

PREAMBULE

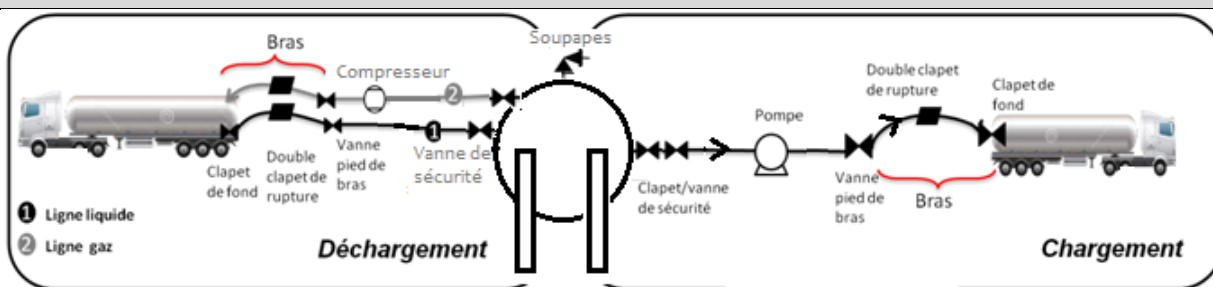
Cette fiche a vocation à servir de support pour les analyses de risques relatives aux postes de transfert des camions-citernes de GPL (déchargement ou chargement) sur des installations classées soumises à autorisation.

Elle fournit des éléments techniques tels qu'une description des installations et des barrières de sécurité qui s'inspirent de pratiques communément retrouvées sur des dépôts de GPL. Les séquences accidentelles présentées restent néanmoins transposables aux postes de déchargement dans des réservoirs GPL situés dans des installations classées soumises à autorisation (avec des adaptations lorsque des équipements tels que des flexibles, la pompe du camion-citerne, une radiocommande, etc sont utilisés). La fiche devra être utilisée en prenant en compte les spécificités de chaque site étudié.

Le contenu de ce document ne se substitue pas à la réglementation en vigueur. Les barrières de sécurité présentées sont une compilation de bonnes pratiques et d'exigences réglementaires, et qui ne représentent pas un minimum requis.

DESCRIPTION

Poste de transfert de GPL sur un dépôt



Mesures générales

- Camions-citernes répondant aux prescriptions de l'ADR
- Formation des conducteurs (ADR et poste de transfert) et contrôle accès site
- Contrôle du camion-citerne à son entrée sur le site (témoins d'échauffement, extincteurs, signalisation, etc)
- Maintenance préventive sur les équipements du site (bras, double clapet de rupture, flexible de la purge, etc)
- Mesures générales de prévention des sources d'inflammation :
 - Citerne désignée « FL » (ADR)
 - Mise à la terre de la citerne
 - Tenue antistatique des opérateurs et conducteurs
 - Interdiction de fumer
 - Obligation de laisser tout appareil électronique à l'entrée du site ou dans la cabine

Indicateurs locaux sur les camions-citernes

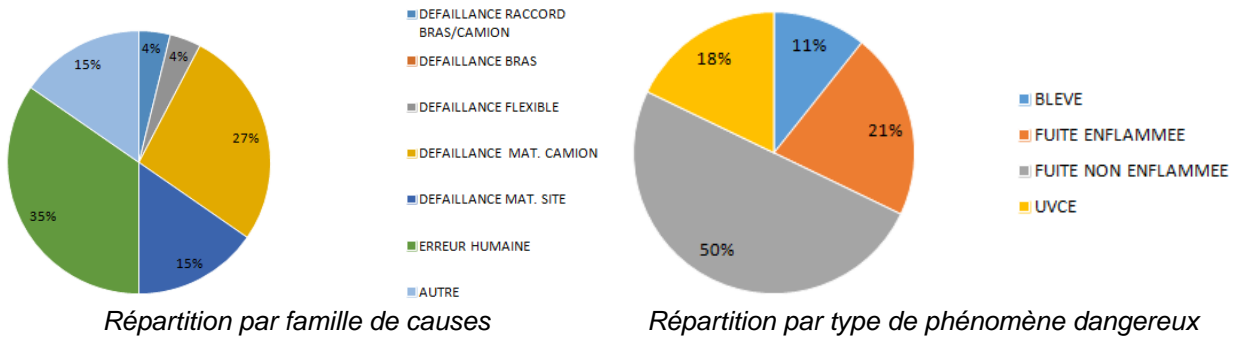
- Manomètre
- Jauge de niveau magnétique ou rotative permettant de suivre le chargement/déchargement de la citerne

