



**ACADÉMIE
DE RENNES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Maintenance des véhicules, maintenance des matériels,
maintenance nautique

Enseigner le diagnostic en baccalauréat professionnel

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance....

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

I) Introduction

Identifier la source du problème : la clé d'un diagnostic efficace

Le diagnostic est une étape essentielle de l'activité de maintenance. Il s'agit de "trouver la panne" en employant une approche performante, fiable et économique.

La forme du diagnostic peut différer d'une part, en fonction de la structure de l'entreprise concernée, concession, agent, MRA, etc. d'autre part, selon le type de panne ou du système concerné ; on peut cependant distinguer le diagnostic intégralement pris en compte par le technicien, le diagnostic à distance, le diagnostic guidé par la démarche du constructeur, ou encore l'émergence du diagnostic basé sur l'intelligence artificielle (IA).

Indépendamment de la méthode employée, il est crucial que le technicien adopte une démarche structurée qui peut être globale ou partielle, en fonction de l'existence d'une procédure ou d'un « guidage » préétabli.

Dans tous les cas, l'opérateur en charge du diagnostic doit comprendre parfaitement la logique dans laquelle il s'inscrit.

Une démarche structurée, clé de la réussite de la formation du technicien

Former un « futur technicien » qui devienne progressivement autonome dans le domaine du diagnostic, nécessite de veiller à ce que l'objectif "trouver la panne" ne devienne pas une obsession pour les élèves, au détriment des opportunités d'apprentissage.

Si la recherche de l'efficacité à tout prix prend le pas sur le processus d'apprentissage, les élèves risquent de se concentrer uniquement sur la recherche de la solution la plus rapide, sans prendre le temps d'analyser en profondeur le problème, de ne pas exploiter toutes les pistes et les possibilités d'apprentissage offertes par la situation, de développer une approche superficielle de la résolution de problèmes, privilégiant les solutions rapides aux solutions réfléchies.

"Trouver la panne" ne doit pas être considéré comme un objectif final en soi. Il s'agit plutôt d'un outil pédagogique précieux pour confronter les élèves à des défis concrets, stimuler leur réflexion critique et les amener à développer des compétences essentielles.

À cette première difficulté, s'ajoute le fait qu'enseigner le diagnostic est complexe pour plusieurs raisons :

- **La nature complexe des systèmes techniques**
Les systèmes techniques actuels sont de plus en plus complexes, composés de nombreux composants interconnectés qui fonctionnent ensemble de manière interdépendante. Cela rend le diagnostic difficile car les symptômes d'un problème peuvent provenir de plusieurs sources différentes.
- **La diversité des défaillances possibles**
Il existe une multitude de défaillances possibles qui peuvent survenir dans un système technique, chacune avec ses propres symptômes et causes. Cela signifie que les techniciens de maintenance doivent avoir une large connaissance des différents types de défaillances et de leurs causes possibles.
- **Le manque d'informations concernant la panne et son apparition.**
Dans de nombreux cas, les techniciens de maintenance ne disposent pas de toutes les informations nécessaires pour diagnostiquer un problème. Ils peuvent avoir un accès limité aux informations sur la conception du système, son historique de maintenance ou les données de fonctionnement.
- **Le besoin de compétences en résolution de problèmes**
Le diagnostic ne se limite pas à identifier la cause d'un problème. Il nécessite également des compétences en résolution de problèmes pour trouver la meilleure solution pour réparer le problème et empêcher qu'il ne se reproduise.

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

- **Il est nécessaire de connaître le fonctionnement du système avant de pouvoir poser un diagnostic.**

Sans une compréhension approfondie du fonctionnement du système, il est difficile de déterminer la meilleure solution.

- **L'enseignement du diagnostic nécessite des techniques comme la collaboration entre élèves et le feedback**

L'enseignement du diagnostic est un processus complexe qui nécessite l'utilisation de diverses techniques pédagogiques. Parmi les techniques les plus efficaces, on trouve la collaboration entre élèves et le feedback.

Dans le contexte de la formation initiale, deux obstacles peuvent entraver l'efficacité des approches pédagogiques. Les élèves découvrent souvent le système mis en cause ou ne le connaissent pas encore suffisamment, ce qui limite leurs possibilités à imaginer la cause de dysfonctionnement.

