

Comment améliorer la capacité apprenante de PIX ?



Joëlle Proust

CSEN

DR émérite CNRS

<http://joelleproust.org>

Institut | Nicod



Plan de l'exposé

1. l'impact de la métacognition sur l'envie d'apprendre et la réussite des apprentissages
2. L'apprentissage numérique et l'apprentissage papier : synthèse des résultats.
3. Comment Pix peut-il élever l'envie d'apprendre?

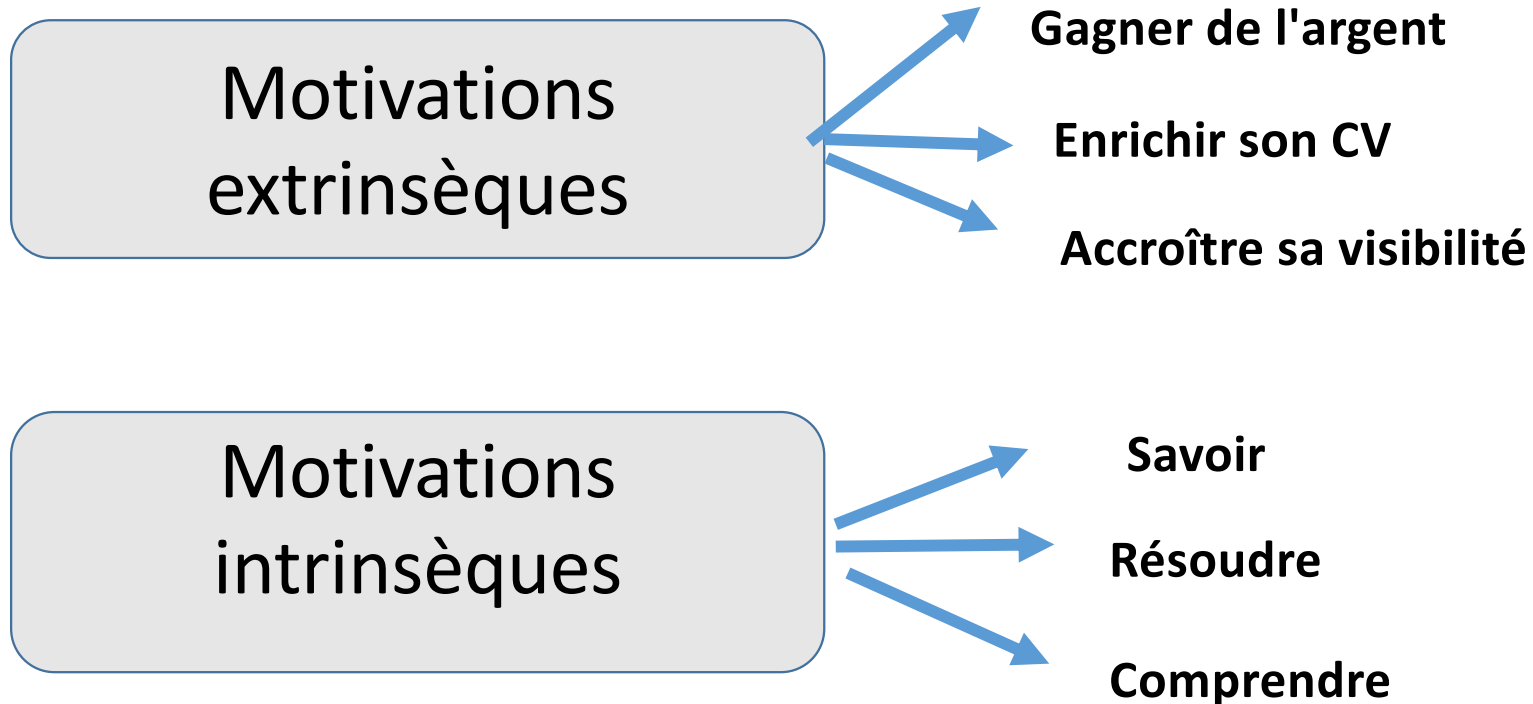
1. L'impact de la métacognition sur
l'envie d'apprendre et sur la réussite
des apprentissages

A - Quels sont **les types d'émotions** utiles aux apprentissages ?

Distinguer deux types possibles de motivations, sources des ressentis

- Les **motivations intrinsèques** conduisent à s'engager dans une activité parce que l'activité **est en elle-même source de plaisir**
- Les **motivations extrinsèques** conduisent à s'engager dans une activité non pas parce qu'elle est plaisante en elle-même, mais **parce qu'elle permet d'obtenir une récompense ou d'atteindre un but.**

Deux types de raisons pour s'engager dans des activités cognitives



Les motivations intrinsèques "informationnelles" de l'engagement dans les activités cognitives

- La **curiosité** (l'intérêt, l'envie de réparer une lacune, le besoin de connaissance)
- Le sentiment de **progresser dans l'apprentissage**
- Le sentiment de **comprendre**

Les motivations intrinsèques "socio-identitaires" de l'engagement dans les activités cognitives

- le besoin **d'autonomie** (i.e., le désir d'être à l'origine de ses comportements)
 - Théorie de l'autodétermination (Deci & Rian, 2012)
- le besoin d'**auto-efficacité** (i.e., désir de répondre aux demandes et aux défis rencontrés)
 - Théorie de l'auto-efficacité (Bandura, 2007).
- le besoin d'**affiliation sociale** (i.e., désir d'être connecté à d'autres personnes, de recevoir de l'attention de personnes importantes pour soi et d'appartenir à un groupe social) (O'Donnel et al 2012)

Pour élever l'efficacité d'un apprentissage :
S'appuyer sur **toutes** les motivations intrinsèques

