

# Approche comparée des sites Orano Tricastin et Malvésy pour évaluer *a posteriori* les valeurs de référence des sols

Catherine MERCAT, Stéphanie WILLEMIN, Laurence VIGET

**Partenaires :**

ANTEA  
EDF



# Sommaire

**1. Valeurs de référence : Quoi ? Pourquoi ?**

**2. Guides et normes de référence**

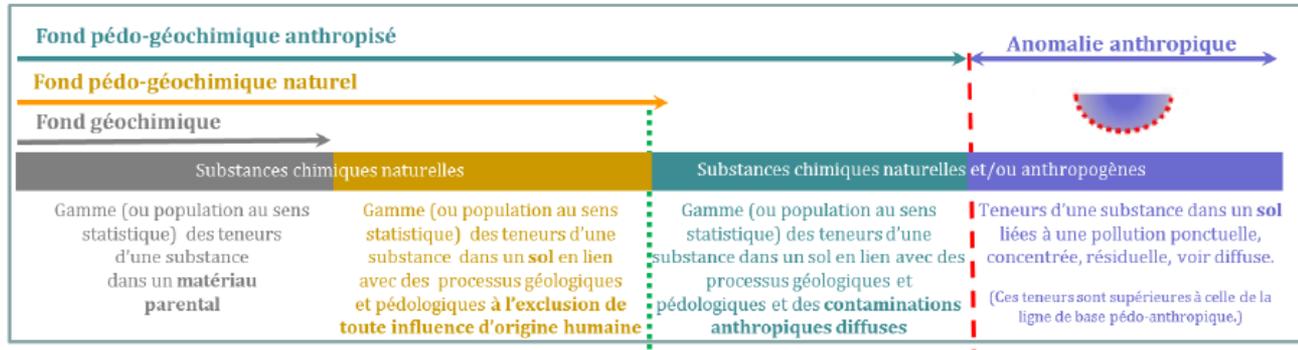
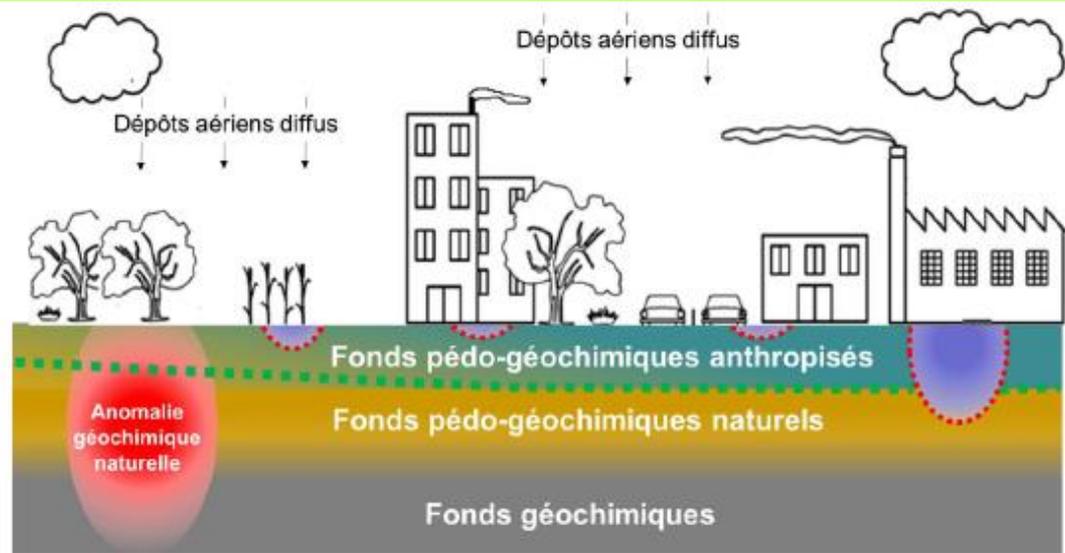
**3. Deux cas d'application**

- a. Site de Malvésí
- b. Site de Tricastin

**4. Enseignements**

# Quoi ?

## ~~Bruit de fond~~



# Pourquoi ?

**Données indispensables dans nombre de situations pour lesquelles il est nécessaire de disposer d'un référentiel de comparaison :**

- diagnostic de qualité des sols,
- étude d'impact des rejets chroniques,
- résultats de surveillance de l'environnement,
- évènement incidentel générant un déversement,
- assainissement des sols dans le cadre de démantèlement ou de cessation d'activité ...

**... mais données jamais pleinement disponibles !**

- ✓ Perte de connaissance de l'historique des données liées au démarrage des activités pour les sites anciens,
- ✓ Référentiel historique qui n'imposait pas autant d'acquisition de données qu'aujourd'hui,
- ✓ Vie industrielle des sites ayant pu conduire à introduire des terres de différentes provenances pour la réalisation de remblai,
- ✓ Evolution des activités autour des sites ayant pu conduire à une influence anthropique externe observable dans les sols : influence agricole sur les composés nitrés et/ou sur certains métaux lourds, influence des pratiques de brûlage, influence d'autres activités industrielles installées aux abords des sites ...

# Le référentiel méthodologique

- Norme ISO 19258
- Caractérisation de l'Environnement Local Témoin Guide INERIS (2017)
- Guides ADEME (2018)

norme française

ISSN 0335-3931

**NF EN ISO 19258**  
Septembre 2018

Indice de classement : X 31-606

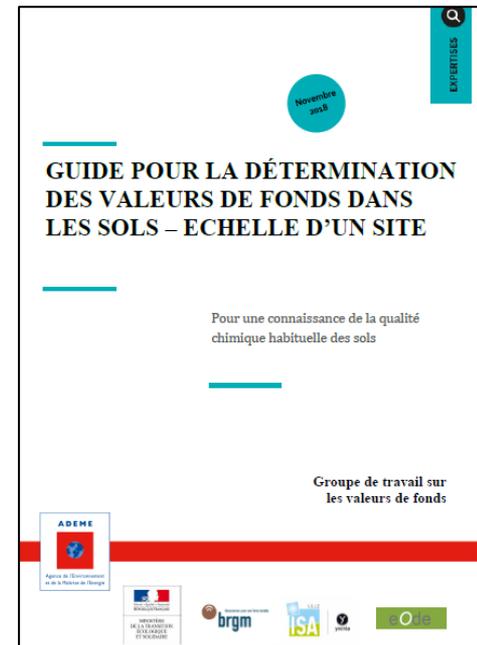
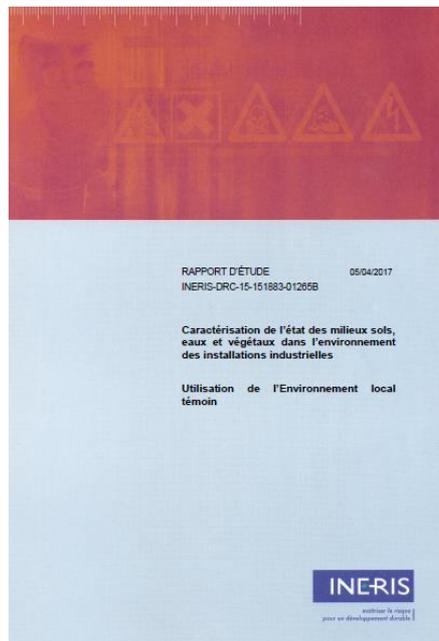
ICS : 13.080.01