De plus, le raisonnement nécessaire à l'activité de diagnostic n'est pas encore acquis en début de formation, cela demande du temps et un apprentissage spécifique. Il s'agit d'une activité intellectuelle complexe qui va à l'encontre du raisonnement intuitif.

L'habitude de penser "causes puis conséquences" est profondément ancrée dans notre manière de penser ; dans le cadre du diagnostic, il est crucial de renverser cette logique et d'adopter une approche "conséquences vers causes".

L'élève doit être en capacité de penser un système en fonctionnement avant de construire intellectuellement les différents chemins qui ont amené à cet état. (Constater la panne, établir le processus pour pouvoir identifier la cause première).

Avant de s'intéresser aux dysfonctionnements, il faut d'abord s'intéresser aux fonctionnements.

Ces obstacles aux apprentissages rendent souvent les activités de diagnostic inaccessibles aux élèves débutants, les confrontant à un exercice d'équilibre délicat entre l'appropriation des systèmes et le développement du raisonnement pour mener à bien un diagnostic.

Pour remédier à ces difficultés, il est nécessaire de mettre en place des stratégies pédagogiques qui permettent aux élèves de progresser simultanément sur ces deux fronts :

- **Approche progressive des systèmes** : Introduire les systèmes de manière progressive, en commençant par des supports simples et en augmentant graduellement la complexité de la défaillance et le niveau de difficulté pour comprendre le système.
- **Développement du raisonnement** : La collaboration entre élèves est l'occasion de confronter les idées des uns et des autres. C'est une approche pédagogique précieuse qui permet aux élèves de développer leur raisonnement critique et de structurer leur pensée.
- **Développement de la pensée critique** : Encourager les élèves à analyser des informations de manière critique, à évaluer la fiabilité des sources et à remettre en question leurs hypothèses. Cela leur permet de formuler des conclusions solides et de prendre des décisions éclairées en matière de diagnostic.
- **Activités encadrées et guidées** : Proposer des vraies activités diagnostiques avec un étayage laissant la place à la prise de décision (responsabilisation) et des moments de feedback réguliers. Ces activités doivent être complètes, une démarche ne se découpe pas.

Ces quatre points vont constituer le développement de notre réflexion.

II) **L'activité de diagnostic : construire un raisonnement rigoureux par lequel on soumet des hypothèses à l'épreuve des faits**

Revenons sur ce qu'est réellement une activité de diagnostic. C'est une méthode structurée et rigoureuse qui permet d'identifier la cause d'un problème de manière systématique et objective. Elle s'inspire donc des principes de la méthode scientifique et doit permettre de construire un raisonnement rigoureux par lequel on soumet des hypothèses à l'épreuve des faits. La démarche scientifique de diagnostic se compose généralement des étapes suivantes :

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

1. **Définition du problème** : La première étape consiste à définir clairement le problème en recueillant des informations auprès des utilisateurs, en analysant les données disponibles et en observant le système ou le véhicule.
2. **Formulation d'hypothèses** : Une fois le problème défini, il est nécessaire de formuler des hypothèses sur les causes possibles du problème. Ces hypothèses doivent être basées sur les informations recueillies et sur les connaissances du diagnosticien.
3. **Recueil de données** : Pour tester les hypothèses formulées, il est nécessaire de recueillir des données supplémentaires. Ces données peuvent être recueillies par le biais d'observations, de mesures, d'expériences ou de simulations.
4. **Analyse des données** : Les données recueillies doivent ensuite être analysées pour déterminer si elles confirment ou infirment les hypothèses formulées.
5. **Validation du diagnostic** : Une fois l'hypothèse la plus probable identifiée, il est nécessaire de valider le diagnostic en effectuant des tests supplémentaires ou en observant le comportement du système ou de l'équipement après la mise en œuvre d'une solution correctrice.
6. **Communication des résultats** : cette étape permet d'expliquer clairement le problème, les causes identifiées et les solutions mises en œuvre.

Pour mettre en œuvre une démarche de diagnostic, il est nécessaire de s'appuyer sur un certain nombre de compétences. Généralement, on les retrouve autour du **constat du dysfonctionnement**, de la **hiérarchisation** et de la **validation** des hypothèses, ou encore autour de l'**identification** des solutions correctives.