Curiosité

Sentir qu'on
progresses

Compréhension

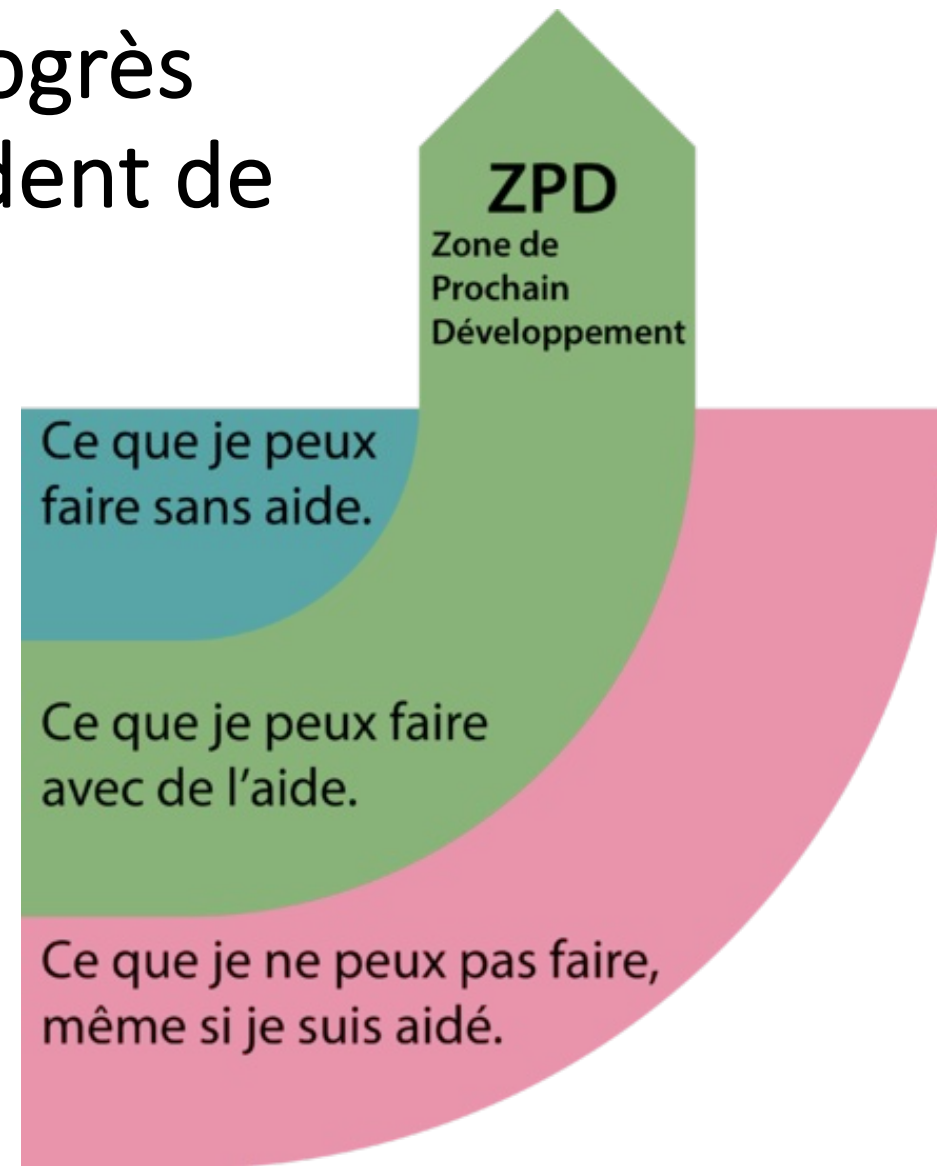
Autonomie

Auto-efficacité

Affiliation
cohérente avec
l'apprentissage

Curiosité, sentiment de progrès
et d'auto-efficacité dépendent de

**la Zone de développement
proximal où se trouve
l'apprenant dans
l'apprentissage
concerné (Vygostki, 1934)**



Pour tout apprentissage ou évaluation

- Veiller à proposer des "défis" situés dans la ZPD
- Sans quoi: l'apprentissage et les tests évaluatifs deviennent AVERSIFS
- **RECOMMANDATION : TESTER, EN AMONT, LES CONNAISSANCES D'ARRIÈRE-PLAN des apprenants sur la base d'indices prédictifs**
 - Choix de mots clés
 - Reconnaître le sens d'un icône, etc.

Faut-il donner un rôle aux motivations extrinsèques ?

- Gagner de l'argent, accroître sa visibilité, être meilleur que X, avoir un bon CV ?
- La recherche montre que proposer aux apprenants des **but**s de **performance** (notes) plutôt que des buts de compétence (maîtrise) limite leur curiosité et nuit aux activités collaboratives. (Karabenick, 2004)

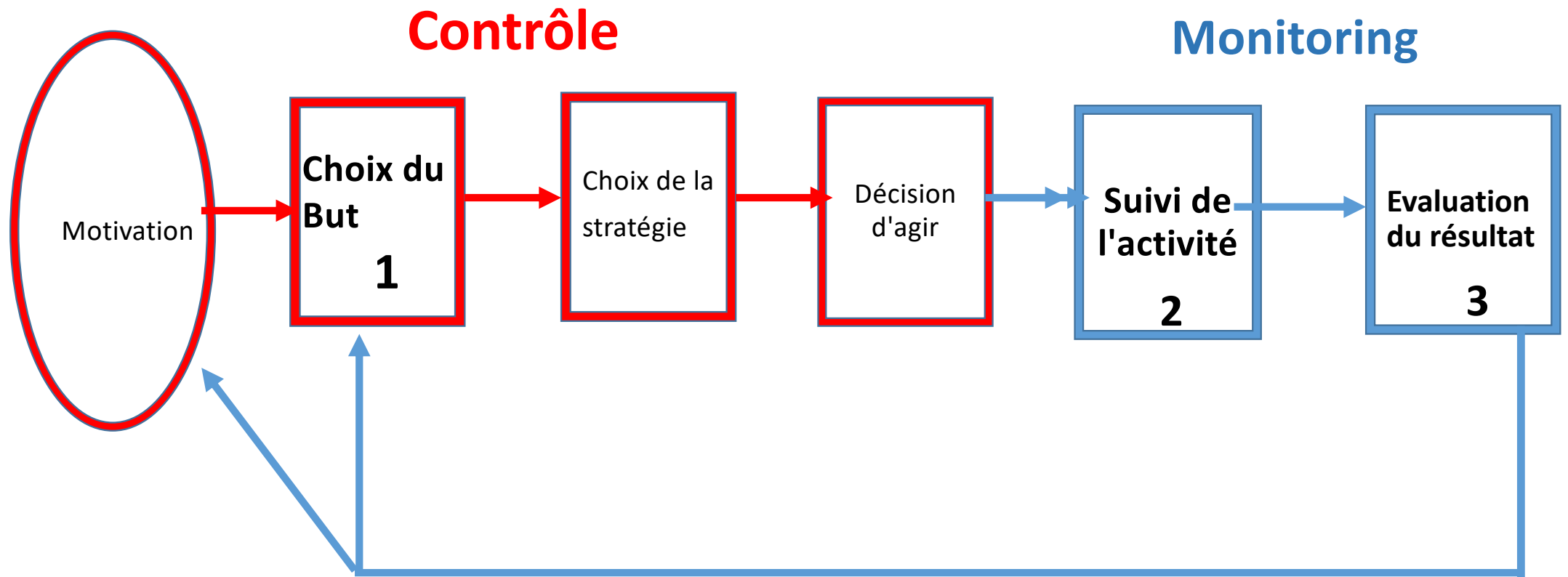
B - Autorégulation métacognitive
et confiance en soi

Définition : L'autorégulation métacognitive

est l'ensemble des processus prédictifs par lesquels l'apprenant s'engage activement dans l'apprentissage, c'est-à-dire

- 1) Choisit **ses buts et le niveau d'effort** à leur consacrer
- 2) détecte ses **erreurs** et les **corrige**
- 3) juge s'il a ou non obtenu **le résultat attendu.**