Autres mesures éventuelles

- Clapet anti retour sur ligne de déchargement
- Mise en place de cales
- Etc

Analyse du retour d'expérience

Répartition sur 26 événements¹ (de 1958 à aujourd'hui) – Source : BARPI



¹ : uniquement camions-citernes, dans centres emplisseurs / dépôts ou chez des clients industriels (sont donc exclus les wagons-citernes et les livraisons clientèles domestiques petit vrac)

Phénomènes dangereux associés au GPL

➤ **Bras (ou flexible) / Tuyauterie :**

- UVCE / Flash fire
- Jet enflammé

➤ **Citerne**

- UVCE / Flash fire
- Jet enflammé
- BLEVE (froid ou chaud)

Contributions amont et aval pour la modélisation de l'UVCE

Deux cas peuvent se présenter :

- les deux contributions sont alimentées.
Par exemple, lors de la rupture d'un bras de déchargement en cours de remplissage d'un réservoir si aucune barrière de sécurité n'est prise en compte : l'amont est alimenté par la vidange de la citerne (ou des citernes si plusieurs connexions sont possibles), l'aval peut être alimenté par la vidange du réservoir (si remplissage en source) ou d'une autre citerne ;
- une seule contribution est alimentée, l'autre correspondant à la vidange d'un tronçon de canalisation. Dans ce cas, la différence de durée de fuite des deux contributions est encore plus significative que dans le cas précédent. A noter que le débit de dépressurisation d'une canalisation est variable dans le temps, et peut-être calculé par tronçon¹.

Remarque : Lors d'un chargement, l'amont est alimenté par la pompe, alors que l'aval débouchant dans le ciel gazeux du camion-citerne peut être considéré rapidement comme négligeable

De manière générale, l'hypothèse majorante consiste à considérer les deux rejets dans le même sens et à additionner les débits. Cette hypothèse conservatrice est sans doute peu représentative de la réalité dans la plupart des cas, mais on ne dispose pas aujourd'hui de modèle plus précis décrivant la forme d'un nuage alimenté par deux fuites de sens différents.

¹ Le régime permanent étant très rapidement atteint, cette démarche n'a d'intérêt qu'en cas de dépressurisation rapide.

Remarque : D'autres approches peuvent être mises en œuvre dans le cadre d'une étude de dangers.

Quelques éléments de phénoménologie du BLEVE

L'occurrence d'un BLEVE est liée à la rupture brutale d'un réservoir de gaz liquéfié, survenant lorsque le réservoir est soumis à une agression thermique ou mécanique. Le BLEVE peut-être défini comme la vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique.

La notion de BLEVE froid ou chaud se réfère uniquement à la température limite de surchauffe (TLS) du produit :

- une vaporisation qui se produit en dessous de la TLS à pression atmosphérique est généralement appelée « BLEVE froid » ;
- une vaporisation qui se produit au-dessus de la TLS à pression atmosphérique est généralement appelée « BLEVE chaud ».

La distinction entre BLEVE « froid » et BLEVE « chaud » décrite ci-dessus est théorique. En pratique, la transition entre les deux s'effectue de manière continue, et seuls les effets du BLEVE « chaud » sont modélisés.

Note : Alors que les effets de surpression des deux types de BLEVE sont du même ordre de grandeur, les effets thermiques sont plus importants dans le cas d'un BLEVE « chaud ».