**Qualité du sol — Recommandations  
pour la détermination des valeurs de fond**

E : Soil quality — Guidance on the determination of background values  
D : Bodenbeschaffenheit — Leitfaden zur Bestimmung von Hintergrundwerte

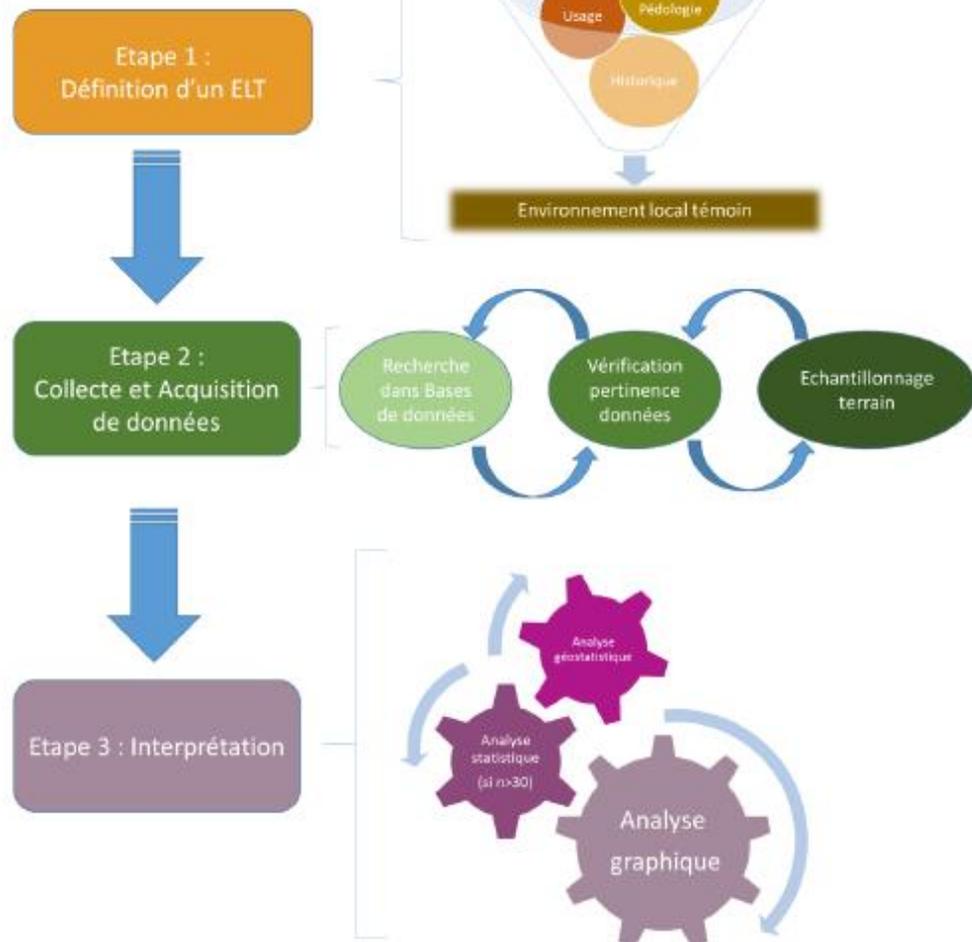
## Norme française

homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR en octobre 2018.



# Méthode de référence

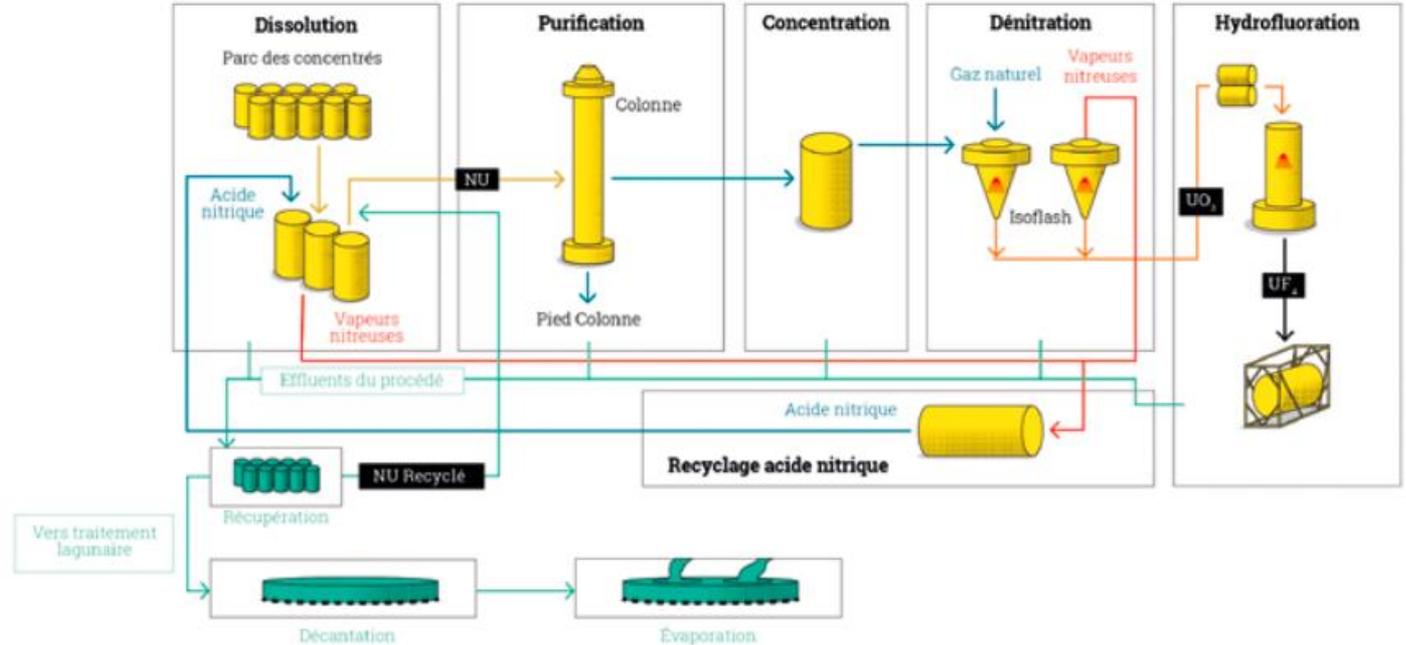
Basée sur le « Guide pour la détermination des valeurs de fonds dans les sols –Echelle d'un site » [ADEME and coll. Mai 2018]