Autorégulation = boucles de contrôle + monitoring



Le résultat obtenu influence ultérieurement la motivation et le choix du but

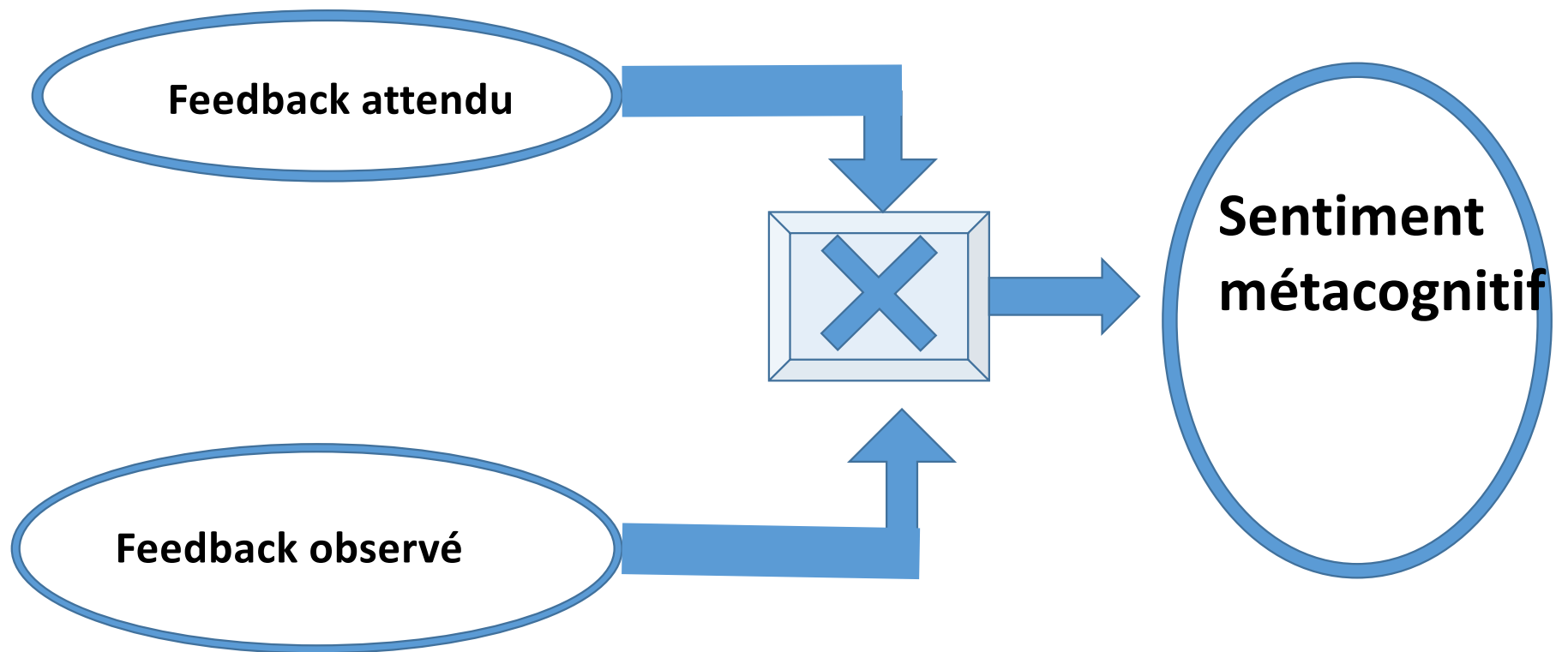
A chaque étape, son évaluation

- **Évaluer sa propre activité cognitive, c'est faire le **monitorage (ou suivi) métacognitif de son activité par feedback interne ou externe****
 - **Étape 1:** Feedback de **but** : quel est mon but ?
 - **Étapes 2:** Feedback de **processus** : comment atteindre mon but ?
 - **Étape 3:** Feedback de **résultat** : **qu'est-ce qui me fait penser que j'ai atteint mon but ? Est-ce que j'ai bien compris le but de l'activité ?**

La différence entre feedback externe et interne

- **Le feedback externe** est celui que **reçoit** l'apprenant en retour de son activité (**enseignants, apprenants, parents, tuteur numérique**)
- **Le feedback interne** est ce que ressent l'apprenant **en retour** de son activité
- Les deux types de feedback sont à la source de **la confiance en soi** relative à l'activité.
- D'où l'importance de fournir un **feedback fiable dans une activité adaptée au niveau de l'apprenant.**

D'où viennent les sentiments métacognitifs?
Des prédictions sur l'action en cours



L'importance des sentiments dans l'apprentissage

Les sentiments évaluatifs des élèves sont produits par la comparaison inconsciente entre

- ce que le cerveau prévoit pour un contexte donné
- Ce qu'il observe dans ce contexte
- Si convergence : plaisir et envie de poursuivre;
- Si divergence : déplaisir, inconfort, incertitude.
- Ce sont les sentiments qui le plus souvent décident de la poursuite de l'engagement et du niveau d'effort mis dans l'apprentissage

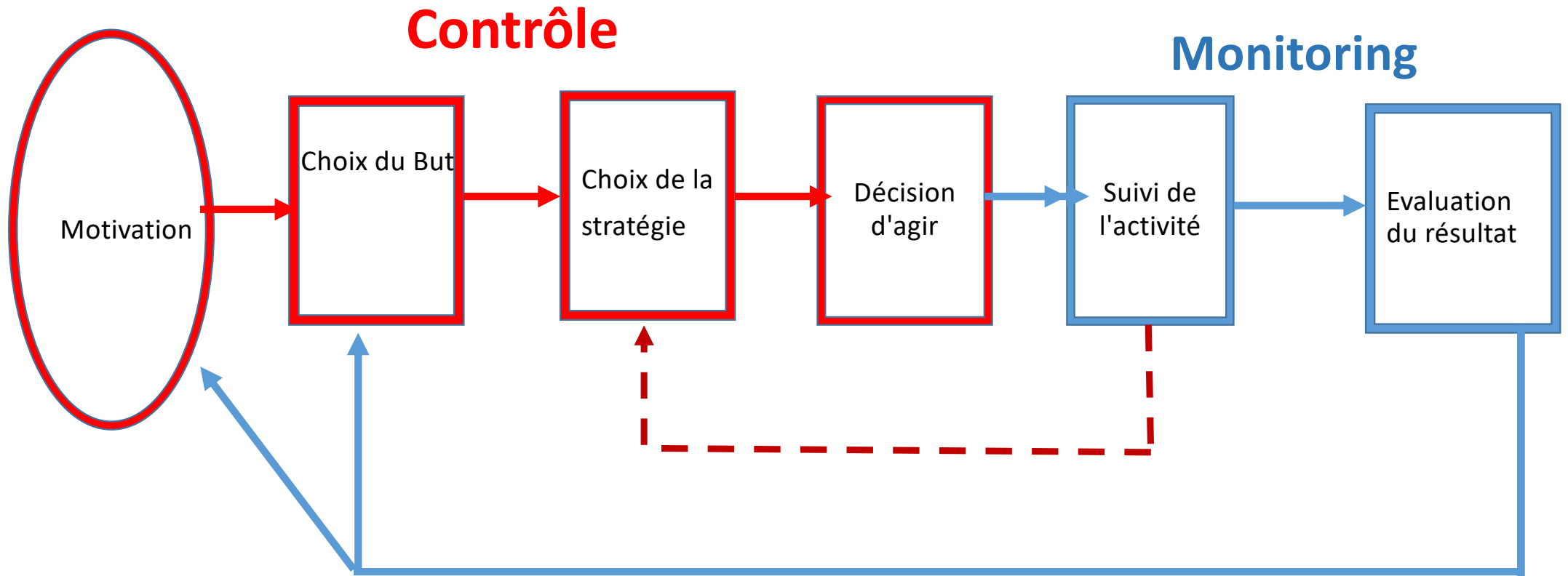
Les sentiments évaluatifs jouent un rôle central à trois niveaux de l'autorégulation

