



la méthanisation un processus accidentogène



Eric EULA,

Président de BRZ4S

Membre du Bureau du CNVMch

*Ingénieur Applications Automatismes & Informatique Industrielle
Consultant Qualité Logiciel & Sécurité de fonctionnement*

BROUZILS SENTINELLES SANTE SECURITE SERENITE

Soucieux d'un environnement sûr - Association loi 1901, RNA N° W852012431

BROUZILS Sentinelles



Santé Sécurité Sérénité



BRZ4S - 03/2024



La méthanisation, un processus accidentogène



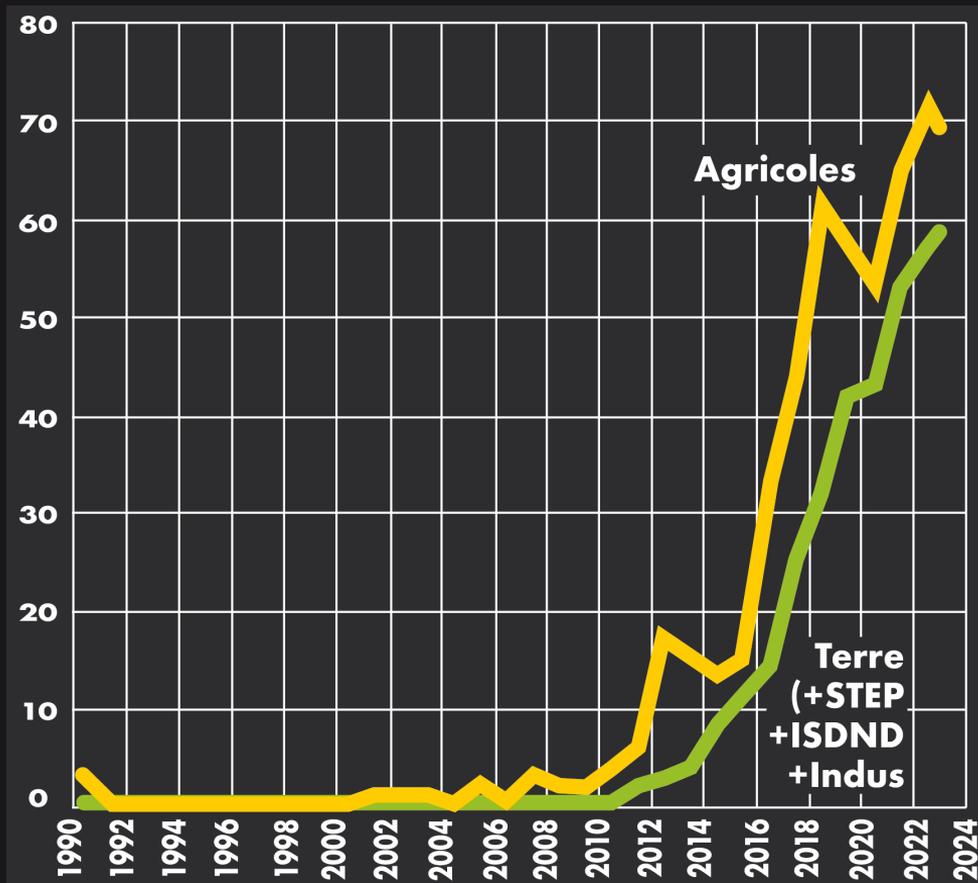
Des faits alarmants

**Une progression de 31 %
en un an pour 6% de
nouveaux méthaniseurs**

495 accidents
répartis sur 208 sites
au 10 janvier 2024



La méthanisation, un processus accidentogène



Des faits alarmants

Incidents de méthanisation

Un taux de croissance hors normes, sans proportion avec l'évolution du nombre de méthaniseurs et largement supérieur (x1 // x6)



La méthanisation, un processus accidentogène



Vous avez dit
“**fiabilité**” ???

Rapporté au nombre de méthaniseurs recensés à ce jour (sources min.),
17 % des sites ont été l'objet d'accidents