# Orano-Malvési

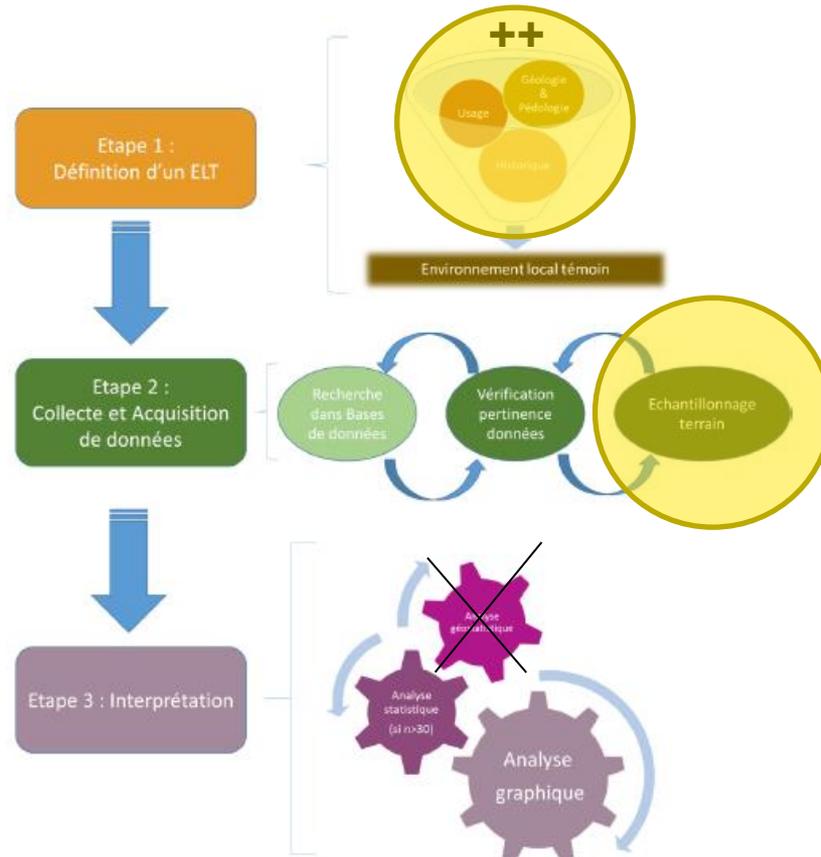


Schéma de fabrication de l'UF<sub>4</sub>



# Méthode appliquée pour Malvésí

Basée sur le « Guide pour la détermination des valeurs de fonds dans les sols –Echelle d'un site » [ADEME and coll. Mai 2018]



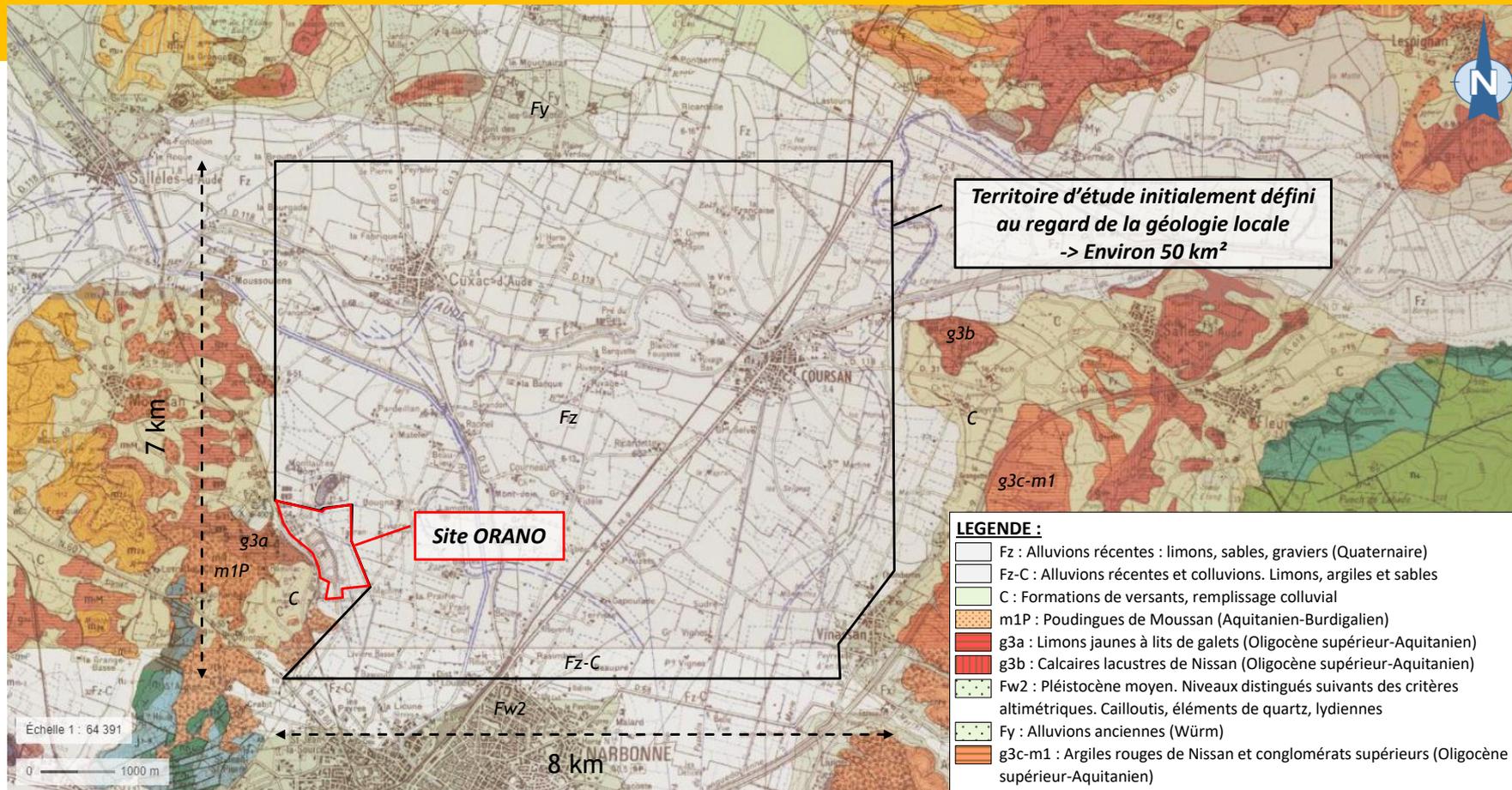
# Zonage de l'étude

Conformément à la méthodologie définie par l'ADEME, l'Environnement Local Témoin (ELT) est un **environnement considéré comme n'étant pas affecté par les activités de l'installation étudiée (ORANO MALVESI)** ou par toute autre activité d'origine anthropique, **présentant un usage équivalent ou moins impactant**, et situé dans une **même zone géographique** dont les **caractéristiques géologiques/lithologiques/climatiques sont similaires** à celles du site d'étude.