- **Le choix du but** est influencé par
 - Les résultats antérieurs, le sens de qui l'on est
 - L'adhésion personnelle à l'activité selon qu'elle est sollicitée ou imposée
 - La nature de l'objectif: performance = compétition / maîtrise = collaboration
 - Les valeurs de son groupe d'affiliation
- **Le feedback de processus** est influencé par
 - Le sens donné à l'erreur, qui lui-même dépend de la perception du but (performance ou maîtrise)
- **Le feedback de résultat** est influencé par le sentiment général d'auto-efficacité ou d'inefficacité de l'élève.

Rôle des connaissances stratégiques

- Permettre aux apprenants de
 - **s'attendre** à rencontrer des problèmes
 - disposer d'outils pour les **surmonter**
 - **planifier** rationnellement leurs apprentissages.
- Mais il y a une grande marge entre **apprendre une stratégie** et **penser à l'employer** dans un contexte donné, en particulier dans les apprentissages numériques.

Sentiments, stratégies et feedback



2. L'apprentissage numérique et l'apprentissage sur papier : synthèse des résultats.

Le numérique: un bilan plutôt décevant

Le recours au "tout numérique" tend à augmenter depuis 20 ans

Or le travail numérique a souvent (mais pas toujours) un effet néfaste **sur**

- **la compréhension de documents lus** (Duncan, McGeown, Griffiths, Stothard, & Dobai, 2015)
- **sur le raisonnement** (Sidi & al., 2017)

Il faut connaître les avantages respectifs du papier et des écrans pour rendre plus efficaces non seulement la lecture, mais **tout type d'apprentissage.**

([Méta-analyse de Delgado et al. 2018](#))

Les données expérimentales

La lecture **sur papier** permet aux élèves de mieux comprendre ce qu'ils lisent que sur écran **surtout** dans deux cas :

- pour **les textes d'exposition** (à contenu disciplinaire) – **pas** pour les textes narratifs (Clinton, 2019 ; Delgado et al., 2018)
- lorsque le temps de lecture **est librement choisi** (Delgado et al., 2018).

Prédiction de résultat (gris foncé) et résultat obtenu (gris clair) sur écran et sur papier par des étudiants quand le temps d'étude est fixe (à gauche) ou quand il est auto-régulé (à droite)

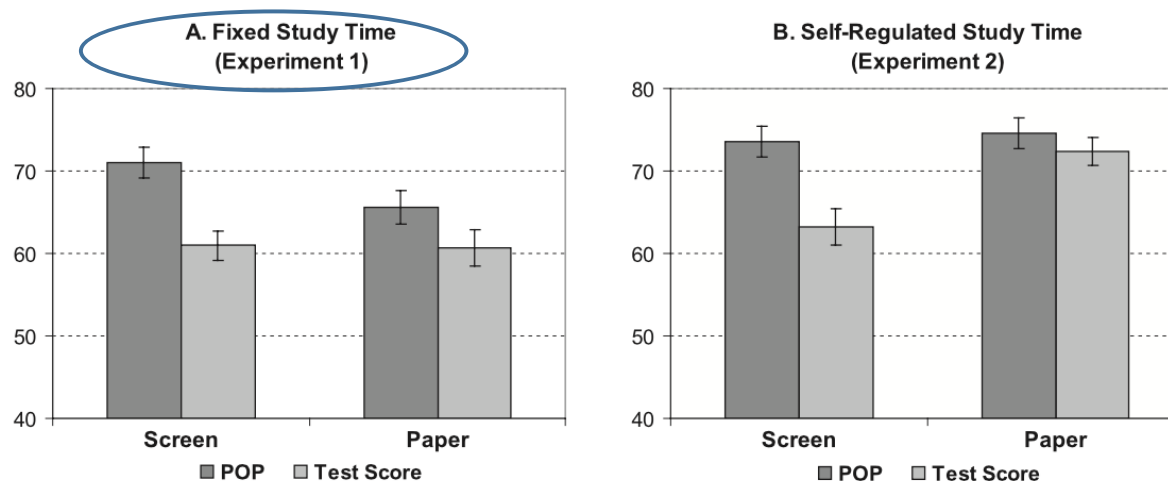


Figure 2. Mean combined prediction of performance (POP) and test scores in Experiment 1 under fixed study time (A) and in Experiment 2 under self-regulated study time (B). Error bars represent standard error of the mean.

- **Données en A** : Lorsque le temps passé à étudier est fixe, la **prédiction de succès à l'écran** est un peu + surconfiante, mais la **performance** est la même à l'écran et sur papier.

Ackerman & Goldsmith (2011)

Prédiction de résultat (gris foncé) et résultat obtenu (gris clair) sur écran et sur papier par des étudiants quand le temps d'étude est fixe (à gauche) ou quand il est auto-régulé (à droite)

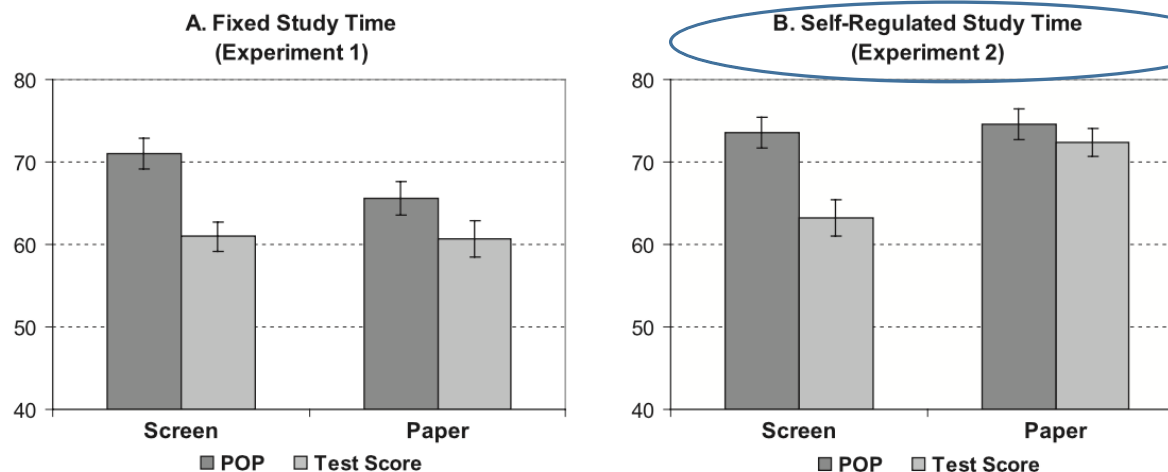


Figure 2. Mean combined prediction of performance (POP) and test scores in Experiment 1 under fixed study time (A) and in Experiment 2 under self-regulated study time (B). Error bars represent standard error of the mean.

