

## L'ambition de la formation low-tech

Cette année a vu le jour l'option projet low-tech. Son but est de former des ingénieurs capables de faire face aux enjeux environnementaux et sociétaux auxquels fait face notre système socio-technique actuel, grâce aux low-tech (questionnant l'utilité, soutenable et accessible).

Cette formation est ambitieuse, à la pédagogie par projet s'ajoute le choix d'une méthode d'évaluation par compétence. Pour cela, l'option doit faire preuve d'un cadre et d'une rigueur qui, bien que respectant la simplicité low-tech, lui permette d'assumer une légitimité dans les enseignements du supérieur, et de ne pas être perçu comme un atelier/formation. Il faut que le cursus arrive à convaincre (d'abord ses étudiants, puis son école, puis le grand public) qu'elle forme ces étudiants avec la pluralité, la qualité et le recul technique demandé des formations d'ingénieurs centralien. Et même, qu'elle forme bien des ingénieurs qui appréhendent la complexité du système socio-technique, et les responsabilités liés aux métiers techniques avec un prisme de lecture conscientisé par la philosophie low-tech.

## Pourquoi l'évaluation par compétence ?

- Ce choix se comprend par l'articulation spéciale de la formation qui **rend aisément praticable** la notation par compétence.
- Ce système est **beaucoup plus valorisant pour l'étudiant**, qui prend alors conscience de ses acquis et des ressources qu'il possède. L'étudiant se situe dans son apprentissage.
- Ce système favorise l'apprentissage en situation, le *Learning by doing*, ce côté pratique est nécessaire pour la low-tech.
- Le **groupe Centrale montre sa volonté de réformer son système d'évaluation** en s'orientant vers une évaluation par compétence. Cependant sa mise en place est longue et nécessite une forte formation du corps enseignant et sensibilisation du corps étudiant.

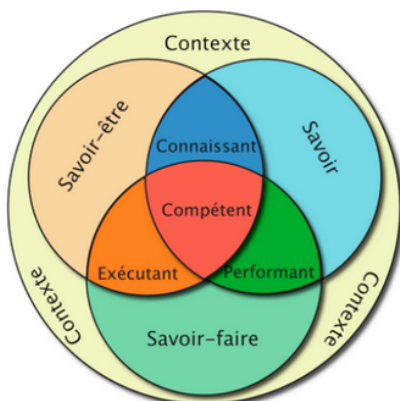


Figure 1 : Approche Par Compétence  
[GHAZEL2012]

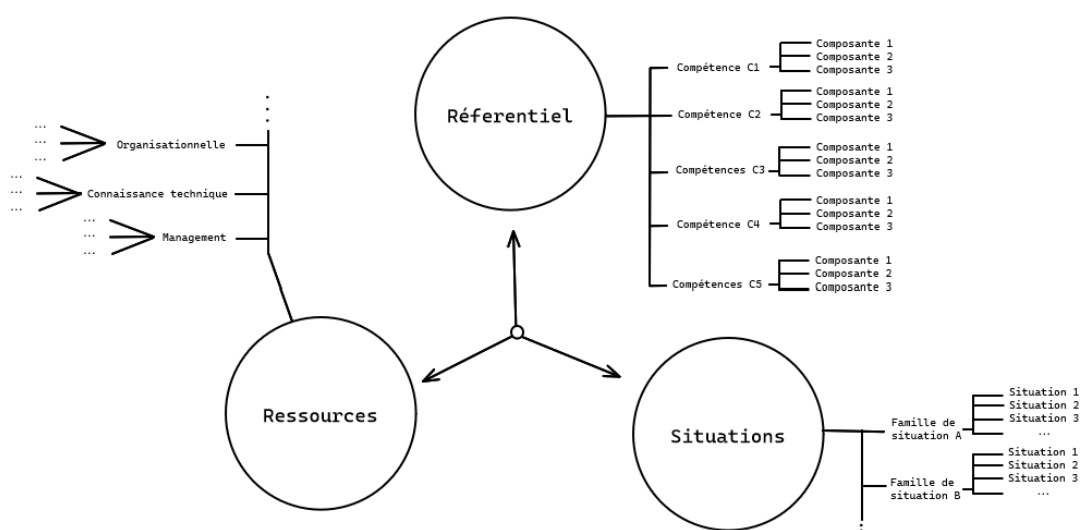
Selon Tardif, une compétence est un savoir-agir complexe, prenant appui sur la mobilisation et la combinaison de ressources internes et externes dans une situation donnée.