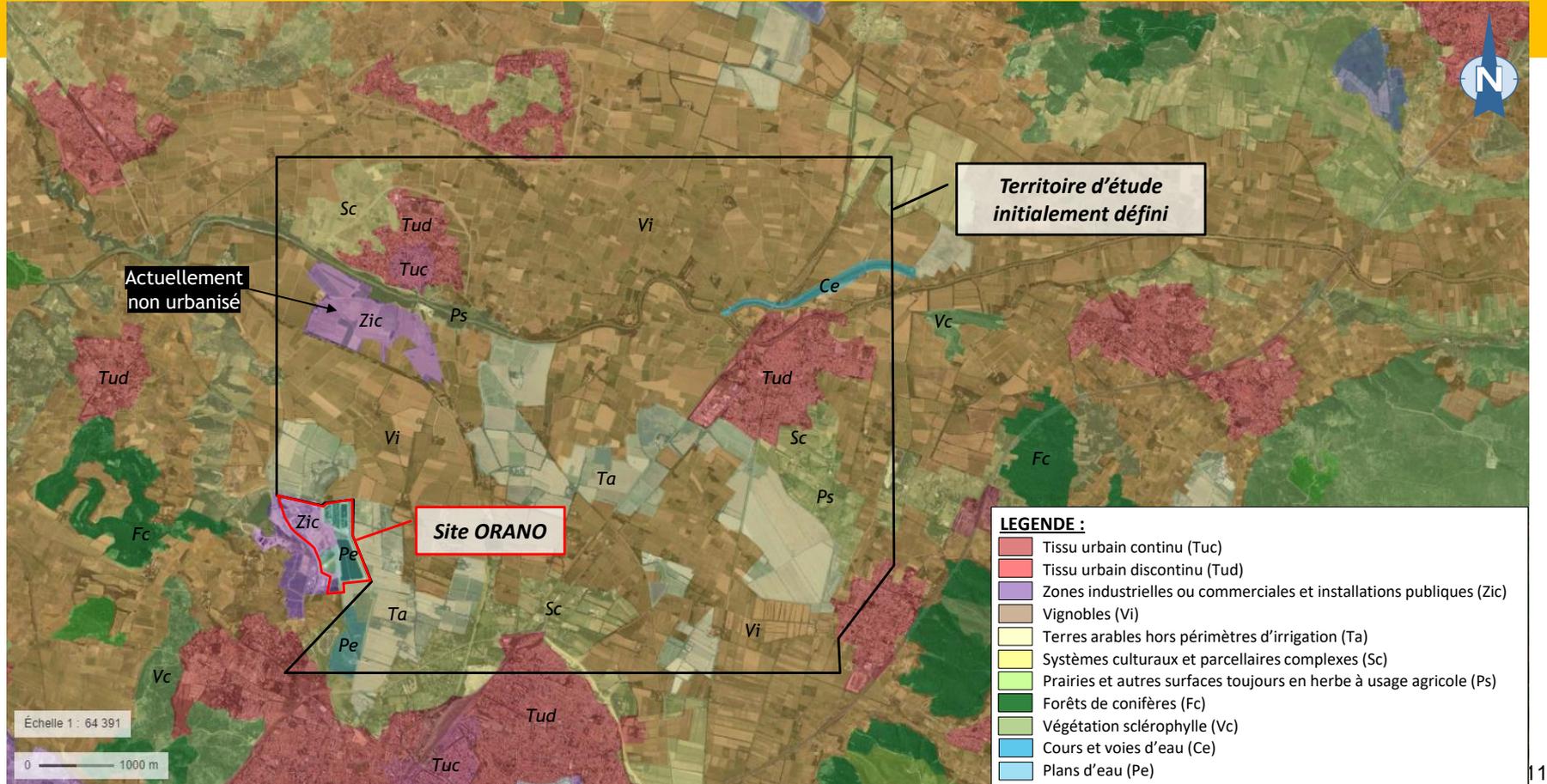


- Investiguer en zone géologique et lithologique similaire à celle observable au droit du site ORANO
- Eviter les zones urbaines et autant que possible les zones viticoles
- Eviter les parcelles sous les vents dominant de l'usine ORANO
- Eviter les zones au droit et à proximité immédiate d'installations classées et/ou de sites industriels et/ou de sites connus comme étant pollués (ICPE, BASIAS et/ou BASOL)
- Eviter les prélèvements à moins de 50 m d'un axe routier et éviter les bords de parcelles, les lisières, les bords de route et de chemin, en proximité immédiate avec une ferme
- Eviter les sols récemment labourés et en période de sécheresse et/ou ayant fait l'objet d'un apport d'engrais ...

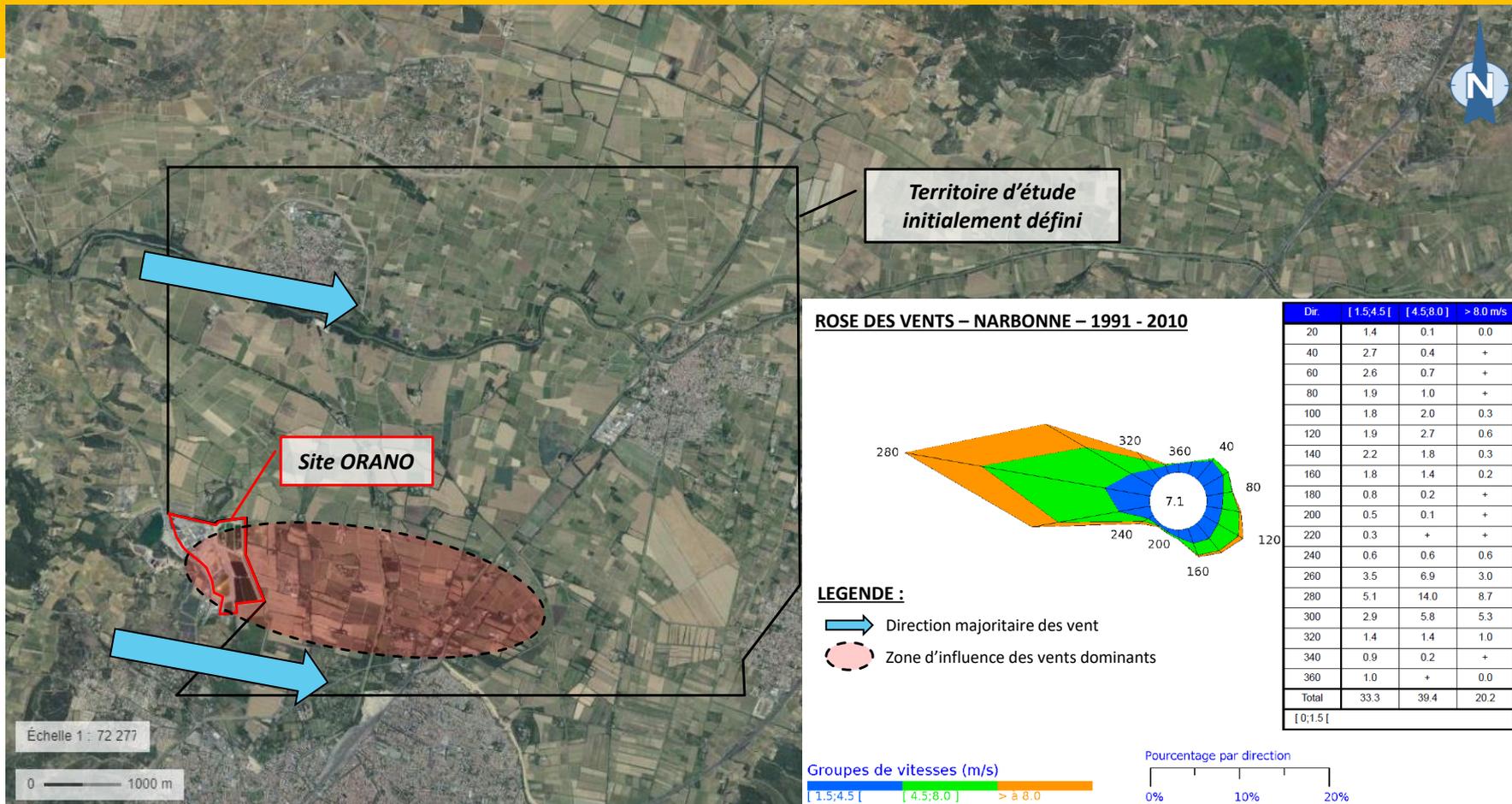
# Géologie locale - Feuilles de Béziers n° 1039 et de Narbonne n° 1061 :