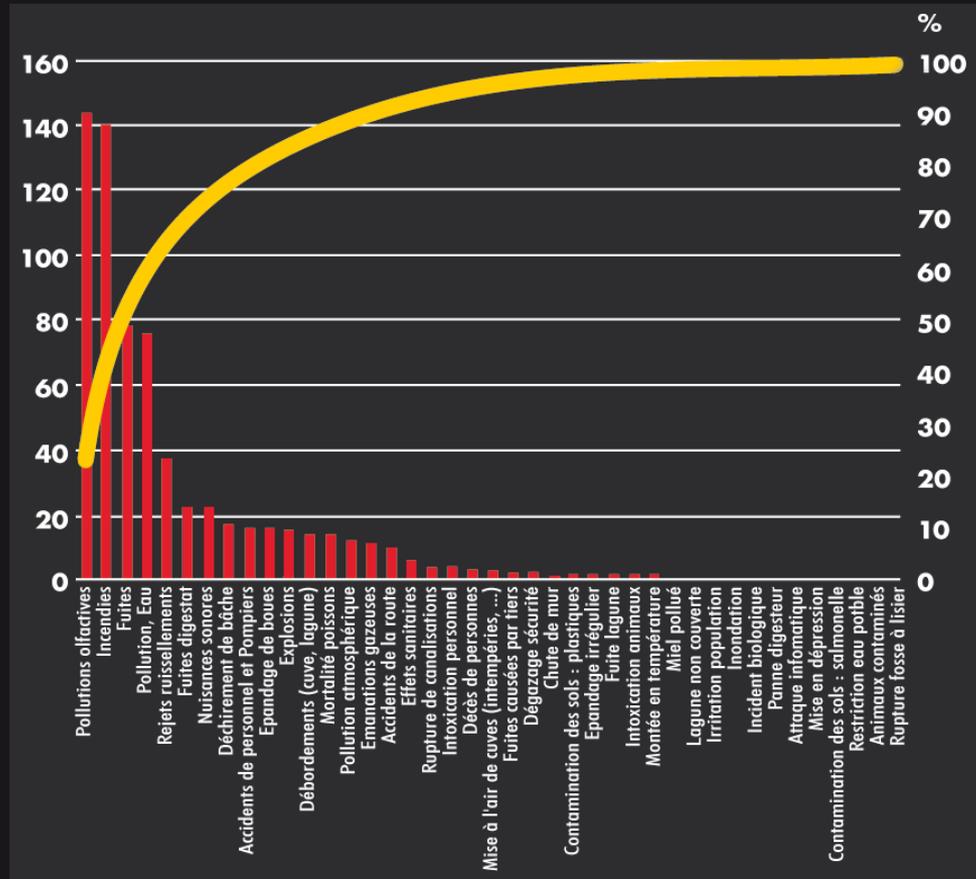
en tous genres (fourchette basse).

Ce chiffre attendu “socialement acceptable”, rapporté au nombre d'installations ICPE de type “chimie/gaz” correspondrait à 2776 accidents en 20 ans ...

Toujours “**raisonnablement sûr**” // au reste de l'industrie ???



La méthanisation, un processus accidentogène



Des faits alarmants

Distribution par type d'accidents

495 accidents répartis sur 208 sites au 10 janvier 2024



La méthanisation, un processus accidentogène

Des dégâts matériels



Fuites



Débâchage



Explosion



La méthanisation, un processus accidentogène



Un impact permanent
sur l'environnement



La méthanisation, un processus accidentogène

Attention !
sur un même site,
un danger ...



La méthanisation, un processus accidentogène

... peut en cacher plusieurs autres

EX



La méthanisation, un processus accidentogène

CH₄ [Méthane]

Dangers : hautement explosif, asphyxiant, un PRG* de 80.

H₂S [Hydrogène sulfuré]

1er danger : neuro-toxique.

No_x [Oxydes d'azote]

Dangers : sanitaires, PRG 40 à 300.

CO₂ [Dioxyde de carbone]

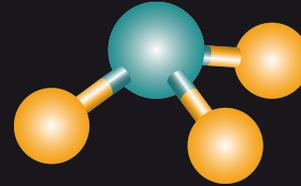
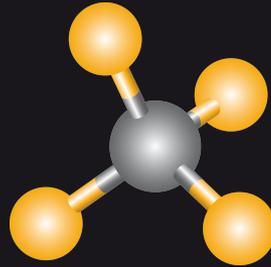
Dangers : anoxique, PRG.

CO [Monoxyde de carbone]

Produit lors des combustions incomplètes durant les incendies.

Dangers : anoxique, PRG.

* PRG : potentiel de réchauffement global.