On retient que pour se faire évaluer, nous avons besoin d'un référentiel de compétence, nous avons besoin d'être confrontés à des situations adaptées pour rencontrer la diversité de chacune des compétences, et d'identifier les ressources que nous mobilisons et combinons.

## Comment évaluer par compétence ?

Nous nous sommes acculturés à la notion de compétence et d'évaluation par compétence en s'appropriant un corpus de travaux <sup>1</sup>.

Bien que le groupe Centrale ait entamé un important travail sur l'évaluation par compétence, **celui-ci n'est pas terminé**. Selon F.Georges et M.Poumay, il faut encore finaliser le référentiel avec des familles de situations, celles-ci permettront d'appréhender et de rencontrer la complexité des composantes. Pour les élèves, il est aussi important d'identifier les ressources et les situations dans lesquelles ils évoluent.



*Schéma des 3 piliers nécessaires pour évaluer par compétences*

Accompagné par notre référent de formation, pour mettre en place ce système d'évaluation, nous avons eu une **triple démarche de travail**:

- **Questionner les référentiels centralien et low-tech** (voir corpus note 7) afin d'étudier la compatibilité des low-tech avec les compétences d'une école ingénieur du supérieur.
- D'un point de vue enseignant:
  - Nous avons **établi les familles de situations** afin d'orienter le contenu pédagogique vers une plus grande richesse d'apprentissage.
  - Nous avons **adopté un jeu de critères et une méthodologie d'évaluation**.

<sup>1</sup> *Approche Par Compétences - Principes, méthodes et illustrations* -, Prof. Marianne Poumay, LabSET – Université de Liège  
*Guide d'accompagnement à la rédaction du référentiel de compétences du B.U.T. en contexte d'APC1,2*  
*Approche Par Compétence - Grille de lecture*, Gwénaëlle Le Mauffe, Jean-Yves Martin  
*Low-tech + Sustainability, Deliverable report*, S. Osonunga, B. Delinchant, L. Jossic, Y. Bultel

- Nous avons **produit un guide** relatant de ce travail, dans l'optique de faciliter l'évaluation l'année prochaine en sensibilisant dès la rentrée la prochaine promotion.
- D'un point de vue élève, nous avons **été évalué sur une compétence** dans le cadre établi ci dessus en testant plusieurs formats:
  - L'entretien au semestre 1.
  - Le portfolio/ rapport écrit au semestre 2.

## **Questionner les référentiels centralien et low-tech**

Il est important de développer le point qui suit. Le cursus low-tech ne cherche pas simplement à former un ingénieur centralien, mais il cherche à former un ingénieur centralien "*low-tech*", il se démarque non pas uniquement par différentes compétences techniques, mais aussi par son approche à l'ingénierie et à la société. Cela met en évidence le besoin d'aborder le référentiel centralien avec cette approche "low-tech".

Il ne s'agit pas de définir un référentiel pour le cursus low-tech. Ce travail a déjà été réalisé par une commission internationale *low-tech + sustainability* (Note 1). Elle a créé, de la même manière que le groupe Centrale, des compétences que doit posséder un ingénieur des low-tech. Nous nous sommes aussi inspirés de la grille de compétence réalisée par *EcoCloud*<sup>2</sup>.

Notre travail a d'abord été de *simplifier le référentiel low-tech*<sup>3</sup>. Celui-ci reprend le travail du projet *Low-tech + sustainability* et en propose une reformulation en se basant sur la définition de Tardif et sur l'approche du *Guide d'accompagnement à la rédaction du référentiel de compétences du B.U.T. en contexte d'APC*.