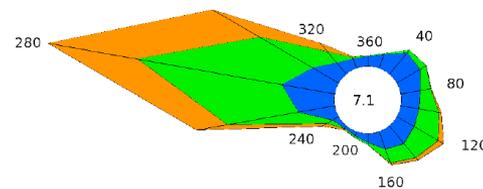
# Occupation actuelle des sols - Corine Land Cover - 2018 :



# Rose des vents - Narbonne - 1991-2010 :



**ROSE DES VENTS – NARBONNE – 1991 - 2010**

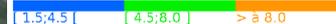


**LEGENDE :**

- Direction majoritaire des vent
- Zone d'influence des vents dominants

Dir.	[1,5;4,5[	[4,5;8,0[	> 8,0 m/s	Total
20	1.4	0.1	0.0	1.5
40	2.7	0.4	+	3.0
60	2.6	0.7	+	3.3
80	1.9	1.0	+	2.9
100	1.8	2.0	0.3	4.0
120	1.9	2.7	0.6	5.2
140	2.2	1.8	0.3	4.3
160	1.8	1.4	0.2	3.4
180	0.8	0.2	+	1.1
200	0.5	0.1	+	0.6
220	0.3	+	+	0.5
240	0.6	0.6	0.6	1.8
260	3.5	6.9	3.0	13.4
280	5.1	14.0	8.7	27.9
300	2.9	5.8	5.3	14.0
320	1.4	1.4	1.0	3.8
340	0.9	0.2	+	1.2
360	1.0	+	0.0	1.0
Total	33,3	39,4	20,2	92,9
[0,15[				7,1

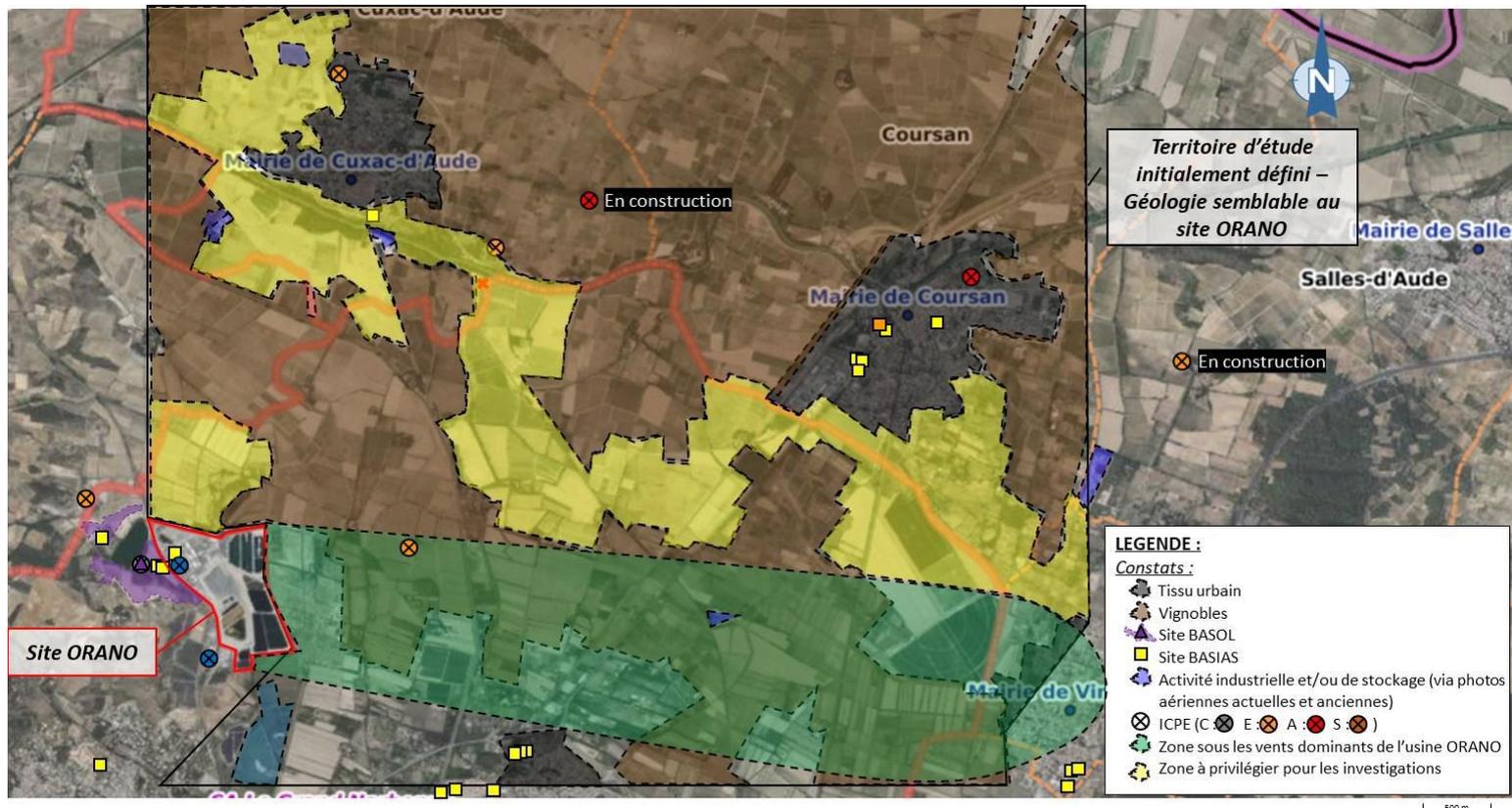
Groupes de vitesses (m/s)