Revenons rapidement sur ce qui caractérise une compétence.

III) Les compétences dans le domaine du diagnostic

En premier lieu, c'est dans l'action (savoir-agir) qu'une compétence se définit, elle renvoie alors à la maîtrise globale de la situation, donc à l'orchestration d'un nombre plus ou moins important de ressources cognitives acquises au préalable, au gré de formations ou d'expériences antérieures. (Perrenoud)

Par définition, la compétence est une capacité à s'adapter à des situations nouvelles.

Elle suppose que l'élève soit capable de réutiliser des processus en les adaptant délibérément au nouveau contexte et donc qu'il sache faire la différence entre l'essentiel (les composantes de la compétence) et le contextuel (les savoirs propres à la technologie utilisée, les mesures, la lecture de schémas, pour ne citer que ces exemples).

La compétence réside dans le transfert et non dans la reproduction. Définie par rapport à un contexte, la compétence n'existe qu'en situation et par sa transférabilité ; plus une personne a réussi à trouver de l'invariance à un haut niveau d'abstraction entre les situations, plus sa capacité d'adaptation aux variations des situations va s'accroître. Un **invariant d'une compétence** désigne donc un élément central et stable qui demeure constant dans l'exercice d'une compétence, même lorsque les conditions externes varient.

Autrement dit, il s'agit d'un **noyau dur** de la compétence qui reste inchangé, quelle que soit la situation particulière dans laquelle la compétence est appliquée. Les invariants représentent les **principes fondamentaux** qui sous-tendent la compétence.

En résumé, pour travailler les compétences nécessaires au diagnostic, il faut mettre en place un apprentissage permettant de développer ce « noyau dur ». Se pose alors la question de la stratégie pédagogique à mettre en place afin de permettre à l'élève de passer d'un enchaînement de situations vécues lors des TP ou à l'occasion de PFMP, à la construction progressive de ces invariants.

Autrement dit, il ne suffit donc pas de proposer une succession d'activités de type « trouver la panne » pour permettre à l'élève de développer les compétences dans ce domaine, il faut aussi lui proposer des activités les plus pertinentes pour lui permettre d'identifier et réinvestir ces « noyaux durs » des compétences.

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

Pour aider chaque élève à devenir autonome dans le domaine du diagnostic, les séquences d'enseignement doivent permettre de consolider ce qui va devenir progressivement des invariants des compétences ; par exemples :

L'aptitude à l'identifier les données pertinentes concernant la recherche de panne

- Rechercher, extraire et organiser l'information pour s'approprier le système, en lien avec la collecte d'informations sur l'état du système ;
- Identifier les modes de fonctionnements et modes dégradés afin de constater le dysfonctionnement ;
- Identifier les effets sur les autres systèmes.

La capacité de structuration logique du raisonnement

- Mettre en œuvre une réflexion, un discernement pour optimiser la recherche de panne et la formulation des hypothèses ;
- Proposer une méthodologie de résolution pertinente ;
- Concevoir ou mettre en œuvre les étapes de collecte de données sur le système, de protocole de mesures en respectant les règles de sécurité ;
- Exploiter et interpréter les résultats, les relevés obtenus ou les observations ;
- Mettre en œuvre une réflexion, un discernement pour valider une hypothèse ;
- Valider les hypothèses en contrôlant la vraisemblance.

L'identification des interventions à mettre en place pour éliminer la cause première.

- Identifier les éléments défectueux ;
- Identifier la nature de l'intervention (changement de pièces, sous-ensemble, réglages, paramétrage etc.) ;
- Identifier les conséquences sur les autres éléments, sur la maintenance etc.

La capacité de structuration logique du raisonnement reste une partie très délicate à enseigner car elle est, par définition, très abstraite. Il est nécessaire d'utiliser des outils et techniques qui prennent en compte cette particularité.

IV) Outils et techniques pour aider les élèves à la structuration logique du raisonnement

Une variété d'outils et de techniques, peuvent être utilisées pour rendre visible ce raisonnement et permettre un apprentissage plus aisé, notamment :

- **Méthodes d'analyse de la cause racine (ACR) :** Ces méthodes permettent d'identifier les causes profondes d'un problème en remontant la chaîne des événements qui ont conduit à sa survenance.
- **Diagrammes de flux de processus :** Ces diagrammes permettent de visualiser les différentes étapes d'un processus et d'identifier les points potentiels de défaillance.
- **Arbres de décision :** Ces outils permettent de prendre des décisions en fonction de différents critères et de différentes hypothèses.
- **Logiciels de diagnostic :** Il existe des logiciels de diagnostic qui peuvent aider à analyser les données et à identifier les causes potentielles de problèmes.