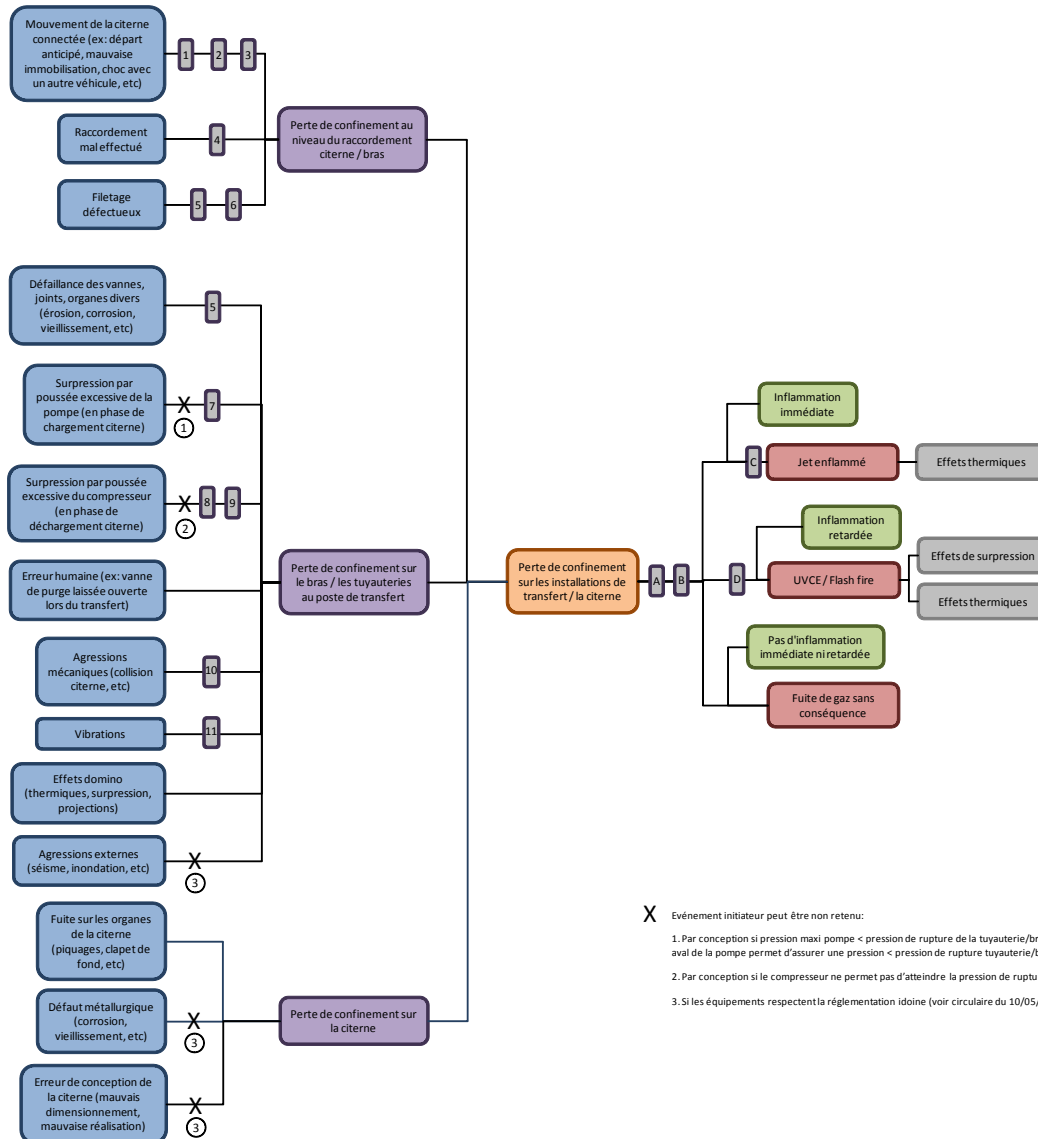
Dans la suite de la fiche, il sera fait référence au phénomène de BLEVE comme la vaporisation explosive d'un liquide porté brutalement à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique, sans distinction entre BLEVE « froid » et BLEVE « chaud ».

NŒUDS PAPILLON

Les nœuds papillon présentés ci-après peuvent servir de support pour les analyses de risques relatives aux postes de transfert des camions de GPL sur des installations classées soumises à autorisation (déchargement ou chargement). Ils détaillent les événements redoutés suivants :

- Perte de confinement sur les installations de transfert (raccordement citerne / bras, bras / tuyauteries, citerne) ;
- Perte d'intégrité de la citerne.