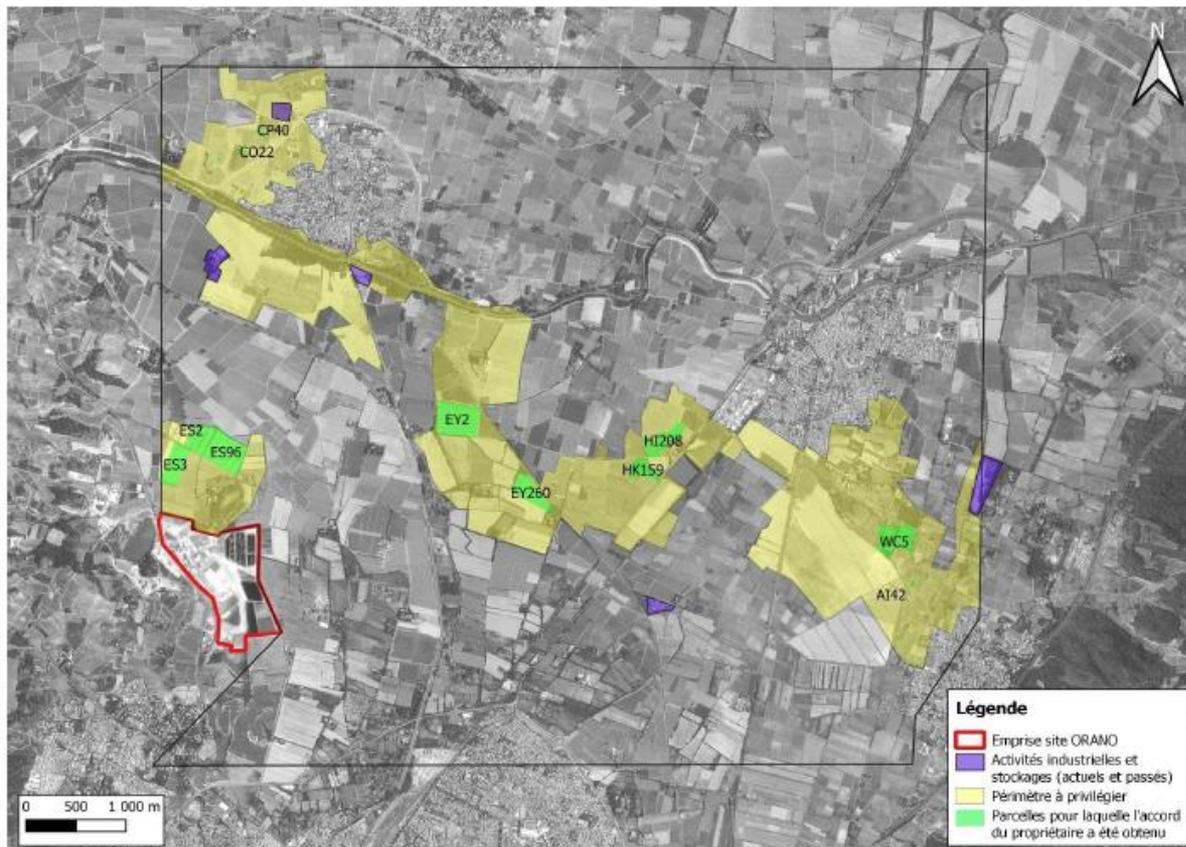
Pourcentage par direction



# Après application des différents critères, la zone d'investigation est restreinte !



# ... et il faut encore l'accord des propriétaires



# Sur le terrain ...



28 sondages à 3 mètres de profondeur ont été réalisés en avril 2022, répartis sur 15 parcelles.

Neuf parcelles présentaient un usage agricole (hors vignobles) et six parcelles ne présentaient aucun usage.

Ainsi, les parcelles sélectionnées présentaient un usage dit « moins impactant » que l'activité industrielle du site Orano.

# Gammes de valeurs (1/2)

Les gammes de bruit de fond retenues sont calculées telles que :

- La borne haute correspond au 75<sup>ème</sup> percentile (Q75) du traitement statistique  $x (1 + \%_{\text{incertitude analytique}})$  ;
- La borne basse correspond au 25<sup>ème</sup> percentile (Q25) du traitement statistique  $x (1 - \%_{\text{incertitude analytique}})$ .

Paramètre	Unité	Gammes de bruit de fond définies dans la présente étude	
		Tous horizons	Sols superficiels (20 premiers cm)
<b>Eléments traces (ET) - métaux et métalloïdes</b>			
Arsenic (As)	mg/kg	6,7 à 17,8	-
Bore (B)	mg/kg	5 à 8,1	-
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,4 à 0,85	0,5 à 3,9
Chrome (Cr)	mg/kg	11,7 à 25,3	-
Cuivre (Cu)	mg/kg	7,6 à 84,8	59,8 à 255,7
Magnesium (Mg)	mg/kg	5 565 à 6 285	-
Mercuré (Hg)	mg/kg	0,1	-
Molybdène (Mo)	mg/kg	1	-
Nickel (Ni)	mg/kg	13,7 à 23,7	-
Plomb (Pb)	mg/kg	9,3 à 33,9	21,2 à 56,2
Silicium (Si)	mg/kg	478 à 835	-
Sélénium (Se)	mg/kg	0,5 à 0,72	-
Zinc (Zn)	mg/kg	31,8 à 78,8	-
<b>Uranium, activités alpha et beta</b>			
Activité alpha globale	Bq/kg	290 à 342	-
Activité beta globale	Bq/kg	523 à 646	-
Uranium total	mg/kg	1	-

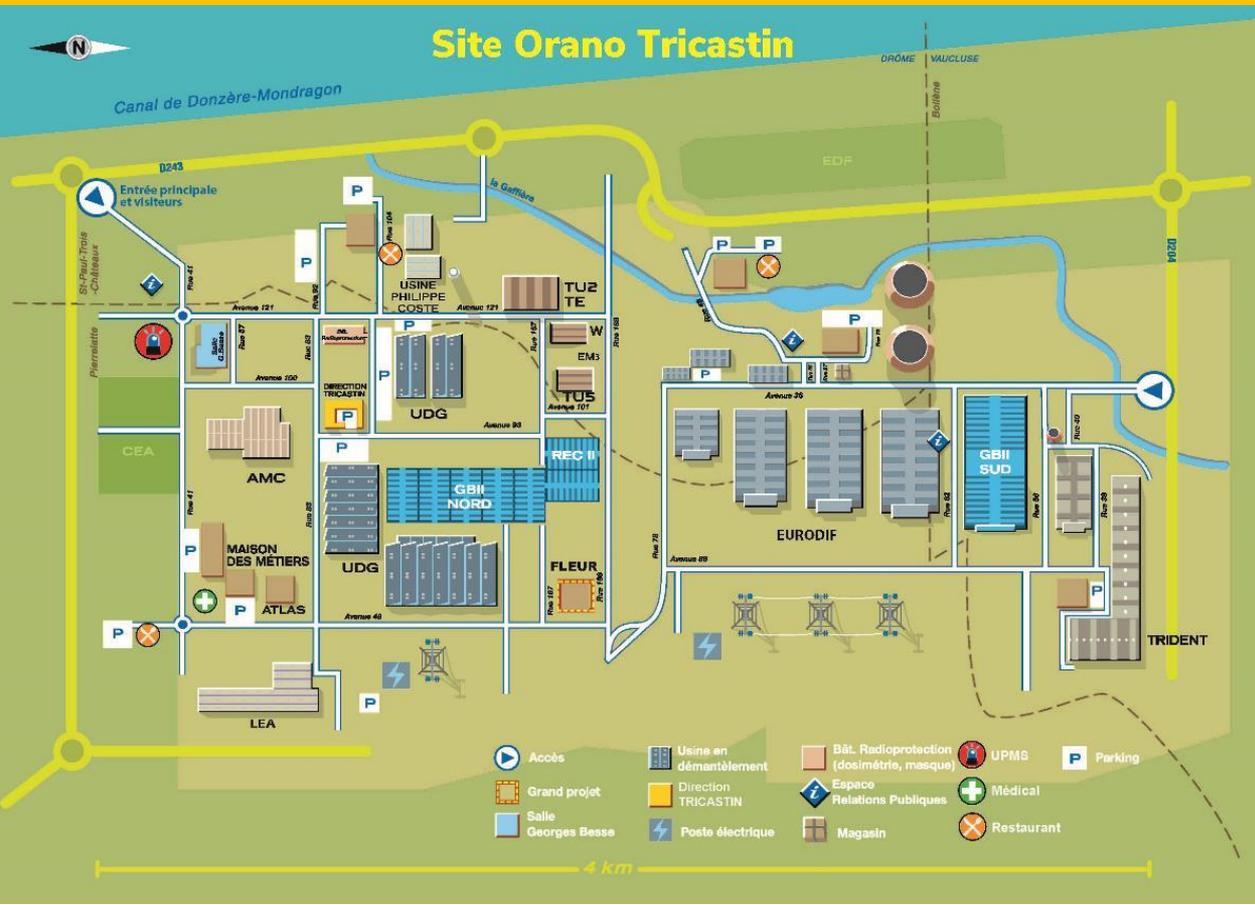
# Gammes de valeurs (2/2)