### **Dans quel but ?**

- Faciliter la lecture et l'appropriation des compétences.
- Mettre en avant les 4 axes majeurs de développement d'un ingénieur low-tech:
  - Le recul systémique
  - La conception de technologie low-tech
  - Son rayonnement collectif
  - L'éthique de l'ingénieur

Nous sommes partis des 11 propositions de low-tech + sustainability, de notre vision des low-tech et de notre expérience de leur enseignement pour proposer un regroupement de ces 11 composantes en 4 compétences. Nous avons transformé la composante "Centrage sur les personnes et changement de comportement" en "En partageant et modifiant les comportements". Nous jugeons que le centrage sur les personnes s'exprime au travers du design thinking et que les notions de partage et d'empouvoirement des low-tech n'étaient pas assez présentes.

---

<sup>2</sup> EcoCloud - Plateforme de mise en commun de ressources pour une **industrie de demain responsable et citoyenne**.

<b>Vision systémique et prospective:</b> A l'aide d'une approche historique et d'une bonne compréhension des enjeux de notre époque, adopter une vision holistique du système Terre. Avoir une approche prospective	<b>Pensée Systémique</b>	Être capable de travailler dans son domaine en tant que partie d'un système complexe étroitement lié à d'autres domaines tels que la société, l'économie et l'environnement ;
	<b>Pensée à long terme / anticipatrice</b>	être capable de créer et d'évaluer les scénarios futurs de leur domaine dans l'optique des "basses technologies" (durabilité, besoins sobres et accessibilité) en tenant compte des incertitudes et des actions proposées
	<b>Pensée stratégique</b>	être capable de reconnaître les racines historiques et les obstacles au changement de la non-durabilité et des défis sociétaux ; et être capable de planifier de manière créative des expériences innovantes pour tester des stratégies dans votre domaine afin de résoudre ces problèmes
<b>Conception durable :</b> Mobiliser les techniques de l'ingénieur en vue de répondre aux objectifs sociaux et environnementaux	<b>Connaissances thématiques</b>	Avoir une bonne formation dans les matières fondamentales qui sont pertinentes pour le problème, comme l'économie, la mécanique de base, l'électronique, etc.
	<b>Résolution de problèmes pluridisciplinaires</b>	être capable de résoudre de manière créative des problèmes dans votre domaine, en utilisant non seulement les informations de votre domaine, mais aussi celles d'autres domaines, et même de nouvelles façons de penser et de connaître.
	<b>Mise en œuvre (conception, action et évaluation)</b>	Être capable d'utiliser le design thinking dans une approche itérative et incrémentale pour créer des solutions percutantes et développer des moyens tangibles pour évaluer l'impact des solutions ou des systèmes dans divers domaines (économique, social, environnemental)
<b>Actions collectives:</b> Accompagner les changements de comportements. Mobiliser des acteurs et mettre en œuvre collectivement des projets ancrés dans un territoire, avec une démarche responsable.	<b>Gestion des biens communs et de solution d'échelles</b>	Être capable d'organiser, de mobiliser et de mettre à l'échelle des ressources pour des innovations de basse technologie " de manière accessible et économiquement viable, qui soient bien adaptées au contexte local".
	<b>En pilotant un projet, une équipe</b>	être capable d'appliquer vos compétences de manière à engager et à motiver d'autres personnes très différentes ; et être capable de travailler avec d'autres personnes qui ont des modes de connaissance et de communication différents.
	<b>En partageant et modifiant les comportements</b>	Être capable d'influencer les usages et les comportements avec son travail. Être capable de diffuser, rayonner son savoir, ses travaux afin de permettre l'empouvoirement et de responsabiliser l'utilisateur
<b>Ethique de l'ingénieur :</b> Réfléchir au rôle de l'ingénieur, son rapport à la technique, être conscient de ses choix et de ses responsabilités.	<b>Compétence intra-personnelle/auto efficacité</b>	Prendre conscience de ses propres émotions, désirs, pensées, comportements et personnalité, ainsi que de se réguler, se motiver et s'améliorer en permanence.  S'améliorer en s'appuyant sur les compétences liées à l'intelligence émotionnelle et à l'apprentissage social et émotionnel .
	<b>Pensée éthique et de valeurs</b>	Être capable de comprendre les valeurs qui motivent les actions de divers individus ; et être capable de négocier ces valeurs et ces objectifs dans un contexte de conflits d'intérêts, de connaissances incertaines et d'éthique.