Dans le cadre de notre réflexion, nous nous limiterons aux méthodes d'analyse de la cause racine (ACR), elles peuvent être judicieusement utilisées dans le cadre d'une pédagogie par les situations-problèmes. Ce sont des outils structurés qui permettent d'identifier la cause profonde d'un problème en

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

remontant la chaîne des événements qui ont conduit à sa survenance. Elles sont utilisées dans divers domaines, y compris la maintenance, l'ingénierie, la qualité et la sécurité.

Types de méthodes d'ACR

Il existe de nombreuses méthodes d'ACR différentes, chacune avec ses propres forces et faiblesses. Parmi les méthodes les plus courantes, on trouve :

- **Les 5 pourquoi** : Cette méthode consiste à poser la question "pourquoi ?" à plusieurs reprises jusqu'à identifier la cause profonde du problème.
- **Le diagramme d'Ishikawa** : Ce diagramme permet de visualiser les causes potentielles d'un problème en les organisant par catégories.
- **L'arbre des causes** : Cette méthode permet de représenter graphiquement les relations de cause à effet entre les différentes causes d'un problème.

Exemple d'application d'une méthode d'ACR dans le domaine de la maintenance : 5 pourquoi

Un technicien de maintenance est appelé à intervenir sur un véhicule qui ne démarre pas. Il utilise la méthode des **5 pourquoi** pour identifier la cause du problème:

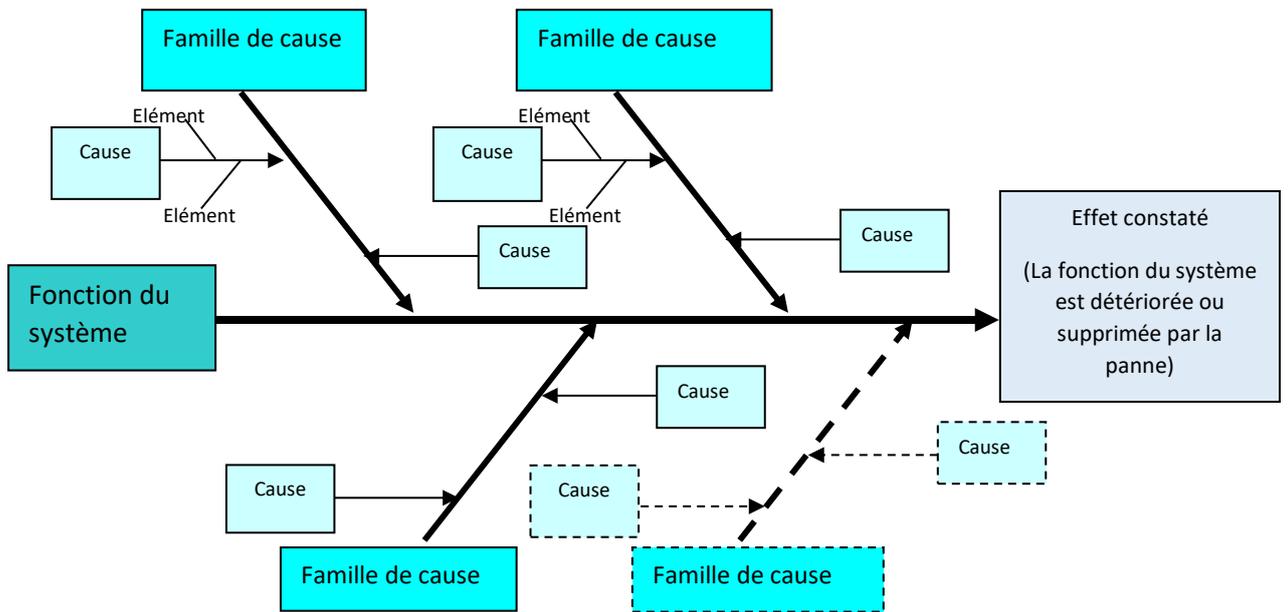
1. **Pourquoi le véhicule ne démarre pas ?** Parce qu'il n'y a pas de contact.
2. **Pourquoi il n'y a pas de contact.?** Parce qu'il y a un problème d'alimentation électrique.
3. **Pourquoi y a-t-il un problème d'alimentation électrique?** Parce que la batterie est déchargée.....
4. **Pourquoi la batterie est déchargée ?** Parce que le circuit de charge ne fonctionne pas ...
5. **Pourquoi le circuit de charge ne fonctionne pas?** Parce que la cosse de masse est oxydée au niveau de l'alternateur.