Les barrières de sécurité présentées ici s'inspirent de pratiques communément retrouvées sur des dépôts de GPL. Les séquences accidentelles présentées restent néanmoins transposables aux postes de déchargement dans des réservoirs GPL situés dans des installations classées soumises à autorisation (avec des adaptations lorsque des équipements tels que des flexibles, la pompe du camion-citerne, une radiocommande, etc sont utilisés). La pertinence des barrières de sécurité et des événements initiateurs est à vérifier pour chaque site.



Mesures de prévention

1. Calés
2. Clapet de fond de la citerne (fermeture asservie au relâchement du frein à main)*
3. Double clapet de rupture sur le bras
4. Procédure de démarrage progressif du transfert
5. Suivi périodique des installations
6. Vérification visuelle du bon état du filetage
7. Pressostat au refoulement de la pompe: arrêt de la pompe sur pression haute
8. Pressostat au refoulement du compresseur: arrêt du compresseur sur pression haute
9. Soupape en aval du compresseur**
10. Condamnation de la zone pendant le transfert
11. Contrôle vibratoire des machines tournantes

*: barrière non efficace vis-à-vis de la fuite côté installation fixe

** : l'ouverture de la soupape en aval du compresseur peut conduire à un scénario de jet enflammé ou d'UVCE selon l'endroit où est canalisé le rejet.