Tableau : Les 4 compétences du référentiels low-tech établit

Cela nous a servi pour comparer les référentiels low-tech et centralien. Cette comparaison s'intéresse aux valeurs que transcrivent ces deux référentiels, ainsi qu'aux familles de situations qui seront retenues.

		Vision systémique et prospective: A l'aide d'une approche historique et d'une bonne compréhension des enjeux de notre époque, adopter une vision holistique du système Terre. Avoir une approche prospective			Conception durable: Mobiliser les techniques de l'ingénieur en vue de répondre aux objectifs sociaux et environnementaux			Actions collectives: Accompagner les changements de comportements. Mobiliser des acteurs et mettre en oeuvre collectivement des projets ancrés dans un territoire, avec une démarche responsable.			Ethique de l'ingénieur: Réfléchir au rôle de l'ingénieur, son rapport à la technique, être conscient de ses choix et de ses responsabilités.	
		Pensée Systémique	Pensée à long terme / anticipatrice	Pensée stratégique	Connaissances thématiques	Résolution de pb. pluri-disciplinaires	Mise en oeuvre (conception, action et évaluation)	Gestion des biens communs et de solution d'échelles	En pilotant un projet, une équipe	En partageant et modifiant les comportements	Compétences intra-personnelle /auto efficacité	Pensée éthique et de valeurs
C1	en faisant émerger en osant	X					X					
	en concrétisant et créant de la valeur		X	X			X					
C2	en représentant et modélisant				X		X			X		
	en résolvant et arbitrant en pensant et agissant en environnement imprédictible et incertain	X				X						
C3	en concevant un projet, un programme en pilotant, en conduisant un projet, un programme						X	X		X		
	en clôturant et capitalisant	X	X				X			X		
C4	en se connaissant, en se construisant en générant de la performance individuelle et collective en conduisant les transformations dans son organisation	X							X		X	X
	en anticipant et en s'engageant en donnant du sens en construisant et pérennisant		X									X

Tableau x: Comparatif des référentiels centraliens et low-tech

Quelques analyse de ce tableau:

#### Constats:

- On observe un **recoupement des composantes** (les croix X cases vertes foncées). Le référentiel low-tech exprime la diversité des composantes du référentiel centralien et vice-versa.
- On observe que **chacune des compétences est globalement exprimée par une compétence de l'autre référentiel.**

#### Analyses:

- Les compétences des deux référentiels sont similaires, le passage d'un référentiel à un autre n'est alors qu'un **changement de paradigme.**
- La low-tech est bien une démarche, une philosophie qui forme des ingénieurs. Son **enseignement est légitime** dans les écoles d'ingénieurs.
- Il semble possible **d'utiliser le référentiel low-tech pour orienter le contenu pédagogique** de la formation low-tech, afin d'appréhender la complexité des ses valeurs et de ses compétences. Mais de **garder une évaluation orientée uniquement sur les composantes centraliennes**, puisque c'est le référentiel global sur lequel nous devons nous faire évaluer afin de nous délivrer notre diplôme. La complexité des familles de situations ainsi créées fourniront bien autant de situations pour appréhender la complexité des compétences du référentiel de centrale.