Des émanations gazeuses incolores et inodores



La méthanisation, un processus accidentogène



Photo ERB

Des liquides
à forte
concentration
d'azote

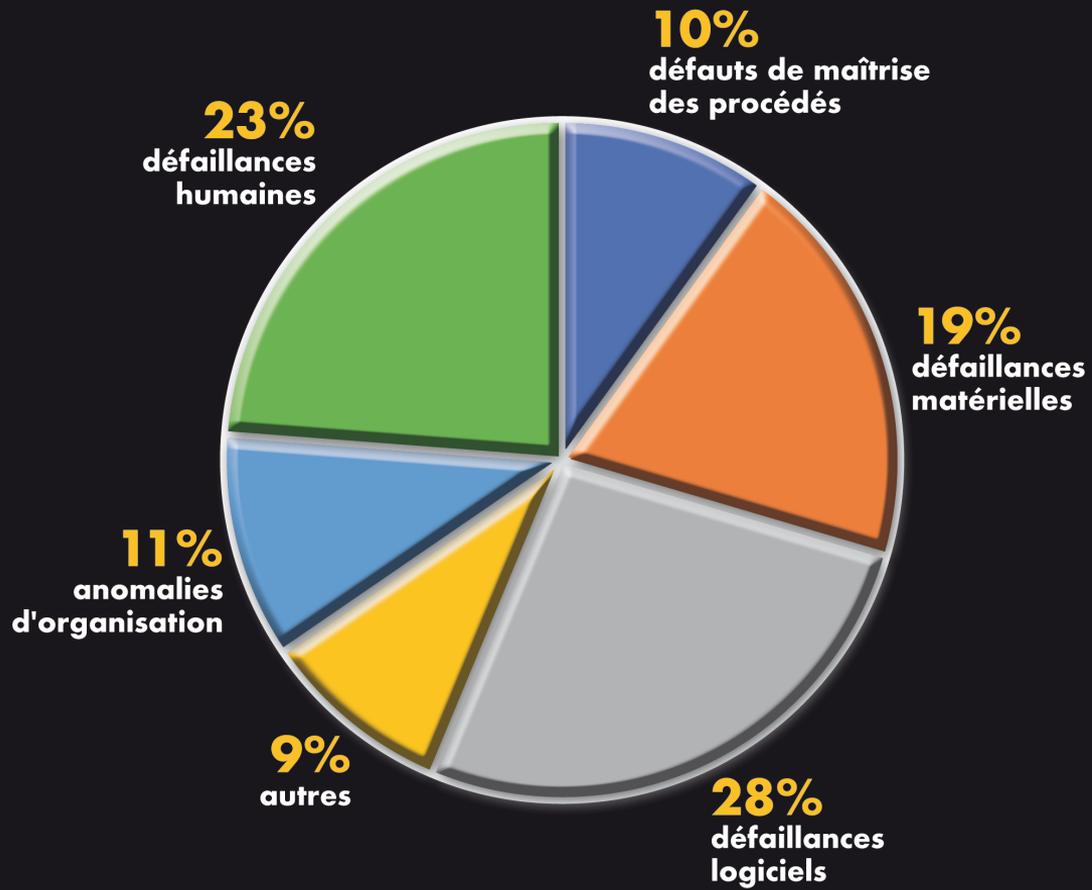
Les digestats

Dangers :
déséquilibre du PH,
eutrophisation,
potabilité.



La méthanisation, un processus accidentogène

Accumulation
des risques de
défaillance



La méthanisation, un processus accidentogène

La **sécurité de fonctionnement** est l'aptitude d'un système à remplir une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données ; elle englobe principalement quatre composantes :

- la **fiabilité** (je fais exactement ce que je dois faire),
- la **maintenabilité** (je suis documenté et accessible),
- la **disponibilité** (je le fais 24h/24h),
- la **sécurité** (je le fais sans risques ni dangers).

La connaissance de cette aptitude à remplir une ou plusieurs fonctions permet aux utilisateurs du système de placer une confiance justifiée dans le service qu'il leur assure.

Par extension, la sûreté de fonctionnement désigne également l'étude de cette aptitude et peut ainsi être considérée comme la "science des défaillances et des pannes".

Et maintenant,
si on parlait de la
**sûreté de
fonctionnement**



La méthanisation, un processus accidentogène

NON ! Un méthaniseur ne se résume pas à un "gros composteur". C'est un procédé physico-chimique qui exige que l'on pilote et maîtrise ses réactions en toutes circonstances, et ce, sans que la chance ou le hasard n'y aient leur place.

Les stations de capacité inférieures à 100 T/j **ne nécessitent pas de Plan de Prévention des Risques Technologiques**

Auto-certification des constructeurs/intégrateurs aux règles de l'art ("dormez tranquilles, faites moi confiance ...")

Quelles sont les différences **RISQUES** entre une station de **90 T/j** et une station de **110 T/J** ?

... et des causes
de
dysfonctionnement



La méthanisation, un processus accidentogène

Maîtriser le risque consiste à :

Croiser la probabilité qu'une défaillance (et surtout des défaillances) **apparaisse** avec le degré de gravité qu'elle va induire.

Poser des "barrières" pour en minimiser :

- soit l'occurrence,
- soit la gravité,
- soit les deux.

Ce qui implique :

- une parfaite **connaissance du procédé**,
- une parfaite **connaissance des composants** matériels et logiciels,
- de pouvoir **imaginer** et **modéliser** des enchaînements improbables de défaillances (cascading).

Maîtriser
le risque

C'est l'un des plus gros postes de coût "matière grise"



La méthanisation, un processus accidentogène

Méthodologie

Recenser tous les risques (analyse de risque, étude de danger, AMDEC, HAZOP, ...).

Identifier, risque par risque, les moyens de réduction mis en place (les barrières de sécurité).

Déterminer le risque tolérable cible pour chaque risque (législation, responsabilités du site, ...)

Définir et **spécifier** les "pare-risques", leurs finalités.

Déterminer (et obtenir) la réduction de risque que les "pare-risques" sont censées viser.