Les gammes de bruit de fond retenues sont calculées telles que :

- La borne haute correspond au 75<sup>ème</sup> percentile (Q75) du traitement statistique  $x (1 + \%_{\text{incertitude}} \text{ analytique})$  ;
- La borne basse correspond au 25<sup>ème</sup> percentile (Q25) du traitement statistique  $x (1 - \%_{\text{incertitude}} \text{ analytique})$ .

Paramètre	Unité	Gammes de bruit de fond définies dans la présente étude	
		Tous horizons	Sols superficiels (20 premiers cm)
<b>Hydrocarbures totaux (HCT)</b>			
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg	15 à 36,7	10,8 à 105,4
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>			
Naphthalène	mg/kg	0,05	-
Phénanthrène	mg/kg	0,05 à 0,74	-
Fluoranthène	mg/kg	0,05	0,05 à 0,16
Pyrène	mg/kg	0,05	0,05 à 0,16
Benzo(a)anthracène	mg/kg	0,05	-
Chrysène	mg/kg	0,05	-
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0,05	0,05 à 0,14
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0,05	-
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg	0,05	-
<b>Dioxines et furannes</b>			
Dioxines et furanes	ng/kg	3	-
<b>Autres paramètres</b>			
Ammonium	mg/kg	20 à 22,9	-
Chlorure soluble	mg/kg	40,4 à 209,7	-
Nitrate soluble (NO3)	mg/kg	20 à 41,73	49 à 234
Sulfate soluble (SO4)	mg/kg	50 à 418	-

# Orano-Tricastin

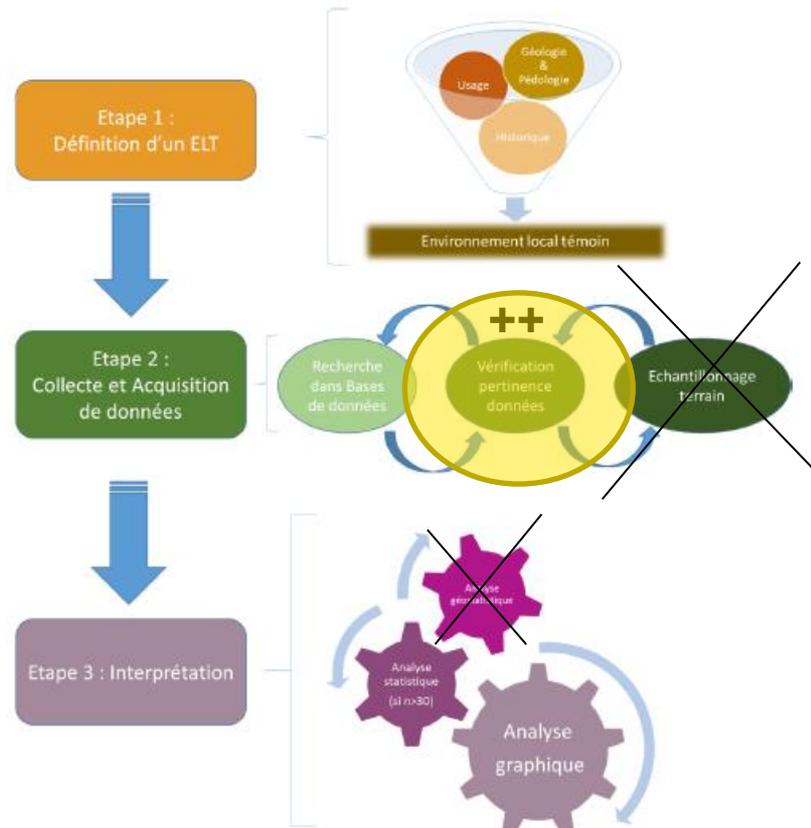


- Accès
- Usine en démantèlement
- Bât. Radioprotection (dosimétrie, masque)
- UPMS
- Parking
- Grand projet
- Direction TRICASTIN
- Espace Relations Publiques
- Médical
- Poste électrique
- Magasin
- Poste électrique
- Magasin
- Restaurant



