
PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

L'enseignement de la sécurité en chimie aux élèves des collèges et lycées¹

Méthode de l'arbre des causes

par Michel BARDE

144, rue du Rouet - 13008 Marseille

et Antoine LA PIANA

55, chemin de Chateau Gombert - 13013 Marseille

RÉSUMÉ

Actuellement, l'enseignement de la chimie confère une place importante à l'apprentissage de la sécurité. L'analyse de l'accident est un moyen de sensibiliser les élèves aux risques et dangers rencontrés lors des séances de travaux pratiques.

Il existe une méthode d'analyse des accidents : **la méthode INRS²** dite de «**l'arbre des causes**».

Nous avons souhaité adapter cette méthode en raison de sa simplicité et de son efficacité, pensant que cela devrait responsabiliser les élèves. Il s'agit d'imaginer des scénarios d'accidents susceptibles de se produire lors des séances de travaux pratiques en chimie et de les analyser a posteriori avec la classe afin d'en dégager des mesures curatives et préventives.

1. QUELQUES DÉFINITIONS

On peut définir le risque comme une entité à deux dimensions : probabilité d'une part, et gravité d'autre part. On pourra ainsi, pour *réduire* le risque (*le risque nul n'existe pas*), intervenir sur ces deux grandeurs :

- la baisse de la probabilité d'occurrence, c'est-à-dire la prévention,
- la baisse de la gravité, c'est-à-dire la protection.

1. **NDLR** : Cet article a été soumis simultanément à l'UdP et à l'APISP dans le bulletin de laquelle il a été récemment publié.

2. INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité.

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

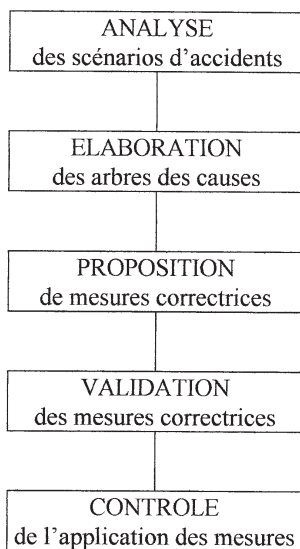
On considère deux sortes d'événements non souhaités : l'accident et l'incident. On définira un incident comme un événement dont les conséquences (donc la gravité) sont mineures (par exemple un dégât matériel de faible coût). Par contre, on considère comme accident tout événement dont les conséquences sur le personnel (élèves, professeurs...) sont sérieuses (par exemple une blessure mais aussi toute détérioration importante des biens et équipements).

2. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE

Cette méthode repose sur une conception de l'accident ou de l'incident comme un phénomène complexe, ni simple effet du hasard, ni résultat de la seule infraction aux règles de sécurité, mais aboutissement d'un enchaînement de facteurs de troubles variés en interaction. Elle sert à mieux connaître les risques présents dans une situation de travail et leurs causes. Ceci, évidemment, dans la perspective de les éliminer.

L'analyse de l'accident est ainsi un bon moyen de prévenir la reproduction d'accidents similaires ou plus graves.

La méthode de l'arbre des causes comprend cinq modules :



 PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Analyse des scénarios d'accidents

A partir d'un compte-rendu d'accident ou d'incident, on inventorie les faits objectifs élémentaires.

Arbre des causes

L'arbre des causes est une représentation graphique de l'enchaînement logique des faits élémentaires qui ont conduit à l'événement non souhaité (l'accident ou l'incident).

Pour le construire, on part de la blessure (ou de l'incident) et on remonte systématiquement de droite à gauche pour aller le plus loin possible de l'accident, en posant pour chaque fait que l'on connaît les questions suivantes :

- qu'a-t-il fallu pour que le fait apparaisse ?
- a-t-il fallu aussi autre chose ?