## Point de vue enseignant

Les objectifs de cette prise de point de vue par notre équipe d'étudiante sont :

- Prendre du recul sur les **notions d'évaluations**
- Prendre du recul sur notre formation d'ingénieur low-tech (c'est sa première année) afin d'avoir un **retour critique plus riche**.
- Établir, avec notre référent Jean-Marc Benguigui, une **méthode d'évaluation adaptée à notre formation**.

Tout d'abord, nous avons **établi les familles de situations**, afin d'exprimer la complexité des composantes, et s'assurer que le contenu pédagogique et les ressources internes et externes pour 2023/2024 rencontrent toutes les familles.

Voici le plan que nous avons suivi pour établir les familles:

1. *Pour chaque composante, lister les situations que nous avons rencontrées.*
2. *Croiser ces situations entre les composantes pour enlever les doublons.*
3. *Regrouper ces situations en 2 à 4 familles de situations par compétence.*
4. *Lister quelques ressources pédagogiques et valeurs/concepts par familles.*
5. *Regarder ce qui manque dans le contenu pédagogique.*

Ce travail est bien sûr non exhaustif et personnel, mais il permet néanmoins de corriger certains cours et d'exprimer des besoins en infrastructures, en cours, en ressources.

Ensuite, nous avons **adopté un jeu de critères et une méthodologie d'évaluation**. Cela signifie, déterminer des critères pour évaluer le discours ou les preuves de ses élèves pour affirmer leur montée en compétence. Et nous rappelons la logique pour monter en niveau dans une compétence.

2. L'évaluation																	
<b>Critères d'évaluation</b>	<b>Critère de validation d'un niveau de compétence</b>																
<table border="1"><tr><td>Validité</td><td><i>Adapté au niveau annoncé</i></td></tr><tr><td>Authenticité</td><td><i>Fiabilité, preuve incontestablement personnelle...</i></td></tr><tr><td>Profondeur</td><td><i>Niveau d'aboutissement de la preuve, par rapport aux indicateurs de niveaux.</i></td></tr><tr><td>Etendue</td><td><i>Diversité, complexité de la situation professionnelle.</i></td></tr><tr><td>Argumentation</td><td><i>Maturité, honnêteté de l'argumentation.</i></td></tr></table>	Validité	<i>Adapté au niveau annoncé</i>	Authenticité	<i>Fiabilité, preuve incontestablement personnelle...</i>	Profondeur	<i>Niveau d'aboutissement de la preuve, par rapport aux indicateurs de niveaux.</i>	Etendue	<i>Diversité, complexité de la situation professionnelle.</i>	Argumentation	<i>Maturité, honnêteté de l'argumentation.</i>	<table border="1"><tr><td>Évaluation favorable</td><td><i>L'étudiant montre bien une maturité et un recul suffisant sur ce qu'il a appris. Sa justification est jugée acceptable.</i></td></tr><tr><td>Chacune des familles de situations rencontrées.</td><td><i>Cela justifie que l'on a bien appréhender la complexité de la compétence.</i></td></tr><tr><td>Montée en niveau dans chacune des composantes.</td><td><i>Chacune des composantes doit être justifiée à un niveau A pour prétendre un niveau A dans la compétence.</i></td></tr></table>	Évaluation favorable	<i>L'étudiant montre bien une maturité et un recul suffisant sur ce qu'il a appris. Sa justification est jugée acceptable.</i>	Chacune des familles de situations rencontrées.	<i>Cela justifie que l'on a bien appréhender la complexité de la compétence.</i>	Montée en niveau dans chacune des composantes.	<i>Chacune des composantes doit être justifiée à un niveau A pour prétendre un niveau A dans la compétence.</i>
Validité	<i>Adapté au niveau annoncé</i>																
Authenticité	<i>Fiabilité, preuve incontestablement personnelle...</i>																
Profondeur	<i>Niveau d'aboutissement de la preuve, par rapport aux indicateurs de niveaux.</i>																
Etendue	<i>Diversité, complexité de la situation professionnelle.</i>																
Argumentation	<i>Maturité, honnêteté de l'argumentation.</i>																
Évaluation favorable	<i>L'étudiant montre bien une maturité et un recul suffisant sur ce qu'il a appris. Sa justification est jugée acceptable.</i>																
Chacune des familles de situations rencontrées.	<i>Cela justifie que l'on a bien appréhender la complexité de la compétence.</i>																
Montée en niveau dans chacune des composantes.	<i>Chacune des composantes doit être justifiée à un niveau A pour prétendre un niveau A dans la compétence.</i>																

