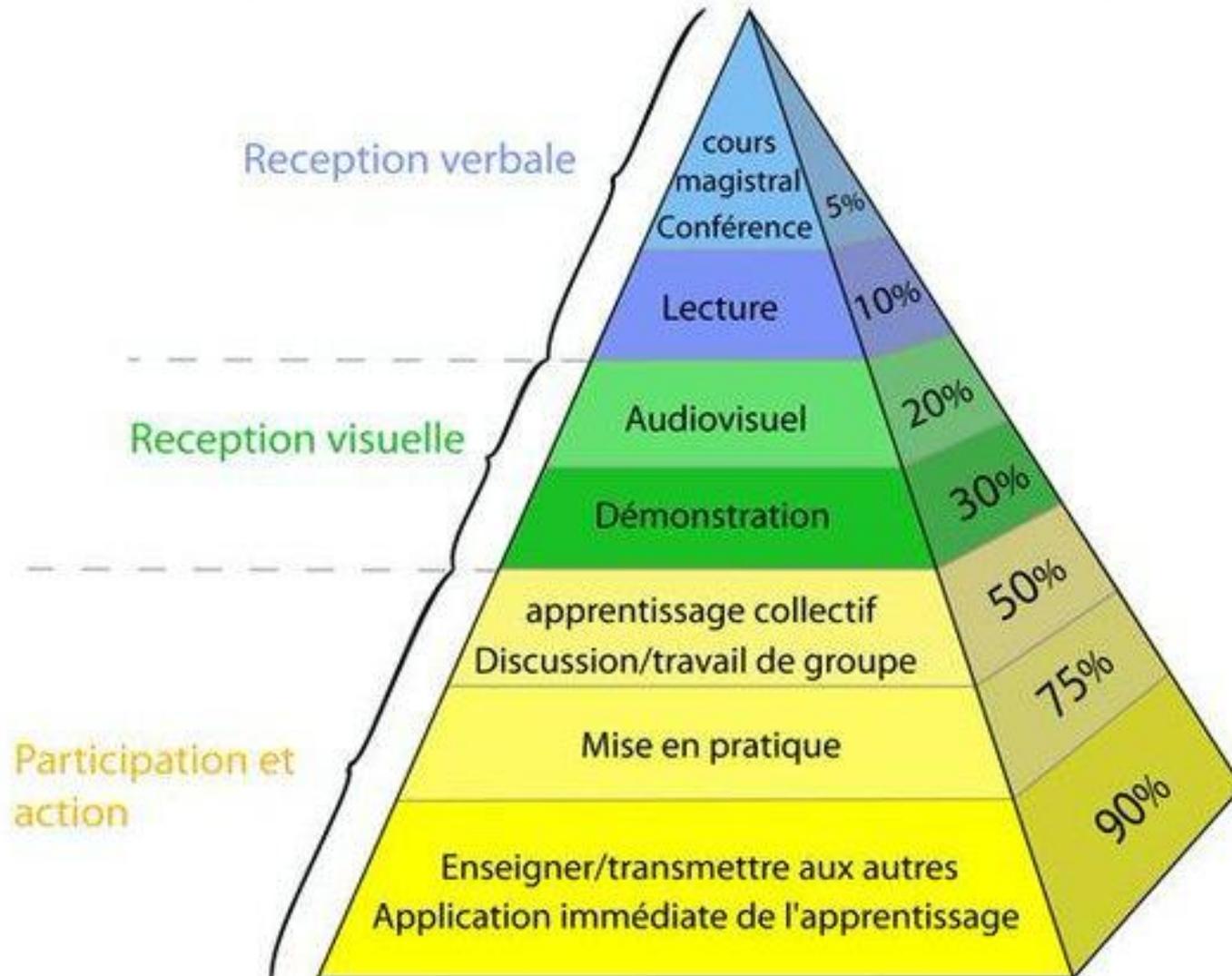
section (sous-section)	Titre activité	commentaires
Exercices Mathématiques	Vecteurs-et-composantes-1 et 2	oblig
cinématique (2d)	leçon-ch2-cinématique2d	oblig
cinématique (2d)	test-ch2-cinématique2d	TEST oblig → NTD
cinématique (2d)	E2.18	oblig

Exercices/Interros à préparer :

- E2.16 (5') et E2.17 (30'-1h) : test oral dessus lors de la S4.

et les capsules vidéo dans tout ça ...