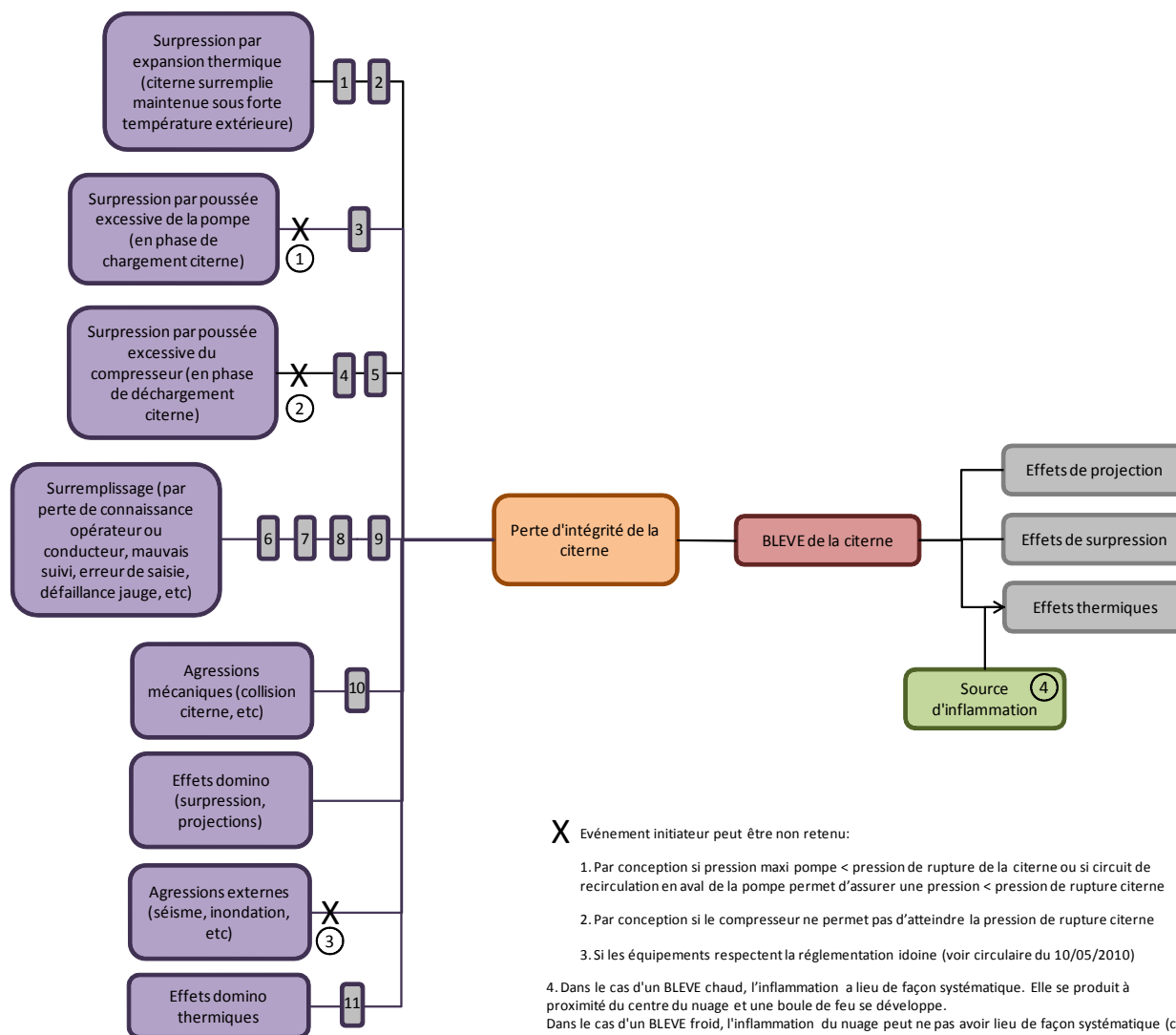
Mesures de protection / intervention

- A. Fermeture du clapet de fond de la citerne asservie au BAU citerne*
- B. Fermeture de la vanne pied de bras et arrêt de l'installation + éventuellement fermeture du clapet de fond de la citerne asservis au BAU site
- C. Détection incendie (fusible ou détecteurs flammes ou détection humaine); arrêt de l'installation et aspersion (automatique ou manuelle avec canons ou lances ou rampes d'arrosage)
- D. Détection GAZ: 20% LIE: Alarme - 50% LIE: arrêt de l'installation

*: barrière non efficace vis-à-vis de la fuite côté installation fixe

X Événement initiateur peut être non retenu:

1. Par conception si pression maxi pompe < pression de rupture de la tuyauterie/bras ou si circuit de recirculation en aval de la pompe permet d'assurer une pression < pression de rupture tuyauterie/bras
2. Par conception si le compresseur ne permet pas d'atteindre la pression de rupture tuyauterie/bras
3. Si les équipements respectent la réglementation idoine (voir circulaire du 10/05/2010)



X Evénement initiateur peut être non retenu:

1. Par conception si pression maxi pompe < pression de rupture de la citerne ou si circuit de recirculation en aval de la pompe permet d'assurer une pression < pression de rupture citerne
2. Par conception si le compresseur ne permet pas d'atteindre la pression de rupture citerne
3. Si les équipements respectent la réglementation idoine (voir circulaire du 10/05/2010)

4. Dans le cas d'un BLEVE chaud, l'inflammation a lieu de façon systématique. Elle se produit à proximité du centre du nuage et une boule de feu se développe.
 Dans le cas d'un BLEVE froid, l'inflammation du nuage peut ne pas avoir lieu de façon systématique (cas d'un surremplissage par exemple). Le cas échéant, la présence d'une source d'inflammation conduira à un incendie (apparition d'une boule de feu au sol).

Mesures de prévention

1. Vérification avant sortie site que la citerne ne soit pas surremplie
2. Barèmes ADR: remplissage de sorte à ce que si la température extérieure atteint 50°C, le taux de remplissage ne dépasse pas 95%
3. Pressostat au refoulement de la pompe: arrêt de la pompe sur pression haute
4. Pressostat au refoulement du compresseur: arrêt du compresseur sur pression haute
5. Soupape en aval du compresseur*
6. Arrêt automatique du chargement quand quantité atteinte**
7. Fermeture de la vanne pied de bras asservie au dispositif homme mort**
8. Contrôle du remplissage par pont bascule (pesée) ou par système de barèmes
9. Fermeture de la vanne pied de bras asservie à sonde de niveau de la citerne (pour petits porteurs)
10. Condamnation de la zone pendant le transfert
11. Détection incendie (fusible ou détecteur flammes ou détection humaine): arrêt de l'installation et aspersion (automatique ou manuelle avec canons ou lances ou rampes d'arrosage)

*: l'ouverture de la soupape en aval du compresseur peut conduire à un scénario de jet enflammé ou d'UVCE selon l'endroit où est canalisé le rejet.