• **Données en B** : Lorsque le temps passé à étudier est auto-régulé, la prédiction de succès de lecture sur écran est **très** surconfiante : cette mauvaise auto-régulation pourrait **expliquer** la plus faible performance que celle de la lecture sur papier

DURÉE CHOISIE

- Lorsque le temps passé à étudier **est choisi** par l'élève (=autorégulé), la performance s'améliore **relativement** à la condition où le temps est fixé. (c'est normal)
 - **Mais** la prédiction de succès de la **lecture sur écran** est **très** surconfiante
 - La **performance sur papier** **est bien meilleure** que sur écran
- Cette mauvaise auto-régulation (la surconfiance) **explique** la performance plus faible de la lecture à l'écran par rapport à la lecture sur papier

2. Comment expliquer l'effet des écrans sur l'autorégulation?

Rôle critique de la "méta-compréhension"

Hypothèse

La lecture sur écran modifie à la fois

- le régime de l'attention du lecteur est celui de l'attention superficielle
- son autorégulation (de Bruin, Thiede, Camp, & Redford, 2011); l'apprenant croit comprendre, il a un illusion de compréhension.

Qu'est-ce que la métacompréhension ?

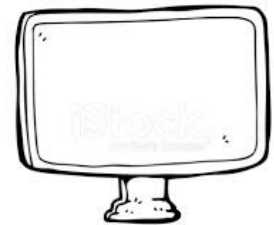
C'est la capacité d'évaluer sa propre compréhension.

- Quand on comprend vraiment un énoncé, on est généralement conscient de le comprendre ; **mais qu'est-ce que "comprendre vraiment" ?**
- Mais quand on ne comprend pas vraiment un énoncé, **on peut parfois croire qu'on le comprend.**

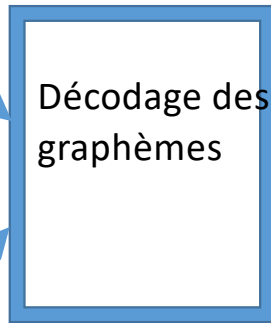
Lire un texte passe par plusieurs étapes

1. **Décodage:** passer de signes écrits à un mot de la langue
2. **Reconnaissance** du sens des mots
3. Récupération du **sens de la phrase** à partir de la combinaison particulière des mots (y compris les pronoms, les démonstratifs, etc.)
4. **Simulation de la situation** exprimée par la phrase, sur la base des connaissances d'arrière-plan et du contenu du texte déjà traité.