Figure x: Extrait du guide sur l'évaluation par compétence de la formation low-tech

Enfin, nous avons **produit un guide** relatant de ce travail, dans l'optique de faciliter l'évaluation l'année prochaine en sensibilisant dès la rentrée la prochaine promotion. Vous le trouverez en annexe.

## Point de vue élève

Ce travail d'évaluation par compétence est arrivé en fin de premier semestre. Alors comment s'est déroulée notre évaluation avant et après ?

- Nous avons été évalué sur notre **capacité à restituer nos acquis** et notre travail à des personnes extérieures ou intérieures au projet, lors des forums, fête de la science.
- Nous avons été évalué sur notre **capacité d'autonomie et de gestion du projet WELOW**, par le client Explore ainsi que par Jean-Marc Benguigui, lors de nos réunions hebdomadaires, ainsi que les quelques entretiens d'avancement de projet.
- Nous avons été évalué sur la **qualité de nos livrables**, en particulier visuels.
- Nous avons été évalués lors de notre **conférence pendant le forum low-tech**.

Ce sont des preuves qui peuvent être maintenant regardées au travers du prisme d'évaluation que nous avons établi. C'est pourquoi nous avons pu être évalués et justifier d'une montée en compétence lors de deux occasions.

La première occasion fut un entretien oral pour justifier de la montée en niveau d'une compétence. Nous nous sommes réparti le travail, ayant chacun travaillé sur les familles de situations d'une compétence, nous avons construit notre discours de justification pour chacune des composantes de cette compétence. Cet entretien dura entre 30 min et 1h, où furent présents Gwénaëlle Le Mauffe et Jean-Yves Martin, les référents de l'évaluation par compétence à Centrale Nantes, que nous remercions pour leur présence.

La seconde occasion est la rédaction d'une justification écrite. Cela permet d'essayer un nouveau support, mais surtout d'ancrer sur papier la méthodologie et de fournir des exemples concrets pour l'année prochaine.

## Conclusion

Nous voyons l'évaluation par compétence comme un moyen adapté de redonner de la valeur aux systèmes d'évaluations actuels. L'évaluation par compétence permet de **dépasser la notion de note**, qui est trop souvent perçue par les étudiants comme la finalité d'un apprentissage. Dépasser cette vision permet de prendre conscience des enjeux de sa formation et des compétences que l'on développe. **D'être acteur conscient** de leur développement. C'est valorisant.

Cependant sa mise en place demande un travail colossal triple:

- **L'élaboration d'un référentiel de compétence** complet.

- **L'appropriation du sujet par le corps enseignant** afin de réfléchir aux familles de situations, structurer les contenus pédagogiques, les accès aux ressources, aux modules de formations, afin d'assurer que les étudiants pourront bien accéder à des situations d'apprentissages balayant la totalité de la complexité des compétences que l'on vise à développer.
- **Créer des moyens<sup>4</sup> et des structures pour sensibiliser les étudiants**, leur permettre de s'approprier la méthode d'évaluation sans trop de degrés de complexités, et peut-être leur donner un rôle dans la mise en place de ce système d'évaluation.

Enfin, nous souhaitons souligner que cet étude par compétence met en lumière l'intérêt d'enseigner les low-tech dans des écoles du supérieur, puisqu'elles appréhendent la complexité des compétences d'un ingénieur avec un paradigme de soutenabilité et de conscience des enjeux écono-socio-technique bien nécessaire pour faire faces aux crises actuelles.

---

<sup>4</sup> Beaucoup de moyens existent, notamment la notion de Portefolio, de Portefolio web.