** En mode self-service

DONNEES DE FREQUENCES DE PERTES DE CONFINEMENT

Les données de fréquences ci-dessous sont tirées de trois bases de données différentes et traitent des pertes de confinement liées aux opérations de transfert de camions-citernes de GPL. Elles peuvent être utilisées pour l'évaluation de la probabilité d'occurrence annuelle des phénomènes dangereux introduits précédemment, lorsque la cotation est réalisée depuis l'événement redouté central².

Equipements	BEVI [5] (Pays-Bas)	FRED [6] (Angleterre)	HANDBOOK [7] (Belgique flamande)
Rupture flexible	4E-06/h	4E-05/opération	5.40E-7/h
Rupture bras	3E-08/h	/	3E-08/h
Fuite flexible	4E-05/h (10% DN)	1.30E-05/opération (fuite 5 mm)	5.40E-06/h (10% DN)
Fuite bras (10% DN)	3E-07/h	/	3E-07/h
Rupture citerne routière	5E-07 / citerne / an	/	1.10E-06 / citerne / an
Fuite citerne routière	/	/	1.10E-05 / citerne / an

Notes :

- Une autre approche de quantification peut être envisagée dans le cadre d'une étude de dangers (cotation par événements initiateurs ou directement au niveau du phénomène dangereux).
- La circulaire du 10 mai 2010 permet d'attribuer au BLEVE d'une citerne une classe de probabilité E dans la mesure où le poste de transfert dispose a minima d'un système d'arrosage automatique et une mise en sécurité du site, tous les deux asservis à la fois à une détection flamme, une détection gaz et une intervention humaine sur arrêt d'urgence. Ceci n'est valable que si :
 - Le poste dispose des sécurités habituellement présentes sur ce type d'installation ;
 - Les sécurités mises en place sont effectivement fiables (dimensionnement, maintenance, etc).
- Les probabilités d'inflammation immédiates et retardées peuvent être estimées à l'aide du rapport [8], selon que le rejet est continu ou instantané.

² Le choix de la base de données la plus pertinente sera à réaliser. Le rapport INERIS n°DRA-12-124789-07543A « Panorama des sources de données utilisées dans le domaine des analyses quantitatives des risques » du 20/12/2012 peut être un support à cette démarche.

REFERENCES

- [1] LIM, S. Influence des enseignements tirés d'accidents impliquant des stockages de GPL dans l'évolution des guides de bonnes pratiques à l'étranger. DRA-08-85166-00650B. INERIS : 2008
- [2] Comité Français du Butane et du Propane, [en ligne], <http://www.cfbp.fr/>
- Modélisation des phénomènes dangereux :
- [3] UVCE : <http://www.ggm.dire.gouv.fr/environnement/projetHC/ReglementationICPE/EDD/fiche3Uvce.pdf>
- [4] BLEVE :
<http://www.ggm.dire.gouv.fr/environnement/projetHC/ReglementationICPE/EDD/fiche4BLEVE.pdf>
- Données de probabilité:
- [5] Reference manual BEVI risk assessment - Janvier 2009
- [6] FRED - Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments - Juin 2012
- [7] Handboek Faalfrequenties ; Appendix to Handbook failure frequencies – 2009
- [8] FLAUW, Y. Proposition d'une méthode semi-quantitative d'évaluation des probabilités d'inflammation - DRA-13-133211-12545A. INERIS : 2015
- [9] LENOBLE, C. Approche probabiliste – Guide pratique pour la validation des probabilités des phénomènes dangereux des dépôts de gaz de pétrole liquéfié (GPL) – 3^{ème} version. DRA-13-133211-08941A. INERIS : 2014
- [10] Badoris, [en ligne], <http://www.ineris.fr/badoris/>
- [11] DE DIANOUS, V., LE, N. T. Evaluation des performances des Barrières Techniques de Sécurité - Ω 10. DRA-08-95403-01562B. INERIS : 2008
- [12] MICHE, E., PERINET, R. Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité - Ω 20. DRA-09-103041-06026B. INERIS : 2009.
- [13] LENOBLE, C. Panorama des sources de données utilisées dans le domaine des analyses quantitatives des risques. DRA-12-124789-07543A. INERIS : 2012.