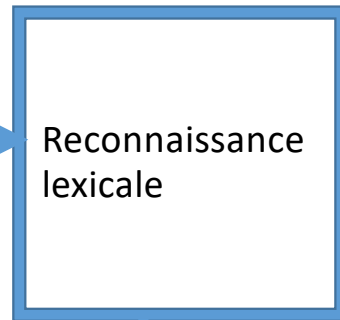
Autorégulation des étapes de la lecture



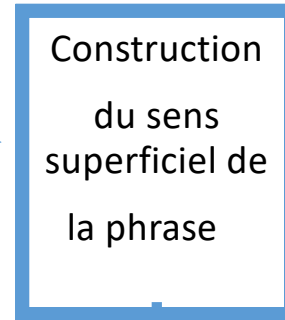
1



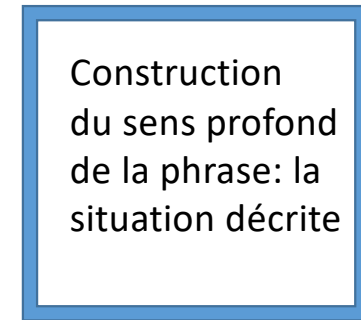
2



3



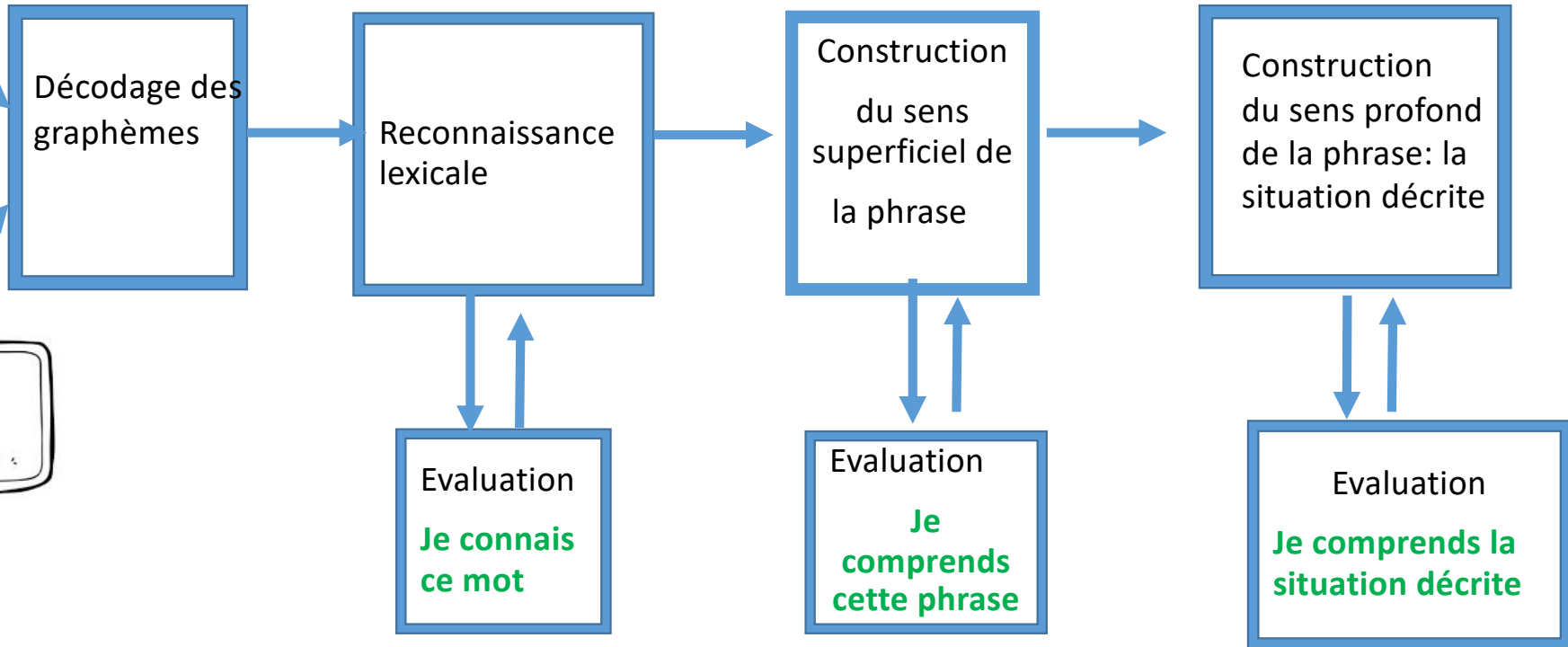
4



Evaluation
Je connais ce mot

Evaluation
Je comprends cette phrase

Evaluation
Je comprends la situation décrite

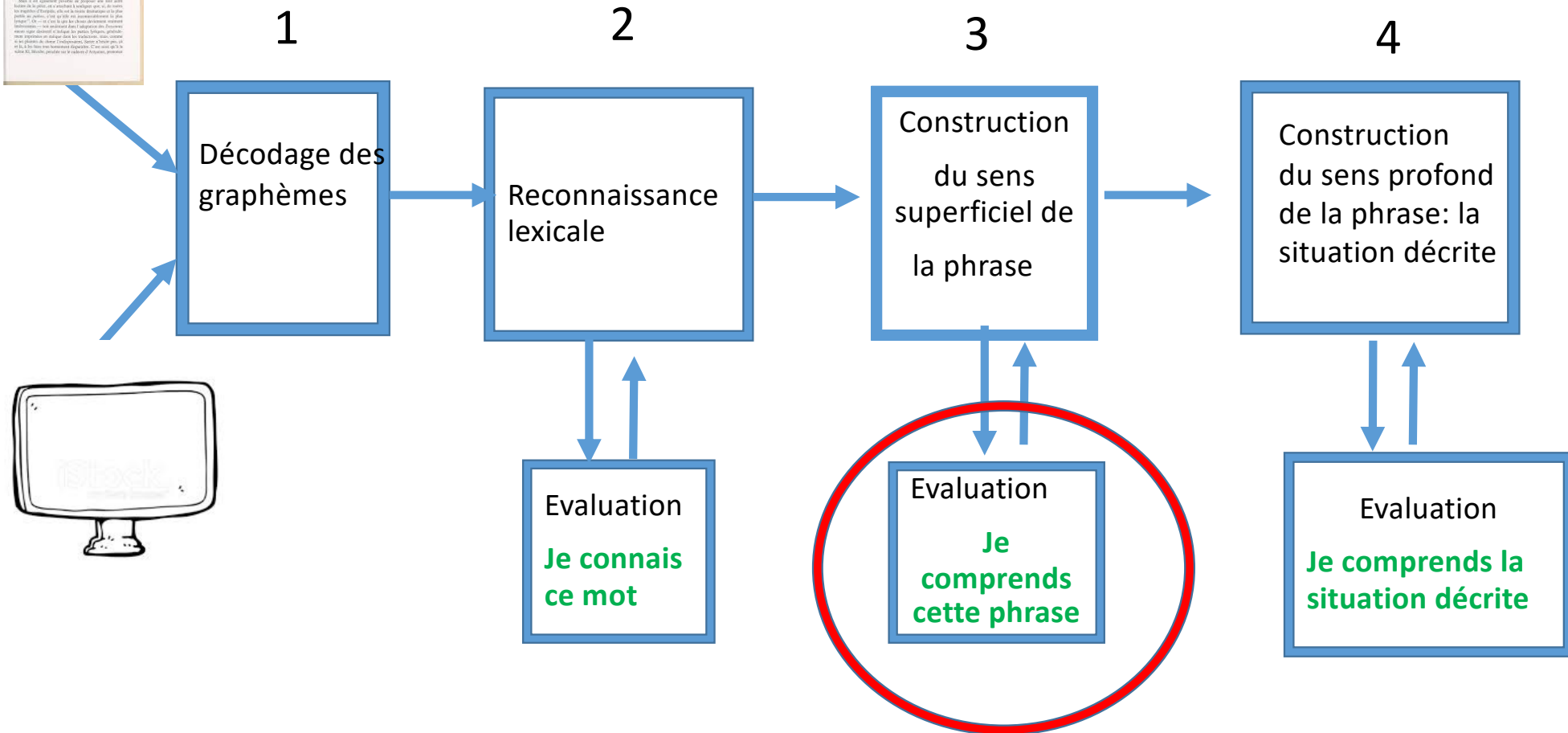


à chaque étape de la lecture

- L'autorégulation permet au lecteur de repérer ses erreurs
- Si aucune erreur n'est rencontrée, et si le progrès de la lecture est normal, dès l'étape 3, le lecteur a un sentiment de compréhension du sens de la phrase, lié à sa connaissance de la langue.
- Mais c'est l'étape 4 qui est déterminante pour l'apprentissage conceptuel (= la compréhension profonde recherchée à l'école)



traitement superficiel = illusion de compréhension



Hypothèse de la superficialité

- L'autorégulation est très sensible au contexte de l'activité
- La lecture par écran active un **mode attentionnel différent** du mode attentionnel de la lecture sur papier.

Qu'est-ce qu'un traitement de concept superficiel/profond ?