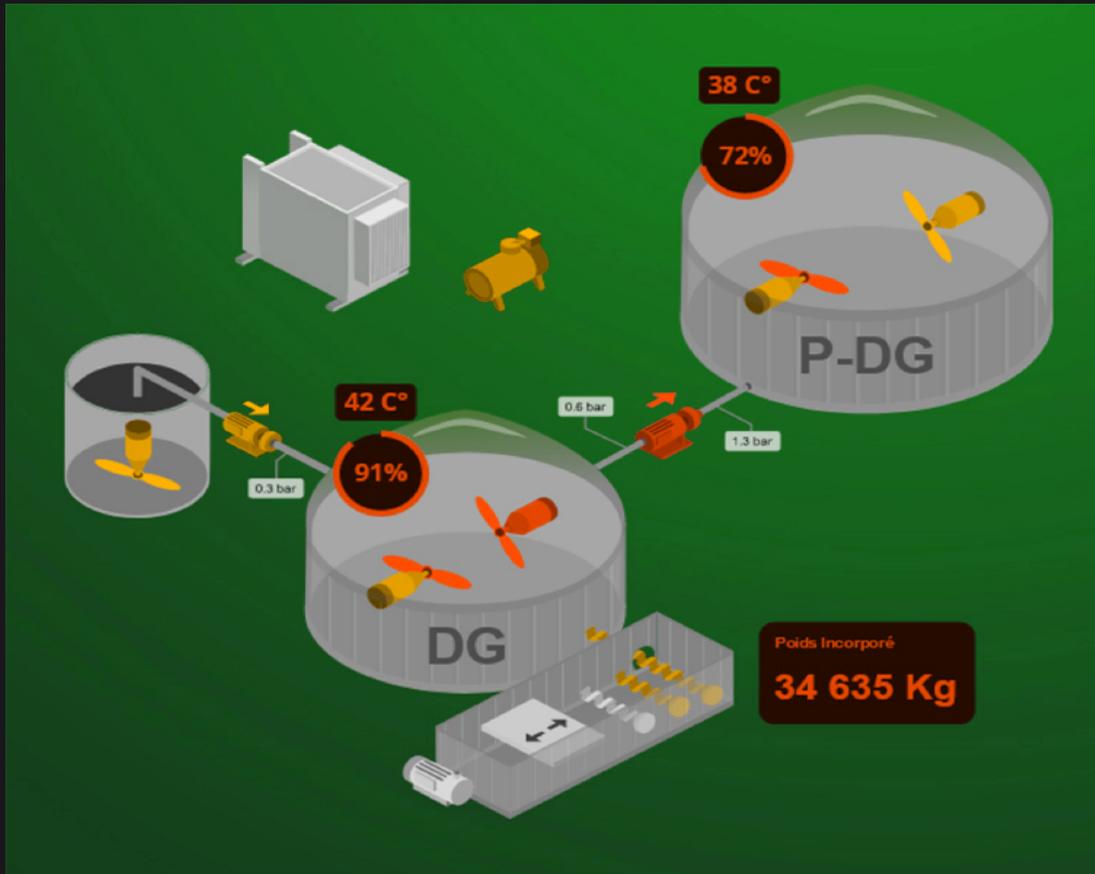
Obtenir le Niveau d'intégrité de sécurité d'une Fonction Intégrée de Sécurité **nécessaire** (SIL : Safety Integrity Level) en réduisant le facteur de risque en fonction du besoin.

SIL 1 > 10 SIL 2 > 100 SIL 3 > 1 000 SIL 4 > 10 000

Maîtriser
le risque



La méthanisation, un processus accidentogène



Composantes
d'une conduite
de procédé



La méthanisation, un processus accidentogène

Capteurs de grandeurs physico-chimiques
(température, pression, niveau, débit, concentration,
viscosité, turbidité, conductivité, Ph, etc)

Automates programmables industriels (+ logiciel)

PC de conduite/supervision (+logiciel)