Exemples d'application d'une méthode d'ACR dans le domaine de la maintenance : Ishikawa

Souvent appelé "diagramme en arête de poisson" en raison de sa forme, le diagramme d'Ishikawa est un outil graphique utilisé pour identifier les causes possibles d'un problème donné. Il permet d'organiser les idées et de visualiser les relations de cause à effet. Pour l'adapter à l'activité de diagnostic, il peut se construire de deux façons :

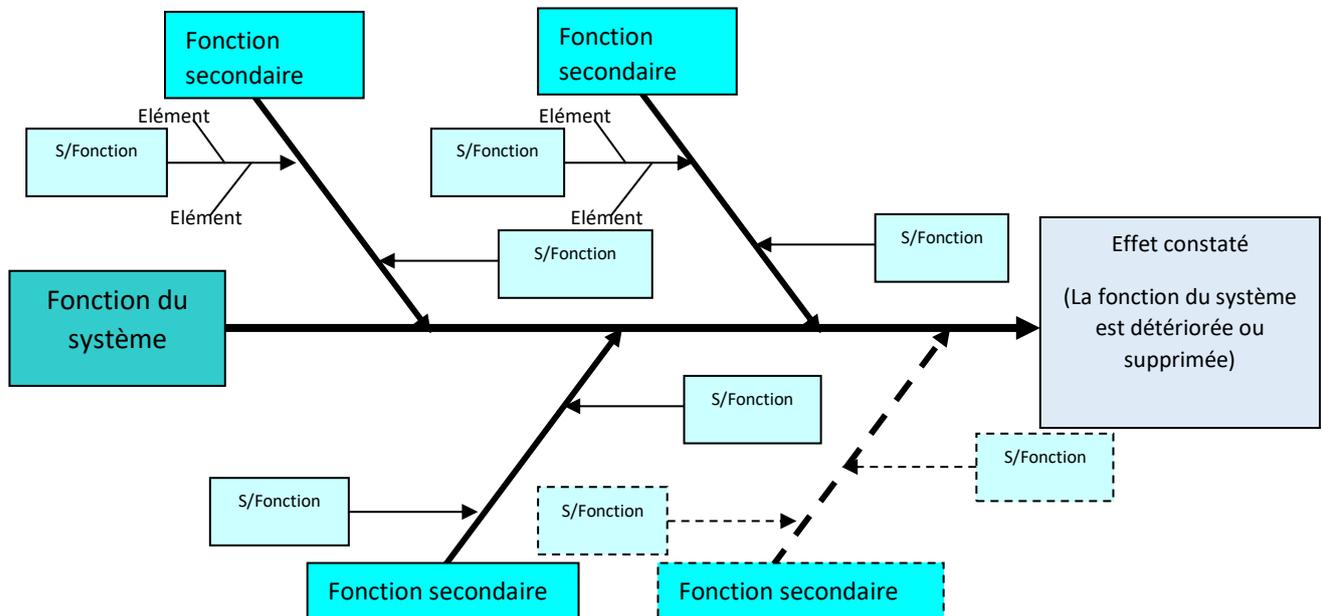
Première approche : à partir des éléments

- On identifie les familles de causes possibles de défaillance, ce qui va devenir le premier niveau d'hypothèses....
- On identifie les causes possibles pour chaque branche
- On identifie les éléments probablement mis en cause pour chaque branche



Deuxième approche : Approche fonctionnelle.

- A partir des fonctions secondaires, ce qui va devenir le premier niveau d'hypothèses....
- On identifie les sous-fonctions pour chaque branche
- On identifie les éléments probablement mis en causes pour chaque branche.