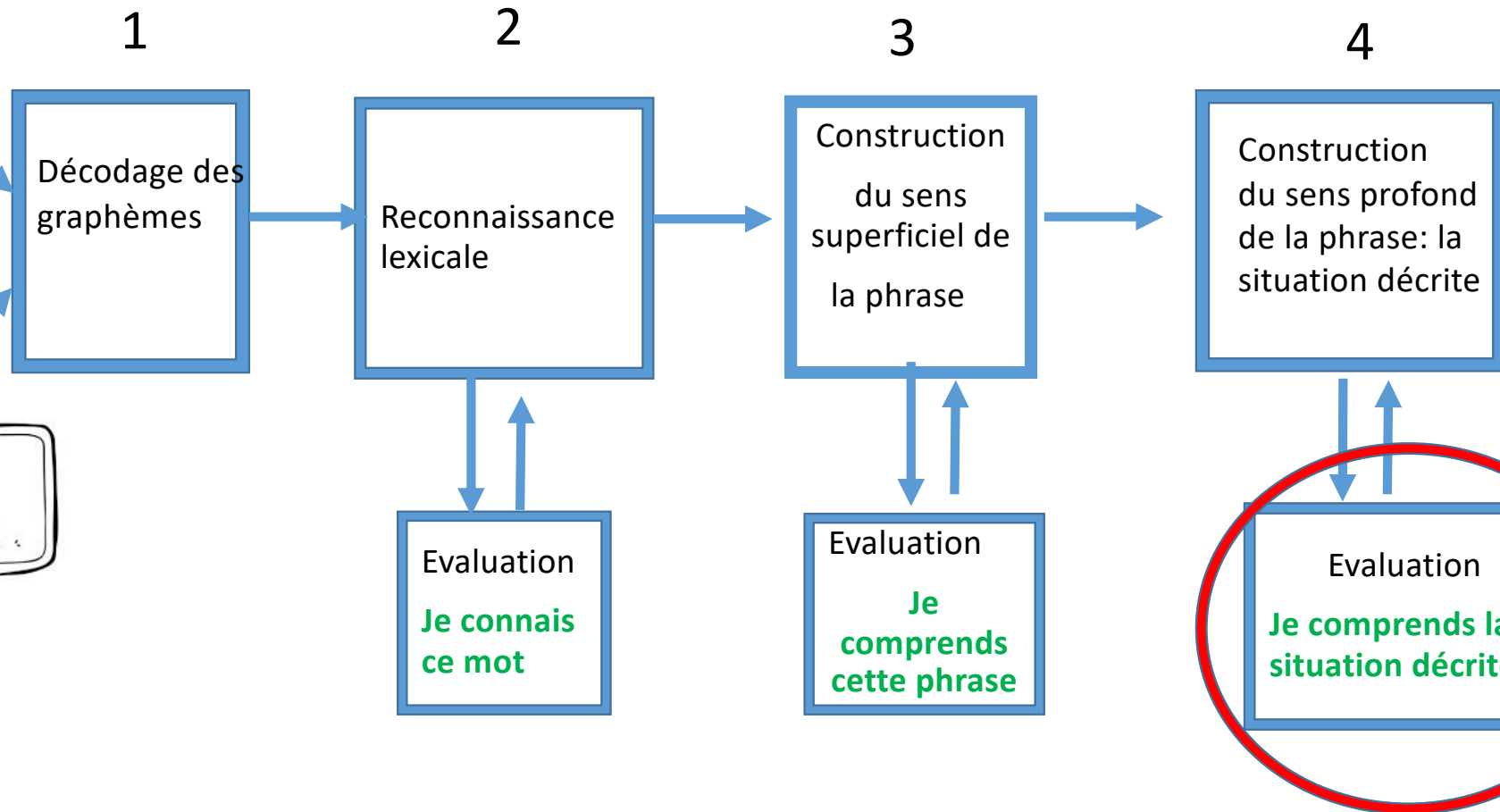
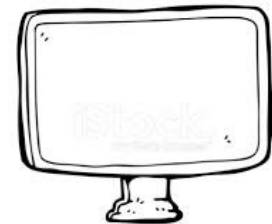
- **Dans le traitement superficiel**, on associe un mot entendu à un concept peu caractérisé : "le prof a parlé aujourd'hui des **tragédies grecques**".
- l'apprenant ne dispose pas encore des distinctions qui lui permettraient de raisonner, d'inférer, d'expliquer.

Qu'est-ce qu'un traitement de concept superficiel/profond ?

Le concept profond fait appel à un ensemble suffisant de notions pour

- pouvoir identifier les propriétés distinctives des tragédies,
- raisonner en combinant la représentation de
 - L'époque d'apparition et de disparition du genre
 - Le lien avec d'autres aspects de la culture grecque
 - Sa fonction religieuse, sociale, culturelle
 - La structure générale de la tragédie, le rôle du chœur, etc.

traitement profond = compréhension conceptuelle



En vertu de l'hypothèse de superficialité,

- Une **évaluation métacognitive inexacte est susceptible d'entraîner une autorégulation inefficace** de l'effort cognitif, ce qui pourrait expliquer les performances inférieures de lecture à l'écran.
- les lecteurs ont tendance à **traiter l'information plus superficiellement** à l'écran que sur papier
 - (Annisette & Lafrenière, 2017 ; Lauterman & Ackerman, 2014 ; Sidi et al., 2017).
- Le traitement superficiel produit **une illusion de compréhension**

L'effet des supports sur les tâches de raisonnement

- Les apprenants tendent tous à être **surconfiants en matière de résolution** de problème par écran.
(Ackerman & Zalmanov, 2012).
- Ils **cessent plus rapidement de raisonner** en pensant avoir trouvé une solution satisfaisante, qui est en fait incorrecte.

Cette hypothèse est validée par l'expérimentation

❖ Test de **compréhension** (répondre à des questions sur la lecture)

- Les apprenants **préfèrent lire les textes à l'écran** mais
- Ils **comprennent mieux** les textes lus sur papier
 - Cf. la méta-analyse de Delgado et al, 2018)

❖ Test de **méta-compréhension** (donner son niveau de confiance dans les réponses apportées):

- les apprenants ont une **confiance plus grande** dans leurs réponses à des questions de compréhension sur écran que sur papier
- Leurs évaluations **sont plus réalistes** (mieux calibrées) sur papier

Golan et al. (2018)

Différences entre les supports numériques ?

Delgado et al.(2018)

- les **ordinateurs** perturbent plus la compréhension que les **téléphones portables**
- les textes numériques **qui nécessitent un défilement** dégradent davantage la compréhension

Les différences entre les supports écran/papier **ne sont pas modulées par :**

- L'**âge** (ou le **niveau d'éducation**),
- la **longueur du texte**,
- **le type** de compréhension évalué
- **La possibilité de relire le texte** pour répondre aux questions

Comment surmonter la difficulté à réguler le travail à l'écran ? (Sidi et al, 2017)

- Souligner **l'importance** de la tâche en vue d'inciter les apprenants à ajuster la quantité d'effort au temps imparti
- Eviter les tâches/tests numériques **en temps limité**
- Utiliser des tâches permettant de neutraliser les difficultés.
 - **Limiter la longueur des textes** numériques support
 - Poser des problèmes **difficiles en termes brefs**.
 - Utiliser **des polices de caractères difficiles** à lire pour accroître la profondeur de traitement numérique (versus faciles pour le traitement papier)
 - Ajouter au travail numérique **des tâches intercalaires ou rétrospectives de compréhension sur papier**. (De Bruin et al, 2011, Proust, 2021)

3. Comment Pix peut-il donner envie d'apprendre?

EVALUER ET APPRENDRE

- Ces deux termes sont indissociables: **apprendre suppose d'évaluer ce qu'on sait et ce qu'on ne sait pas encore.**
- S'auto-évaluer consiste à monitorer ce qu'on sait ou comprend pour sélectionner une cible d'apprentissage (ou cesser d'apprendre)
- Mais dans le cas des apprenants numériques, les liens entre évaluer et apprendre sont problématiques, faute d'une auto-régulation fiable.

EVALUER ET APPRENDRE avec PIX

- L'évaluation est externe et "objective"
- Mais **on ne connaît pas les connaissances acquises**: chacun est évalué sur la base des connaissances **souhaitées**.
- L'un des objectifs de l'évaluation PIX est de **stimuler l'apprentissage**.
 - PIX propose des tutoriels après les résultats des épreuves, ce qui est censé **motiver les participants à apprendre**.

Remarque 1: les rapports des participants en panel ne sont pas fiables

- Recueillir le retour des utilisateurs est important et utile, mais :
- ce témoignage, même de bonne foi, n'est généralement **pas conforme à la réalité de leur comportement futur d'apprentissage**.
"Très souvent, les apprenants sur support numérique ne font pas, ne feront pas, ou n'ont pas fait ce qu'ils disent vouloir faire ou avoir fait"
(Veenman, 2005)
- L'envie de "réussir une prochaine fois" ne conduit pas nécessairement à approfondir significativement l'apprentissage.