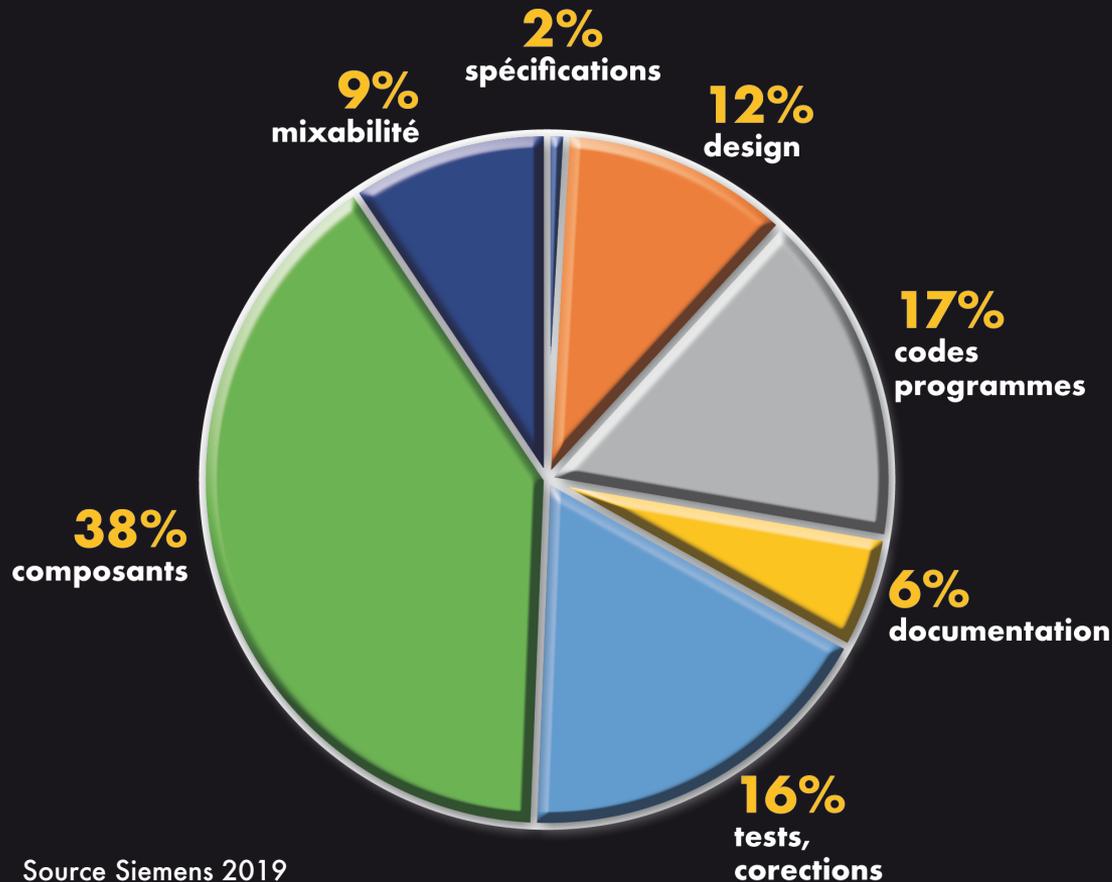
Actionneurs (vannes, moteurs, vérins, etc)

**A tous ces niveaux peuvent apparaître
des failles critiques de concept ou de mise en oeuvre**

Composantes
d'une conduite
de procédé



La méthanisation, un processus accidentogène



Source Siemens 2019

Composantes d'une conduite de procédé

Erreurs de programmation identifiées comme étant l'une des principales causes des accidents industriels graves aux États-Unis (US Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB)).

Selon une étude menée par Siemens, environ 60% des incidents de sécurité industrielle sont causés par des erreurs de programmation.



La méthanisation, un processus accidentogène

Le 17 août 2020, vers 22h30, plus de 400 m³ de digestat, des résidus de méthanisation de matières organiques naturelles, débordent d'une cuve de la centrale de production de biométhane à Châteaulin dans le Finistère exploitée par Engie Bioz, filiale d'Engie. **400 000 litres de liquide toxique, à forte concentration d'ammoniacque, se déversent dans l'Aulne privant d'eau potable 180.000 personnes à l'été 2020.** Le fleuve alimente en eau potable 49 communes du Finistère.

Loi de Murphy ...

"S'il existe au moins deux façons de faire quelque chose et qu'au moins l'une de ces façons peut entraîner une catastrophe, il se trouvera forcément quelqu'un quelque part pour emprunter cette voie".

... où modèle de Reason ?

Exemple
emblématique :
Kastellin



La méthanisation, un processus accidentogène

- t0 - Erreur de manipulation opérateur.
- t1 - Pas de filtre logiciel empêchant cette action.
- t2 - Remplissage de la cuve digestats au delà du normal.
- t3 - Absence de personnel sur site pour vigilance.
- t4 - Capteur de niveau mal placé > info non pertinente.
- t5 - Défaut de redondance de l'information.
- t6 - Défaut de code logiciel traitant l'événement.

t7 - Débordement de la cuve.

t8 - Code logiciel du mode dégradé inexistant.

Débordement avéré et non maîtrisable de la cuve.

Pollution des nappes (180 000 personnes privées d'eau potable durant 2 semaines).

Incendie du digesteur (2,5 jours pour le maîtriser).

Exemple
emblématique :
Kastellin



La méthanisation, un processus accidentogène

LE BARPI EN CAS D'ACCIDENT ACCIDENTOLOGIE

236 résultats pour la recherche "méthanisation"
Home » You searched for méthanisation

RECHERCHE AVANCEE Conseils d'utilisation ?

méthanisation ? 🔍

Combiner les termes avec un OU au lieu d'un ET

Appliquer les filtres **Réinitialiser le formulaire**

Critères généraux

Inclure Exclure

Secteur d'activité

Secteurs d'activité exclus

Thématique

Type de publication ?

Date de publication ?

Date de début | Date de fin

Critères spécifiques aux événements ?