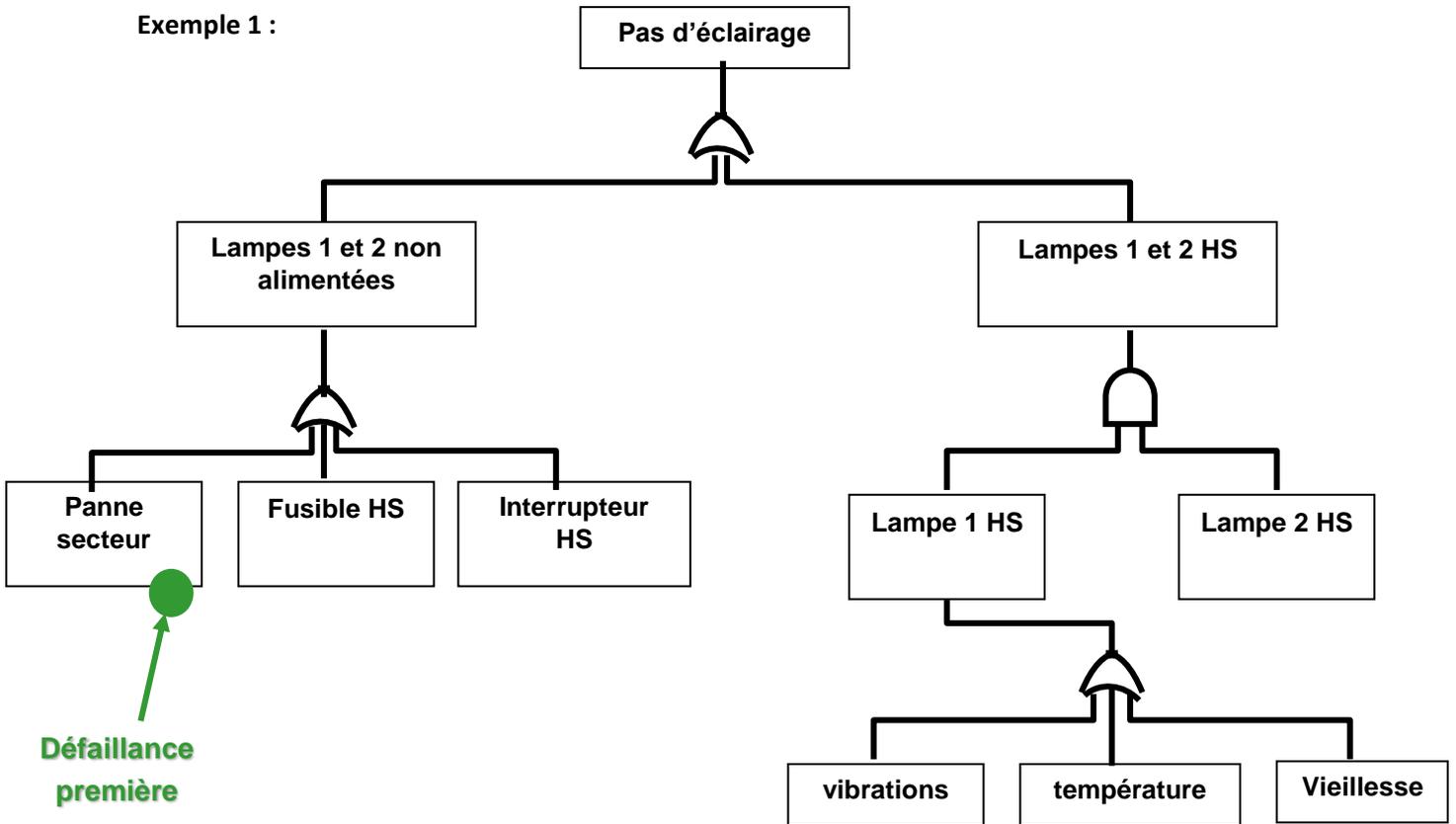


Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

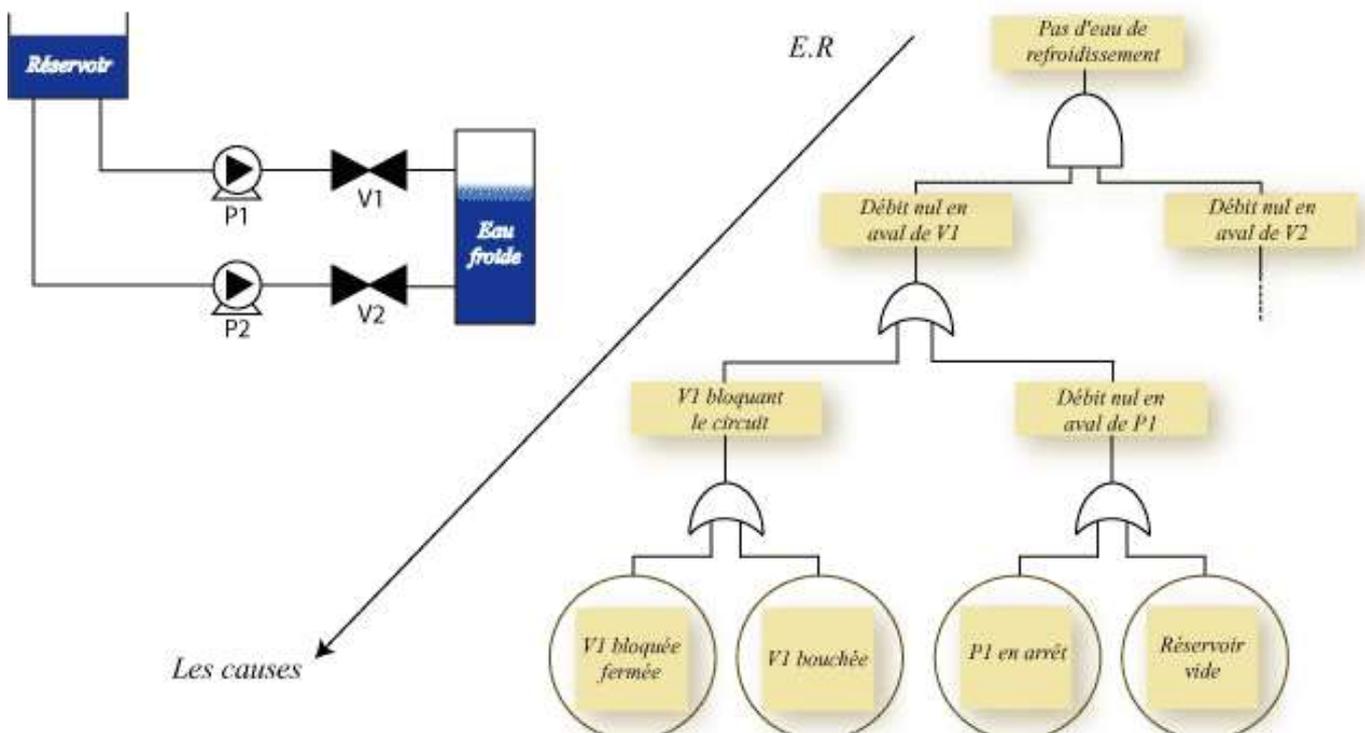
Les informations présentes sur la console de diagnostic (Code panne, informations capteurs, test des actionneurs permettent souvent d'éliminer une à une les branches..)

Exemples d'application d'une méthode d'ACR dans le domaine de la maintenance : L'arbre des causes

Exemple 1 :



Exemple 2 :



Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

V) Quelles pistes pour la mise en œuvre d'une stratégie pédagogique adaptée.

Pourquoi mettre utiliser la collaboration entre élèves pour développer le raisonnement ?

La collaboration entre élèves est une approche pédagogique puissante qui peut favoriser le développement du raisonnement de plusieurs façons:

- Confrontation à des perspectives diverses: En travaillant ensemble, les élèves sont exposés à différentes façons de penser et d'aborder les problèmes. Cela les encourage à remettre en question leurs propres idées, à examiner des points de vue alternatifs et à construire une compréhension plus complète des sujets étudiés.
- En observant et en apprenant les uns des autres, les élèves peuvent découvrir de nouvelles stratégies de résolution de problèmes et d'approches du raisonnement. Cela élargit leur répertoire de compétences cognitives et leur permet de s'attaquer aux problèmes de manière plus flexible et créative.
- Construction de connaissances partagées: Lorsque les élèves travaillent ensemble, ils mettent en commun leurs connaissances et leurs idées pour construire une compréhension collective des sujets étudiés. Cela favorise un apprentissage plus approfondi et plus nuancé, car les élèves bénéficient de l'apport de leurs pairs.
- Motivation et engagement accrus: La collaboration peut rendre l'apprentissage plus motivant et engageant pour les élèves. En travaillant ensemble vers un objectif commun, les élèves développent un sentiment d'appartenance et de responsabilité, ce qui peut les inciter à s'investir davantage dans leurs études.
- Développement de compétences sociales et interpersonnelles: La collaboration permet aux élèves de développer des compétences sociales et interpersonnelles essentielles, telles que la communication, la collaboration, la résolution de conflits et le respect mutuel. Ces compétences sont précieuses non seulement pour la réussite scolaire, mais aussi pour la vie en général.

Voici quelques exemples concrets de la manière dont la collaboration entre élèves peut être mise en œuvre en classe pour favoriser le développement du raisonnement :

Apprentissage par les pairs: Divisez la classe en groupes et attribuez à chaque groupe un diagnostic avec des symptômes identiques mais des causes différentes. Encouragez les élèves à discuter des différentes approches possibles, à partager leurs idées et à parvenir à une démarche commune.

Débats et discussions: Organisez des débats ou des discussions en classe où les élèves prennent des positions opposées sur un sujet donné. Encouragez-les à argumenter leurs points de vue de manière raisonnée et à répondre aux arguments des autres.

La pédagogie coopérative ne se résume pas à mettre des élèves ensemble. Il faut mettre en place un étayage, une structuration et un soutien. Il faut organiser les étapes de coopération pour obtenir des interactions au service des apprentissages. Les Mini-structures coopératives sont particulièrement bien adaptée à l'enseignement du daignostic.

Pour aller plus loin :

- La lettre du passeur CANOPE : https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/conseil_scientifique_education_nationale/passeur/La_mini-structure_Reflechir-Echanger-Partager.pdf
- le dispositif ProFAN Transfert.

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance

Pourquoi privilégier le Feedback lors des séances de diagnostic ?

Le feedback, ou rétroaction, est un outil pédagogique qui joue un rôle crucial dans l'apprentissage des élèves et leur permet de progresser de manière significative. Voici pourquoi il est essentiel de privilégier le feedback :

Clarification des attentes et orientation de l'apprentissage

- Le feedback permet de préciser aux élèves les critères d'évaluation et les attentes spécifiques liées à chaque tâche. Ils comprennent ainsi ce qu'on attend d'eux et peuvent ajuster leur travail en conséquence.
- En identifiant les points forts et les points faibles de chaque élève, le feedback oriente leurs efforts vers les aspects à améliorer. Ils peuvent ainsi se concentrer sur les compétences à développer.

Motivation et engagement

- Un feedback positif encourage les élèves et renforce leur confiance en leurs capacités. Ils sont ainsi plus motivés à persévérer dans leurs apprentissages.
- En proposant des pistes d'amélioration concrètes, le feedback permet aux élèves de devenir plus autonomes dans leur apprentissage.
- En reconnaissant les efforts et les progrès de chaque élève, le feedback valorise leur travail et les incite à donner le meilleur d'eux-mêmes.

Amélioration des compétences

- Le feedback permet d'identifier les erreurs commises par les élèves et les difficultés qu'ils rencontrent.
- En apportant des explications claires et des conseils personnalisés, le feedback aide les élèves à surmonter leurs difficultés et à acquérir de nouvelles compétences.
- En encourageant les élèves à réfléchir à leur propre travail et à en tirer des enseignements, le feedback développe leur esprit critique.

Régulation des apprentissages

- En analysant les retours des élèves, l'enseignant peut ajuster ses méthodes pédagogiques et adapter ses enseignements aux besoins de chacun.
- Le feedback permet de suivre régulièrement les progrès de chaque élève et d'ajuster le rythme et le contenu de l'apprentissage en conséquence.

En conclusion, le feedback est un élément essentiel de l'apprentissage du diagnostic en maintenance des véhicules. Il permet aux élèves de progresser plus rapidement et plus efficacement, tout en développant leur autonomie et leur confiance en eux.

Pour aller plus loin :

- [le dispositif ProFAN Transfert.](#)

Quelques réflexions autour de l'enseignement de la maintenance