Pourcentage moyen de la rétention du contenu après 24 heures, selon la méthode d'enseignement.



Un peu de « théorie » ...

C L A S S E S
I N V E R S É E S
E N S E I G N E R
E T A P P R E N D R E
À L ' E N D R O I T !

MARCEL LEBRUN
JULIE LECOQ

Pour ceux qui :

veulent se lancer dans l'aventure

améliorer leur dispositif

connaître les principes de base

Base : l'alignement pédagogique

VERS UN PRINCIPE DE COHÉRENCE ... PÉDAGOGIQUE

Lebrun, M. (2007). Quality Towards an Expected Harmony: Pedagogy and Technology Speaking Together About Innovation. *AACE Journal*, 15(2), 115-130. Chesapeake, VA: AACE.



Outils



Evaluati-On Objectifs

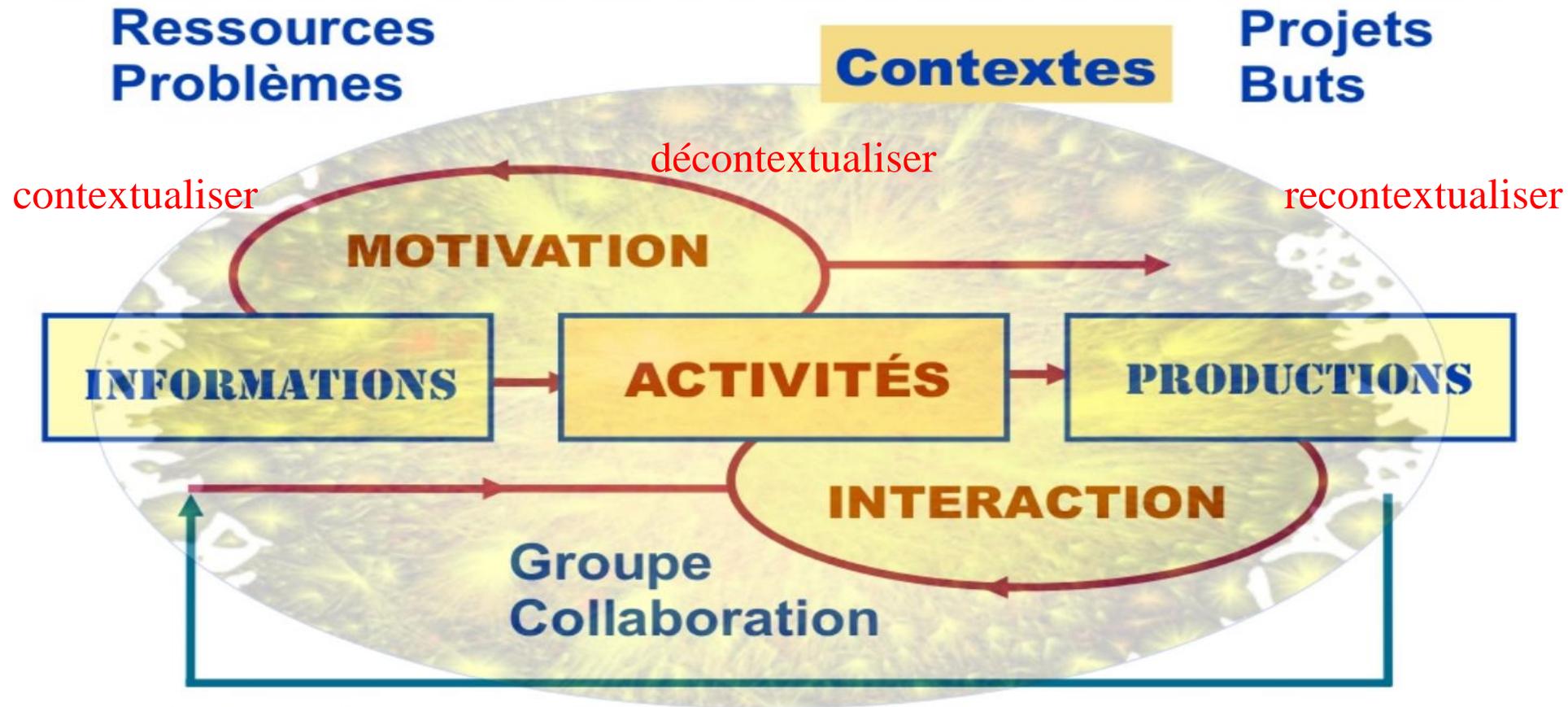
Méth-Odes



Biggs, J. (1999) Teaching for Quality Learning at University – What the Student Does (1st Edition) SRHE / Open University Press, Buckingham.