Critères de base	Description de l'événement	Conséquences et causes
Numéro ARIA ?	Classement événement	Conséquences
Date de survenue ? Date de début Date de fin	Type d'événement ?	Echelle européenne des accidents ? Matières dangereuses relâchées 0 6
Traduction anglaise disponib...	Phénomènes dangereux	Conséquences humaines et sociales 0 6
Pays	Matière(s) impliquée(s) ?	Conséquences environnementales 0 6
Région	<input type="radio"/> Inclure <input type="radio"/> Exclure ? Classification CLP Classifications CLP Exclues	Conséquences économiques 0 6
Départements	<input type="radio"/> Inclure <input type="radio"/> Exclure ? Équipements Équipements exclus	Causes premières ?
Commune	EISH	Causes profondes ?
<input type="radio"/> Inclure <input type="radio"/> Exclure ? Code NAF Code NAF Exclue		
Documents complémentaires		

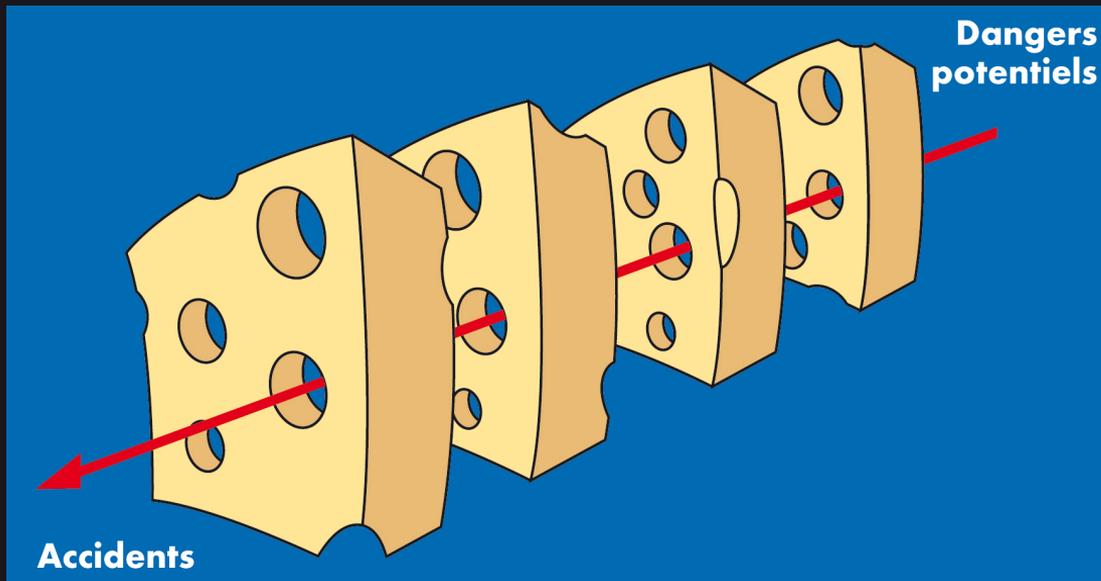
Appliquer les filtres **Réinitialiser le formulaire**

Bilan carbone,
perdu à jamais
+ particules fines
+ émanations toxiques
(plastiques, peintures ...)

Quand elle est à jour, la
base ARIA regorge de
**"c'est la faute à
pas de chance"**



La méthanisation, un processus accidentogène



Modèle du fromage suisse : les sécurités d'un système sont illustrées par une série de barrières, assimilées à des tranches de fromage. Quant à eux, les trous illustrent les défaillances dans chacune des barrières, défaillances qui varient en taille et en position dans chacune des tranches. Le système échoue lorsqu'un trou de chacune des tranches se retrouve momentanément aligné avec les autres, ce qui mène à la défaillance.

Le système NE REPOND PLUS aux exigences

Modèle de Reason

Un accident est toujours le résultat d'une accumulation de causes et d'événements isolément peu probables

L'accident survient lorsqu'il y a conjonction des failles



La méthanisation, un processus accidentogène

Aujourd'hui, l'immense majorité des procédés industriels est pilotée par des systèmes reposant sur du codage logiciel. Or, ces codes logiciels sont produits par des humains dont la caractéristique première est d'être faillible.

Il n'existe AUCUN code logiciel exempt de défauts.

$E = MC^2$: Errors = (Mode Code) ² :

La "fragilité" du code logiciel croit avec le carré du volume de code déployé.

Contrairement aux codes produits pour des systèmes logiciels courant, **très peu de codes industriels** (hors automobile, militaire, spatial, nucléaire, Seveso) **sont soumis à des tests de robustesse poussés**

Le ... où l'un des Talon d'Achille

Ineptie pure, dure et dangereuse

le vendeur est tour à tour :

- prescripteur,
- concepteur,
- codeur,
- testeur,
- correcteur.



La méthanisation, un processus accidentogène

À ce jour,

- Robustesse des concepts très rarement auditée.
- Idem pour les spécifications de conception détaillée (par ex. code logiciel jamais audité, opaque, source majeure de criticité).
- Absence de plan qualité documenté.
- **Seule l'auto-certification fait foi ... !**

Ayez confiance ...

Assurer la conformité d'un système à la norme IEC 61508, c'est mettre en place, dès son démarrage, une méthodologie délimitée et rigoureuse dont l'objectif est la diminution des risques à un niveau acceptable, et construire une architecture qui répond à des exigences structurelles.

Où sont passées les exigences IEC 61508 ?