On relie les faits entre eux à partir de ce questionnement ; le code graphique utilisé est :



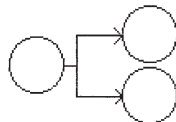
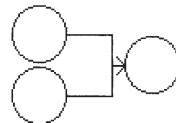
: fait



: liaison

Il existe trois types de liaisons possibles :

- **chaîne** : un fait, un antécédent
- **conjonction** : un fait, plusieurs antécédents
- **disjonction** : plusieurs faits, un seul antécédent

**Proposition de mesures correctrices**

On examine l'arbre des causes et on recherche s'il existe un ou plusieurs moyens d'empêcher l'apparition de l'événement non souhaité ou d'éviter des conséquences néfastes. Plus les mesures de prévention portent sur des faits éloignés de l'événement non souhaité, plus elles empêchent qu'un nombre important de facteurs d'accidents ne se re-

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

produise (on parle de prévention). Si la mesure envisagée est proche de l'événement final, on parle de protection. On propose ainsi une liste de mesures correctrices appelées également «*barrières*».

Validation des mesures correctrices

On étudie la faisabilité des différentes mesures proposées en tenant compte de certains critères (coût, facilité de mise en place, délai...).

Contrôle des mesures correctrices

Mettre en place des «*barrières*» ne suffit pas : il faut contrôler si elles sont réellement appliquées et si elles atteignent le but souhaité.

3. LA SÉQUENCE PÉDAGOGIQUE

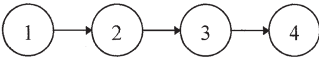
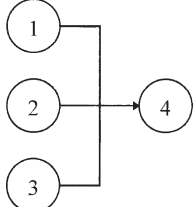
3.1. Initiation

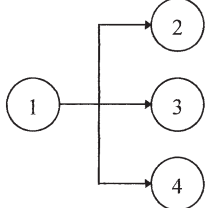
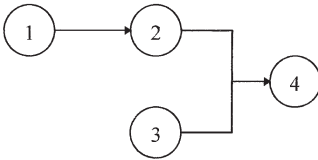
Dans un premier exercice, les élèves décomposent en faits élémentaires une série de petits récits d'accidents ou d'incidents, puis distinguent les relations existant entre ces faits. Ils construisent ensuite l'arbre des causes de chacun d'eux.

Scénario 1	Comme le sol était mouillé ce jour-là, la victime a glissé et s'est blessée après être tombée.
Scénario 2	De fortes pluies étaient tombées en 48 h. L'effondrement se produisit peu après qu'un engin lourd fut passé au bord de la profonde tranchée qui n'avait pas encore été boisée.
Scénario 3	Parce qu'il y avait eu une violente tempête, la chaussée était glissante, des branches se trouvaient sur la chaussée et les circuits téléphoniques étaient en dérangement.
Scénario 4	Amené à se déplacer à pied parce que son véhicule était en panne, le conducteur a glissé sur un sol mouillé.
Scénario 5	Le travail de déblaiement était urgent, tous les camions furent utilisés, leur vitesse de circulation accrue ; il se produisit une violente collision entre les camions.
Scénario 6	Le système d'aération étant tombé en panne dans le local A, un dépanneur est intervenu mais du gaz s'était accumulé faute d'aération, comme le dépanneur ne portait pas d'appareil respiratoire, il fut intoxiqué.

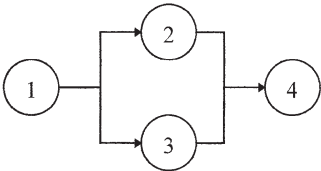
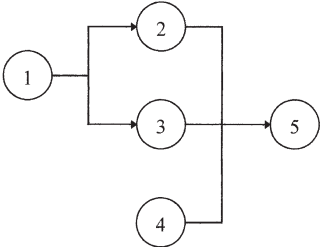
PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Les arbres des causes sont donnés ci-après.