Cycle de Kolb/ Lebrun

Adapté de
M. Lebrun et al.
2015



M. Lebrun



<http://bit.ly/Modèle-apprentissage> IMAIP

UN MODÈLE PRAGMATIQUE D'APPRENTISSAGE POUR CONCEVOIR,
CRÉER, ANALYSER OU ÉVALUER DES DISPOSITIFS DE FORMATION
POUR FAVORISER L'APPRENTISSAGE.

Phases d'apprentissage – niveau II

- 1 – Lecture/analyse des objectifs d'apprentissage et leur donner du sens : **contextualisation / motivation**
- 2 – Etude du manuel et initiation à la résolution de problème **LEÇONS NUMÉRIQUES**
- 3 – Reprise des exercices de cours
- 4 – Entraînement à résoudre des exercices et problèmes: **séances TD EXERCICES NUMÉRIQUES**
- 5 – Vérification des acquis **TESTS NUMÉRIQUES**
- 6 – Donner du sens et création : **recontextualisation !**

décontextualisation

Séquence idéale (PES) – niveau II

→ Séance 1 : exercices d'applications (+ ou – durs)

Amont : * étude du cours, module « leçon », modules « exercices », module « test »

* contextualisation: étude objectifs d'apprentissage => module « intérêt »

choix de l'item le + intéressant et du – intéressant, vulgarisation introd.

Pendant : travail en équipe

→ Séance 2 : exercices durs – problèmes

Amont : CR séance 1, modules « exercices », (exos à préparer)

Pendant : interro, travail en équipe

→ Séance 3 : problème(s) de synthèse

Amont : CR séance 2, module « problème », (pb(s) à préparer - DM)

Pendant : oraux, jury de pairs - si préparé, sinon trav. équipe

→ Séance 4 (1-5) : TP (découverte, application, synthèse)

→ Séance 5 : donner du sens - création - bilan

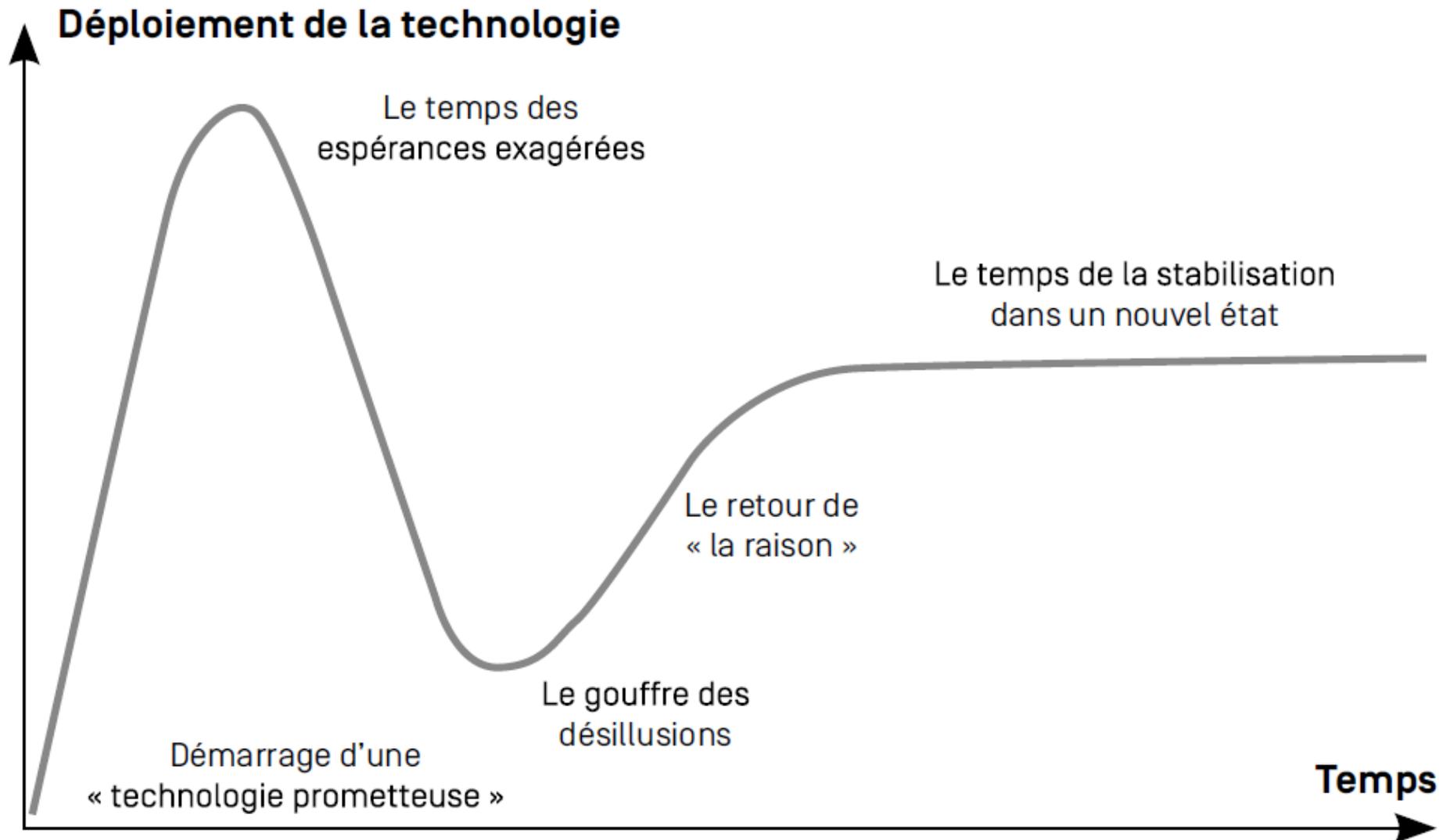
Amont : CR séance 3, production indiv. ou en éq.: exo (avec sol),