La **norme IEC 61508** traite de la sûreté de fonctionnement des systèmes électriques, électroniques et électroniques programmables (comme l'électronique numérique et les logiciels) pour l'industrie. Régulièrement déclinée en normes spécifiques pour différents secteurs d'activité, elle **est la référence en terme de sécurité.**



La méthanisation, un processus accidentogène



Risques cyber des installations connectées à internet

Mises à jour des systèmes d'exploitation matériels et logiciels

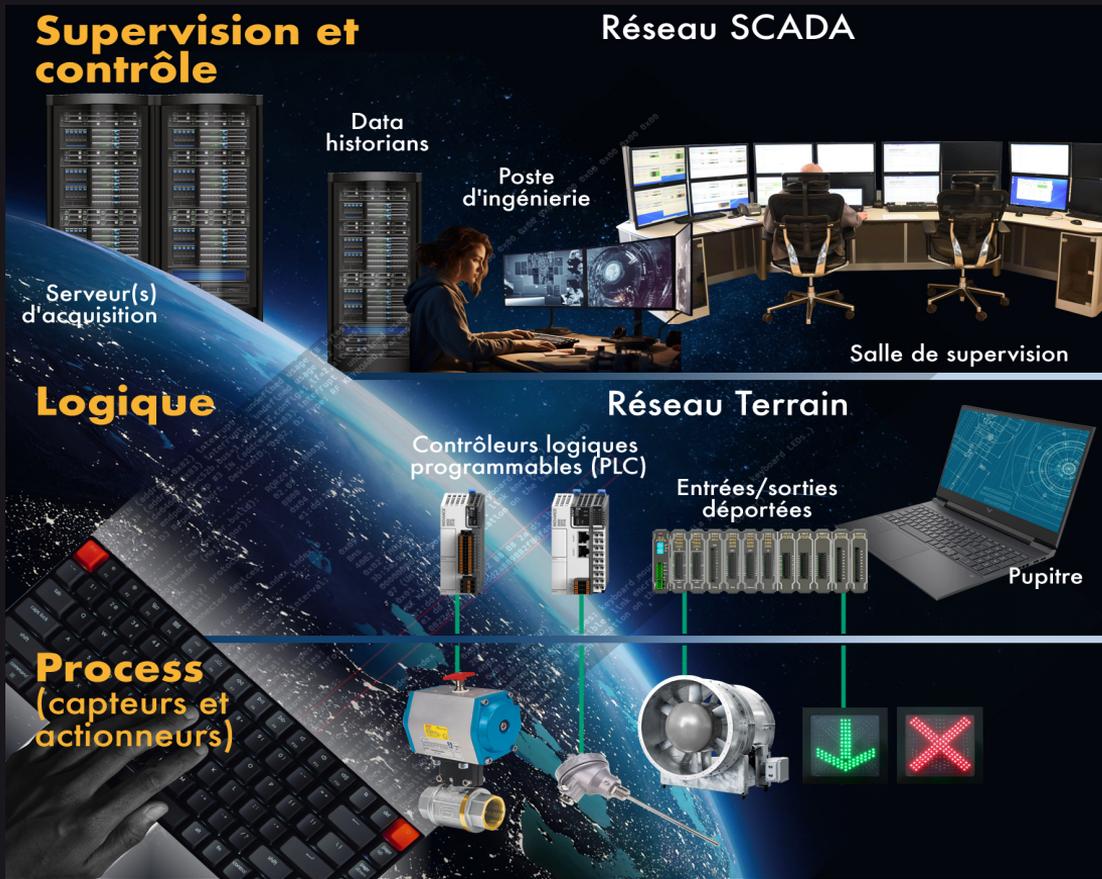
Corrections du code logiciel des automates, SNCC

Télé-diagnostic



La méthanisation, un processus accidentogène

Systeme de controle industriel (ICS)



La méthanisation, un processus accidentogène



Une supervision à partir de systèmes de contrôle et d'acquisition de données (Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), existe sur la majorité des installations industrielles. Elle permet notamment de piloter et de veiller au bon fonctionnement du procédé industriel. **En revanche, cette supervision n'est ni prévue ni adaptée pour la détection d'incidents de sécurité**, notamment induits par l'ouverture des ces systèmes et par leur interconnexion avec des réseaux largement connectés.



La méthanisation, un processus accidentogène



Ceci n'est pas un scénario de science-fiction

Qui ?

Geeks en mal de sensations, organisations criminelles, groupes étatiques

Quels risques ?

- Plantages, paralysie
- Rançonnage
- Sabotage

La méthanisation, un processus accidentogène

HAUTS-DE-FRANCE
2826 INSTALLATIONS
AUTORISEES
156 Seveso
589 Installations IED
991 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

NORMANDIE
1545 INSTALLATIONS
AUTORISEES
101 Seveso
368 Installations IED
873 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

BRETAGNE
3264 INSTALLATIONS
AUTORISEES
50 Seveso
1900 Installations IED
4676 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

PAYS DE LA LOIRE
2382 INSTALLATIONS
AUTORISEES
55 Seveso
937 Installations IED
1593 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

**CENTRE-
VAL-DE-LOIRE**
1380 INSTALLATIONS
AUTORISEES
74 Seveso
279 Installations IED
518 INSTALLATIONS
ENREGISTREES



**NOUVELLE
AQUITAINE**
3061 INSTALLATIONS
AUTORISEES
160 Seveso
575 Installations IED
1410 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