L'étayage adaptatif de l'auto-évaluation est souhaitable

- Un déficit de **métacompréhension est responsable du déficit de calibration**: les apprenants numériques ne rapportent pas correctement ce qu'ils ont fait, et n'adoptent pas les bonnes stratégies d'apprentissage même quand elles sont mises à sa disposition ou enseignées (Veenman, 2005)
- Un *soutien adaptatif ciblé* peut les aider à choisir les bonnes stratégies

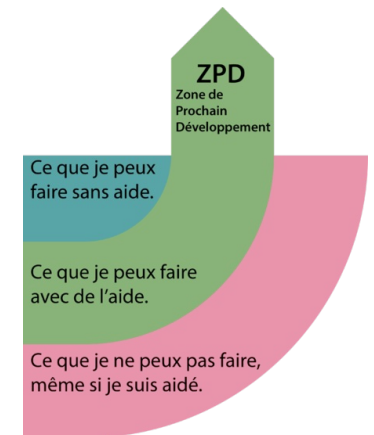
• Azevedo et al. (2009)

Remarque 2: le fonctionnement de la curiosité

- Hypothèse implicite: le questionnement éveille normalement la curiosité, et la curiosité stimule normalement l'apprentissage
- Or ce schéma ne vaut que pour une catégorie d'utilisateurs, les "moyens".
- La curiosité ne s'éveille **qu'à deux conditions** (Poli et al. 2022):
 - Condition 1 : **détecter une lacune** de connaissance
 - Condition 2 : l'information manquante doit être perçue comme **facile à acquérir (= dans la ZPD)**

Il faut distinguer trois groupes de participants (Kang et al., 2009)

- 1. Les participants très entraînés au maniement des outils numériques: (TE)** étant certains d'avoir un bon niveau, ils consulteront très peu les tutoriels.
- 2. Les participants peu ou pas entraînés (PE):** s'ils n'ont pas pu répondre à la majorité des questions, ils éviteront les tutoriels (distance de l'apprentissage effectif perçue comme décourageante).
- 3. Les participants moyennement entraînés (ME) :** s'ils ont répondu à suffisamment de questions, ils percevront leurs améliorations comme possibles, consulteront les tutoriels ou chercheront à s'informer par ailleurs.



Algorithme adaptatif et confiance

- L'algorithme PIX propose des exercices situés dans la ZPD du participant
- Confiance en soi préservée, du fait d'une expérience d'échec réduite.

Mais la diversité cognitive des épreuves (mémoire /raisonnement /planification/ créativité) peut être une source d'angoisse pour les participants **de niveau moyen ou bas** qui, justement, **sont généralement surconfiants au départ.** (**l'effet Dunning-Kruger**, Dunning 2011).

Remarque 3: le feedback de résultat

Le fait de synthétiser les résultats **à la fin d'une série** a plusieurs inconvénients:

- le moment du corrigé est déconnecté du temps de la réflexion.
- l'accent est mis sur la nature essentiellement évaluative des tests.
- Le problème du timing est renforcé par la faible connexion des questions entre elles :
 - le participant ME peut en retirer l'impression que les savoir faire-cibles sont faiblement reliés, ce qui nuit à son **empowerment** – sa perception de l'efficacité de ses actions pour atteindre ses buts. (Jung et al. 2011)

Recommandation: Tester les progrès d'apprentissage par un dispositif expérimental

Pour mesurer les progrès d'apprentissage après passation PIX: Tester sur deux groupes de sujets les **différences de pourcentage de réponses correctes avant/après apprentissage**, par ex.

- Groupe **témoin : dispositif actuel**: + QCM avant engagement dans les questionnaires, et après l'épreuve:
- Groupe **expérimental** dispositif modifié+ QCM avant et après:
 - épreuves sans résultat par compétence ni tutoriel
 - épreuves avec résultats mais sans tutoriels
 - Épreuves suivies d'une auto-évaluation, sans résultat par compétence, mais avec tutoriels

Comment distinguer les utilisateurs selon leur ZPD?

- Proposer le tutoriel juste après l'épreuve échouée permet de recueillir des "traces" utilisateur importantes:
- Si l'utilisateur le consulte et l'assimile, il peut apprendre.
- S'il le consulte mais ne l'assimile pas, il n'est pas dans la zone d'apprentissage proximal.
- D'où le dispositif suivant

Pour favoriser l'apprentissage ciblé par algorithme adaptatif

Question 1

- **Si bonne réponse, passer à question 2**
- **Si réponse erronée,**
 - **proposer un ou plusieurs tutoriels,**
 - Puis poser **une autre question** dans le même registre, **1 bis**, permettant d'appliquer le tutoriel à une situation/un problème nouveaux.
 - **Si la réponse reste erronée, ou si le participant n'ouvre pas le tutoriel, adapter les questions** ultérieures de la série.

Quelles traces recueillir à fin d'adaptation ?

Metatutor (Azevedo 2020)

- Les performances
- Les émotions activantes (angoisse, frustration, honte) ou déactivantes (ennui, tristesse, découragement) **recueillies à 6 moments de l'exercice (avant, pendant, après)**
- **Les traces comportementales (temps passé à utiliser stratégiquement une ressource/un exercice proposé) comme l'inférence, le résumé, la prise de note, la planification – stratégies proposées ou choisies par l'apprenant dans un menu.**

Evaluations subjectives des utilisateurs par échelle de Likert ciblant :

- la difficulté,
- la confiance de pouvoir réussir,
- la compréhension de l'erreur commise
- l'importance de cet apprentissage



Influence des émotions dans Metatutor

- Ennui, tristesse, découragement **stables** corrént avec une moindre performance d'apprentissage
- Ennui, tristesse, découragement **en accroissement** au fil du temps corrént avec moins de temps passé à des activités stratégiques.
- La frustration prédit le **progrès des performances**

Des outils métacognitifs interactifs ?

- Un **support adaptatif d'autorégulation** permet aux apprenants de recevoir du feedback en ligne et de mieux planifier leur parcours d'apprentissage scientifique **en fonction de leurs besoins et de leurs sentiments subjectifs**
- Fournir aux apprenants **des exercices "embarqués" de métacompréhension**, pour leur permettre de
 - Vérifier leur compréhension du but de la tâche (**monitorage** de but)
 - juger s'ils comprennent un contenu cible. (**monitorage** de processus)
 - Sélectionner des ressources facilitant la compréhension, comme acquérir de nouvelles connaissances d'arrière-plan (**contrôle** de processus)
 - Se créer des sous-buts (**contrôle** de processus)
 - Vérifier le succès ou détecter leur échec à atteindre un but ou un sous-but (**monitorage** rétrospectif, **contrôle** planificateur)

Merci de votre attention !

Retrouvez cette présentation sur
<https://joelleproust.org/présentations>

Pour approfondir: chapitre 6 de →
"Comprendre ce qu'on fait à l'école et
pourquoi on le fait"

JOELLE PROUST

PENSER
VITE
OU
PENSER
BIEN ?