proposition TP, vulgarisation : vidéo/audio/texte, essai, liens web utiles

Pendant : présentation à la classe, jury de pairs, bilan teq commun

Bon à savoir !

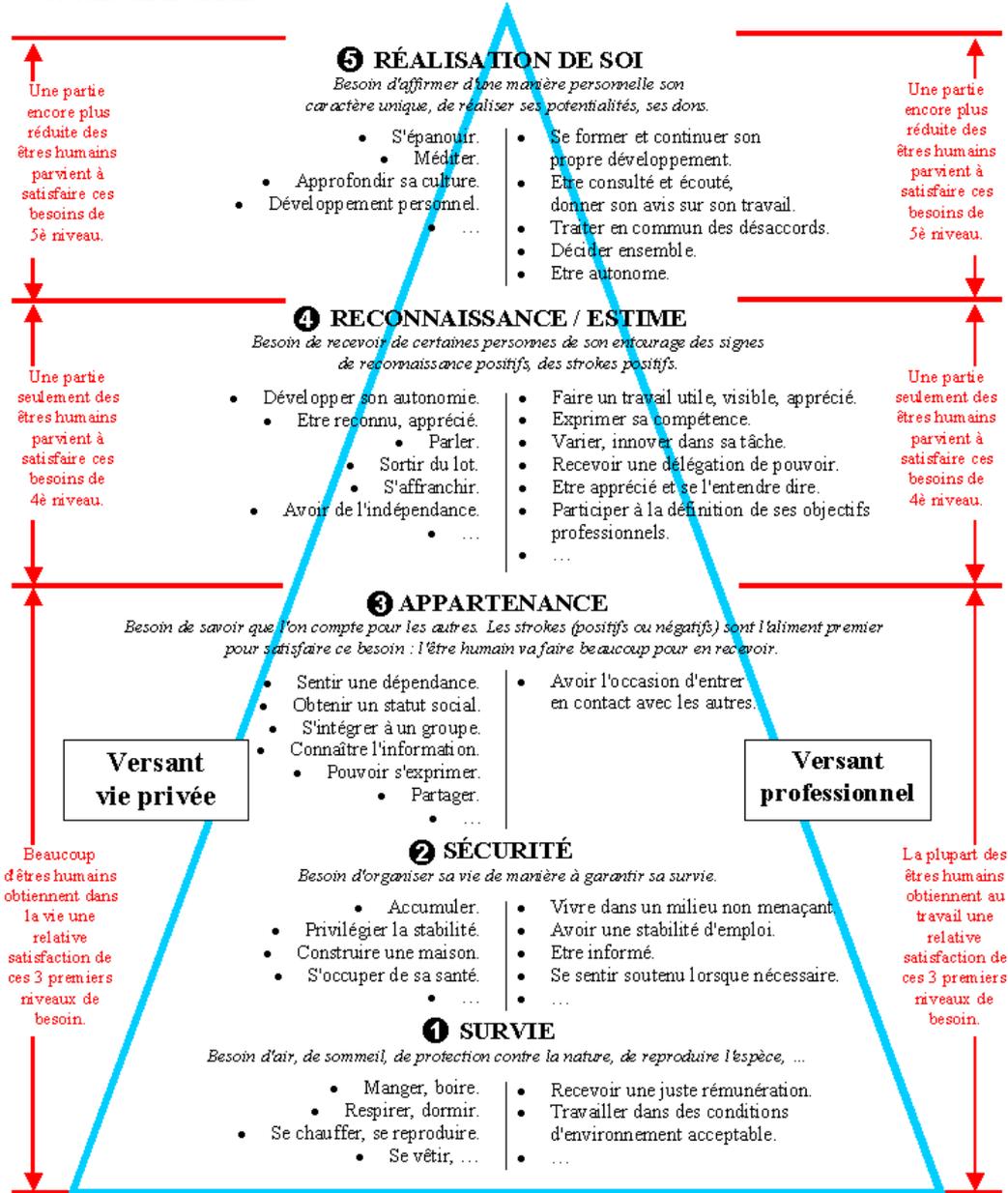
*Tiré de
M. Lebrun
J. Lecoq
2015*



Besoins propres au monde occidental.

1. pyramide particulièrement intéressante pour le monde du travail
2. les humains ne ressentent l'apparition d'un besoin supérieur que lorsque le besoin actuel est relativement satisfait.

Pyramide des besoins de Maslow



Paroles d'étudiants

*« Pour la première fois on a plus travaillé en physique qu'en math ! »
disent certains avec joie et fierté !!!*

« Pourquoi ne travaille-t-on pas toujours comme ça ? »

« J'ai jamais autant bossé mais ça valait le coup ! »

« Enfin j'aime la Physique ! »

« Les activités numériques ? Oui, encore, encore plus, et des exercices plus durs ! »

Bien-sûr il y en a qui n'aiment pas ...

besoins de
4è niveau.

besoins de
4è niveau.

- S'affranchir.
- Avoir de l'indépendance.
- ...

- Etre apprécié et se l'entendre dire.
- Participer à la définition de ses objectifs professionnels.
- ...

③ APPARTENANCE

Besoin de savoir que l'on compte pour les autres. Les strokes (positifs ou négatifs) sont l'aliment premier pour satisfaire ce besoin : l'être humain va faire beaucoup pour en recevoir.