OCCITANIE
2092 INSTALLATIONS
AUTORISEES
81 Seveso
262 Installations IED
1208 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

**AUVERGNE-
RHONE-ALPES**
3663 INSTALLATIONS
AUTORISEES
178 Seveso
9 Installations IED
624 Installations IED
1361 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

GRAND-EST
2836 INSTALLATIONS
AUTORISEES
139 Seveso
569 Installations IED
800 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

ILE-DE-FRANCE
1468 INSTALLATIONS
AUTORISEES
102 Seveso
259 Installations IED
626 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

**BOURGOGNE
FRANCHE-COMTE**
1626 INSTALLATIONS
AUTORISEES
66 Seveso
239 Installations IED
655 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

**PROVENCE-ALPES-
COTE D'AZUR**
1119 INSTALLATIONS
AUTORISEES
99 Seveso
165 Installations IED
362 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

CORSE
100 INSTALLATIONS
AUTORISEES
11 Seveso
9 Installations IED
25 INSTALLATIONS
ENREGISTREES

Des contrôles, quels contrôles ?

25.000 ICPE relevant du régime d'autorisation,
1312 en Seveso I & II,
16.000 relevant de l'enregistrement.

Cette carte présente un état des lieux en 2018 des installations classées (autorisées et enregistrées). Pour les installations autorisées est précisé parmi l'ensemble de ces installations, celles relevant de SEVESO et celles relevant de la directive IED (Industrial Emissions Directive). La carte présente également le nombre d'installations enregistrées toutes catégories confondues



La méthanisation, un processus accidentogène

Les inspecteurs de l'environnement chargés des installations classées sont au nombre de **1607** en 2018 (contre **1627** en 2016 et **1555** en 2014) répartis entre

- **1355** pour les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL),
- **207** pour les directions départementales de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP) pour les installations agricoles.
- Selon le plan projeté ENR 2030 (10 000 méthaniseurs), **un inspecteur pour 50 méthaniseurs, soit environ une inspection tous les 4 ans ...**

Et, pendant ce temps là ...



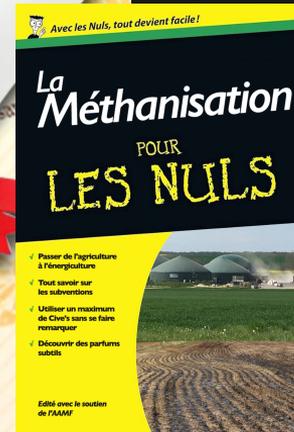
La méthanisation, un processus accidentogène



Compétences et qualification

Aucune formation diplômante exigée, simple formalité de présence, formation par les intégrateurs

Aucune évaluation en conditions critiques



Si un agriculteur peut prétendre savoir réagir en toutes circonstances aux aléas techniques d'un réacteur chimique après une formation de 10 j au mieux ... alors **vous et moi pouvons prétendre devenir agriculteur en 10 j ...**



La méthanisation, un processus accidentogène



Un avenir plus sûr ?

- Moratoire (**demandé depuis 2019**).
- Retour au régime unique autorisation pour les $>20t/j$ (**sans passage possible** $<20t/j$ vers $+ 20t/j$).
- Etudes d'impact **et** PPRT systématiques.
- **Accès** aux délibérés **CODERST**.



La méthanisation, un processus accidentogène

- **Accès à tous les documents** relatifs à la sûreté de fonctionnement.
- Exigences réglementaires à **IEC 61508**.
- Audits et certifications **ANSSI**.
- Des **contrôles fréquents et inopinés**.
- Des **sanctions financières dissuasives** corrélées aux aides, subventions et CA.
- Un circuit judiciaire & administratif non entravé par les courroies préfectorales et ministérielles
- La **fin des dérogations et exceptions** par décrets et le retour au débat parlementaire.

Un avenir
plus sûr ?



La méthanisation, un processus accidentogène

Viser l'acceptabilité impliquerait :

- L'exigence tendant vers le **ZERO défaut** mais aussi les **moyens et garanties qui s'y rattachent**.
- de l'**information** et de la **transparence**.
- de la **concertation préalable** (cf. convention AARHUS).
- de l'**objectivité transpartisane** (cf. CNDP).
- un **bien-fondé écologique, scientifique, économique** démontré (cf. CNVMch, GREFFE, CONFEDERATION PAYSANNE, AMIS DE LA TERRE, etc).
- des **engagements** (et non des promesses) **d'avenir sûr**.

Nous n'héritons pas de la Terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants



La méthanisation, un processus accidentogène



Merci pour votre
intérêt et votre
attention

brouzils.sentinelles.3s.asso@gmail.com
[https://brouzils-sentinelles-asso.over-
blog.com/](https://brouzils-sentinelles-asso.over-blog.com/)

Ce document est le fruit d'un long travail mis à disposition de l'ensemble de la communauté associative du CNVMch.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

- Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
- Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