Scénario 1	Scénario 2
 <pre> graph LR 1((1)) --> 2((2)) 2 --> 3((3)) 3 --> 4((4)) </pre>	 <pre> graph LR 1((1)) --- J1[] 2((2)) --- J1 3((3)) --- J1 J1 --> 4((4)) </pre>
① sol mouillé ② glisse ③ tombe ④ se blesse	① fortes pluies ② un engin lourd circule au bord d'une tranchée étroite ③ tranchée non boisée ④ effondrement

Scénario 3	Scénario 4
 <pre> graph LR 1((1)) --- J1[] J1 --> 2((2)) J1 --> 3((3)) J1 --> 4((4)) </pre>	 <pre> graph LR 1((1)) --> 2((2)) 2 --- J1[] 3((3)) --- J1 J1 --> 4((4)) </pre>
① violente tempête ② chaussée glissante ③ branches sur la chaussée ④ circuits téléphoniques en dérangement	① véhicules en panne ② déplacement à pieds ③ sol mouillé ④ le conducteur glisse

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Scénario 5	Scénario 6
	
① travail urgent ② vitesse accrue ③ utilisation de tous les camions ④ collision	① aération en panne ② accumulation de gaz ③ intervention du dépanneur ④ le dépanneur ne portait pas d'appareil respiratoire ⑤ intoxication du dépanneur

3.2 Exploitation des scénarios d'accidents «d'origine chimique»

Dans un deuxième exercice, les élèves établissent l'arbre des causes de quelques scénarios d'accidents ou d'incidents susceptibles de se produire dans les laboratoires de chimie. Ces scénarios ont été imaginés à partir de notre propre expérience et de celle des autres enseignants. Les élèves, outre la construction, doivent également retrouver les «barrières».

Remarque : notre étude ne consiste pas à recenser tous les scénarios d'accidents susceptibles de survenir dans les laboratoires de sciences physiques car cela nécessiterait une analyse détaillée de toutes les sources de dangers. Par contre, les principales situations à risques pouvant se présenter lors d'une séance de travaux pratiques sont bien connues de tous les enseignants. Nous avons décidé de les intégrer dans des scénarios d'accidents ou d'incidents que nous avons imaginés et de les analyser par la méthode de l'arbre des causes. En voici cinq exemples³.

3. Nous tenons à disposition l'ensemble des scénarios et leurs corrigés.

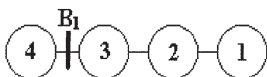
PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

- | | |
|----------|--|
| 1 | Marc entre en salle de travaux pratiques et s'approche de sa paillasse. Il porte sur le dos son cartable qui renverse quelques flacons posés sur la paillasse voisine. Les récipients se brisent et les liquides qu'ils contiennent se répandent... |
| 2 | Pierre n'écoute pas les consignes du professeur et débouche un flacon de dichlore. Il le sent et se brûle les voies respiratoires car le gaz est corrosif... |
| 3 | Didier, pour se détendre un peu, s'assoit à sa paillasse.
La réaction terminée, il pose un ballon chaud sur la table froide. Le ballon se casse et le liquide brûlant qu'il contenait se répand sur la paillasse puis sur ses genoux. Didier est gravement brûlé... |
| 4 | Nathalie appelle sa camarade située à la paillasse de devant en lui tapant sur l'épaule. Surprise, celle-ci se retourne brusquement alors qu'elle tient un flacon ouvert rempli de soude. Nathalie est brûlée au visage par une projection du liquide corrosif... |
| 5 | Parce qu'elle n'avait pas envie de mettre son sac au fond de la classe, Isabelle encombre le passage entre les paillasses. Elle trébuche alors qu'elle tenait un flacon de produit corrosif à la main. Elle tombe et le récipient se casse en éclaboussant un camarade qui est brûlé aux yeux... |

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

Les corrigés sont donnés ci-après :

1



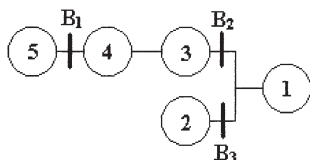
Barrière

B₁ : ne pas porter le cartable sur les épaules en entrant dans la salle de travaux pratiques.