- Sentir une dépendance.
- Obtenir un statut social.
- S'intégrer à un groupe.
- Connaître l'information.
 - Pouvoir s'exprimer.
 - Partager.
 - ...

- Avoir l'occasion d'entrer en contact avec les autres.

**Versant
vie privée**

**Versant
professionnel**

② SÉCURITÉ

Besoin d'organiser sa vie de manière à garantir sa survie.

- Accumuler.
- Privilégier la stabilité.
- Construire une maison.
- S'occuper de sa santé.
- ...

- Vivre dans un milieu non menaçant.
- Avoir une stabilité d'emploi.
- Etre informé.
- Se sentir soutenu lorsque nécessaire.
- ...

Beaucoup
d'êtres humains
obtiennent dans
la vie une
relative
satisfaction de
ces 3 premiers
niveaux de
besoin.

La plupart des
êtres humains
obtiennent au
travail une
relative
satisfaction de
ces 3 premiers
niveaux de
besoin.

① SURVIE

Besoin d'air, de sommeil, de protection contre la nature, de reproduire l'espèce, ...

- Manger, boire.
 - Respirer, dormir.
- Se chauffer, se reproduire.
 - Se vêtir, ...

- Recevoir une juste rémunération.
- Travailler dans des conditions d'environnement acceptable.
- ...

Besoins propres au monde occidental.

1. pyramide particulièrement intéressante pour le monde du travail
2. les humains ne ressentent l'apparition d'un besoin supérieur que lorsque le besoin actuel est relativement satisfait.