Faits

- ① épandage de liquides sur la paille
- ② flacons contenant des produits chimiques se brisent
- ③ flacons renversés par le cartable
- ④ cartable sur le dos

2



Barrières

B₁ : ne pas manipuler les flacons sans l'avis du professeur.

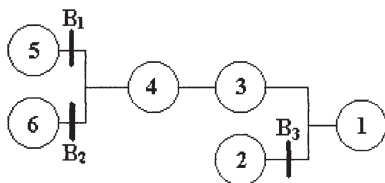
B₂ : ne pas sentir un produit chimique.

B₃ : connaissance de l'étiquetage et du danger des produits chimiques mis à disposition.

Faits

- ① se brûle les voies respiratoires
- ② gaz corrosif
- ③ sent le flacon
- ④ débouche le flacon
- ⑤ n'écoute pas les consignes

3



Barrières

B₁ : attendre que le ballon refroidisse.

B₂ : utilisation du matériel de protection mis à disposition (valet).

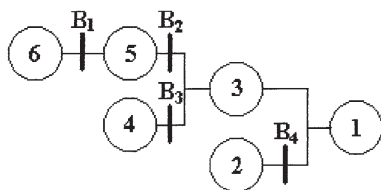
B₃ : travailler debout à la paille

Faits

- ① brûlure aux genoux
- ② Didier est assis
- ③ le liquide brûlant se répand
- ④ le ballon casse
- ⑤ ballon chaud
- ⑥ ballon posé sur la paille froide

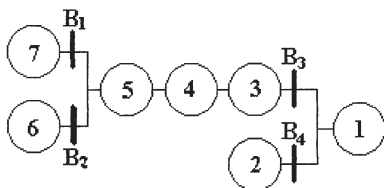
 PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

4

**Barrières****B₁** : éviter l'agitation.**B₂** : rester calme et maître de soi ; proscrire les gestes brusques.**B₃** : remettre le bouchon sur son flacon immédiatement après usage.**B₄** : connaissance de l'étiquetage et du danger des produits chimiques mis à disposition.**Faits**

- ① brûlure au visage de Nathalie
- ② soude, produit corrosif
- ③ projection de soude
- ④ sa camarade tient un flacon ouvert rempli de soude
- ⑤ retournement brutal de sa camarade
- ⑥ Nathalie tape sur l'épaule de sa camarade

5

**Barrières****B₁** : garder les accès dégagés.**B₂** : ne pas se déplacer.**B₃** : port d'une protection individuelle (lunettes ou masque).**B₄** : connaissance de l'étiquetage et du danger des produits chimiques mis à disposition.**Faits**

- ① brûlure aux yeux du camarade
- ② produit corrosif
- ③ camarade éclaboussé
- ④ bris du flacon
- ⑤ Isabelle trébuche
- ⑥ Isabelle se promène
- ⑦ Isabelle ne range pas son sac

PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PARLONS SÉCURITÉ – PA

4. CONCLUSION

La réalisation de l'arbre des causes a eu pour but d'amener les élèves à se représenter de manière probante le risque encouru et de prévoir les conséquences de chacun de leurs gestes, afin de choisir un comportement sûr et des actions appropriées.

Ils ont été sensibilisés au fait qu'un simple incident de départ supposé anodin peut, en se combinant à d'autres événements, conduire à l'accident.

L'usage de la méthode débouche sur une véritable prise en charge de sa propre sécurité et de celle des autres.

En tout état de cause, la mise en place de mesures préventives introduit une modification dans la situation de travail et demande une adaptation. Elle se fait d'autant mieux que les élèves ont été informés des raisons et en comprennent l'intérêt.