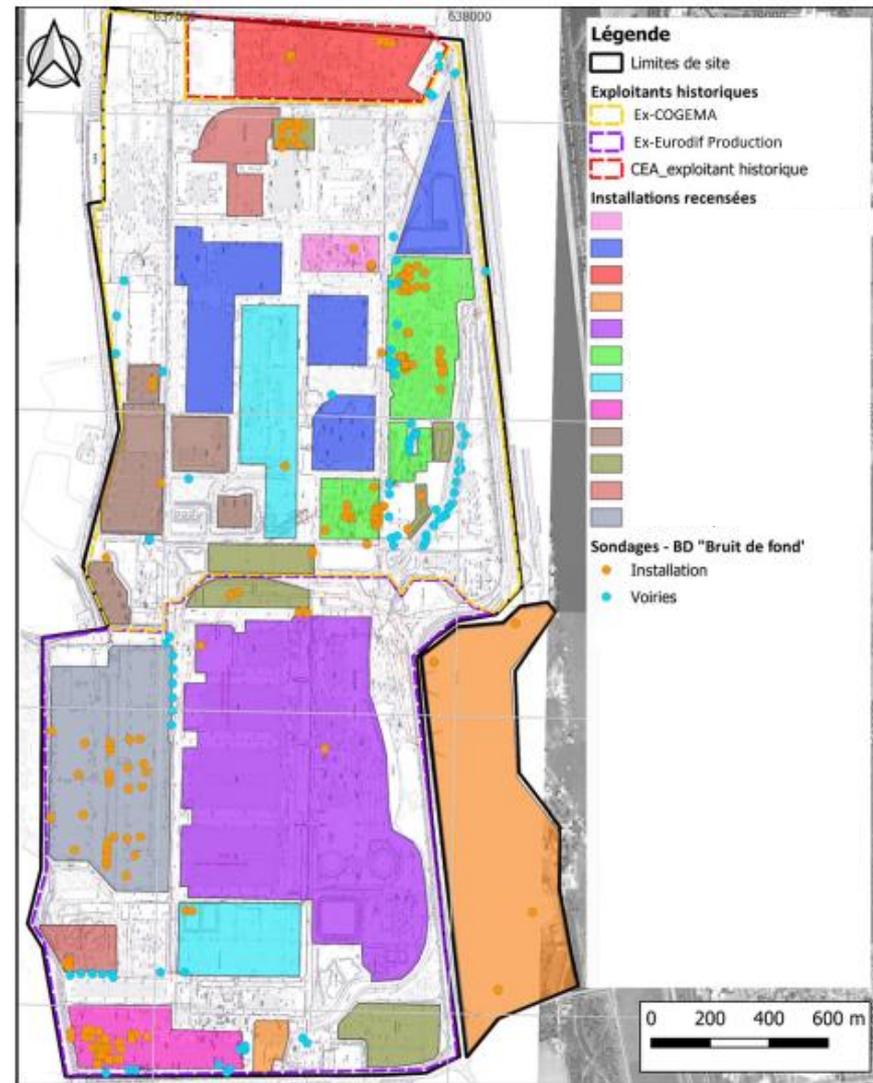
# Méthode appliquée pour Tricastin

Basée sur le « Guide pour la détermination des valeurs de fonds dans les sols –Echelle d'un site » [ADEME and coll. Mai 2018]



# Zonage du site

Le guide de l'ADEME pour la détermination des valeurs de bruit de fond dans les sols à l'échelle d'un site propose une méthodologie basée sur **l'identification d'une zone ou d'un ensemble de zones, comprenant les mêmes milieux d'exposition (des sols de même nature par exemple), pour lesquels l'étude historique a démontré l'absence d'influence du site pollué étudié ou d'une autre source de pollution significative et correspondant à l'Environnement Local Témoin**



# Collecte des données

Nombre d'échantillons	Total	Localisés (X, Y)	Horizon connu	Description lithologique	Informations complètes	
Tous les échantillons	631	560	557	594	557	88%
Tous les échantillons (hors bétons, enrobé, tas etc.)	487	453	455	487	453	93%
<i>Echantillons prélevés au droit de zones à l'impact potentiel <u>mal défini</u></i>	16	0	9	16	0	0%
<i>Echantillons prélevés au droit de zones potentiellement impactées <u>connues</u></i>	331	313	317	331	313	95%
Echantillons localisés hors zone d'impact potentiel (ELT)	140	140	129	140	129	92%

*Issus de 73 prestations d'analyses de sols (2014-2018)*

# Résultats

Si au moins  
30 données

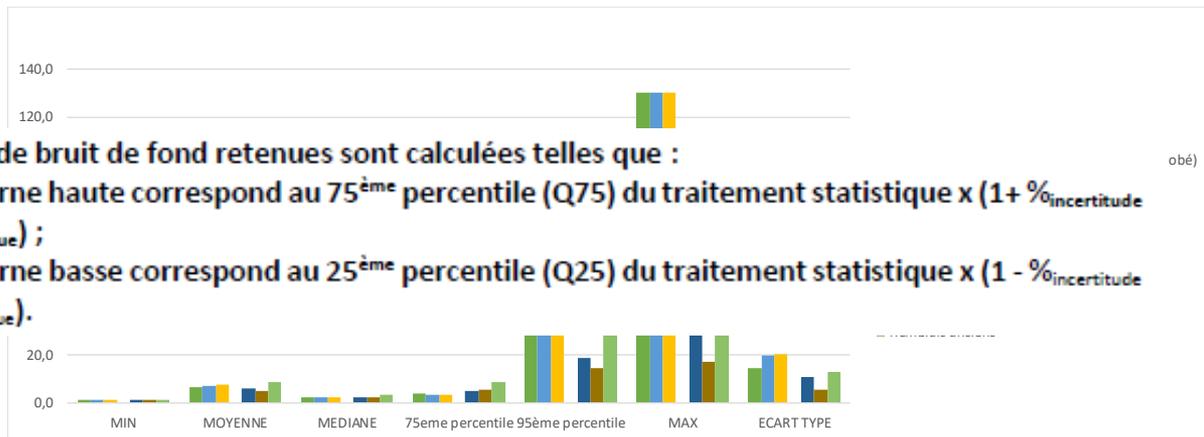
Elimination des  
« outliers »  
(>Q90)

- Un résumé statistique pour chaque substance et chaque typologie de terrain:

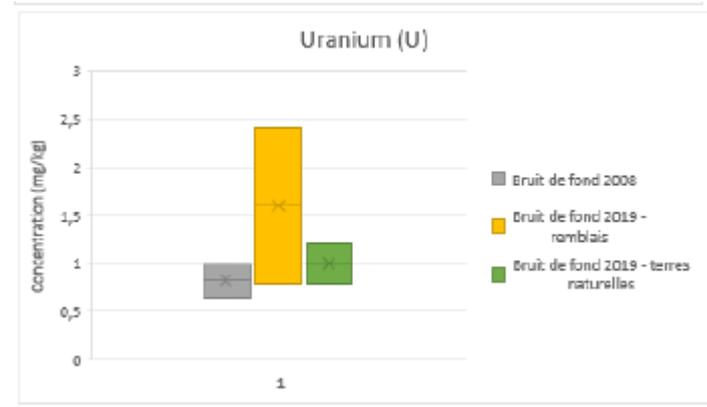
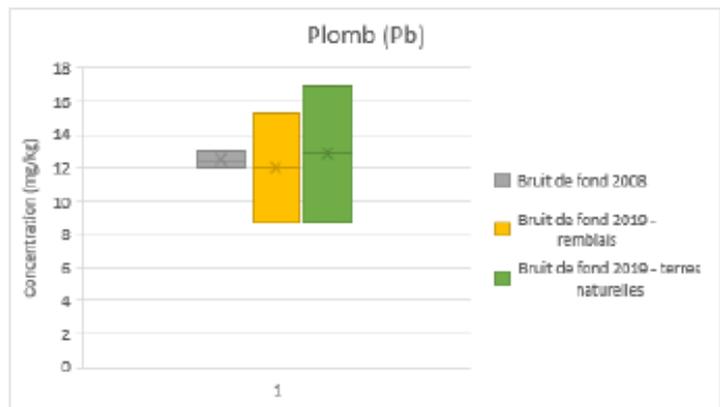
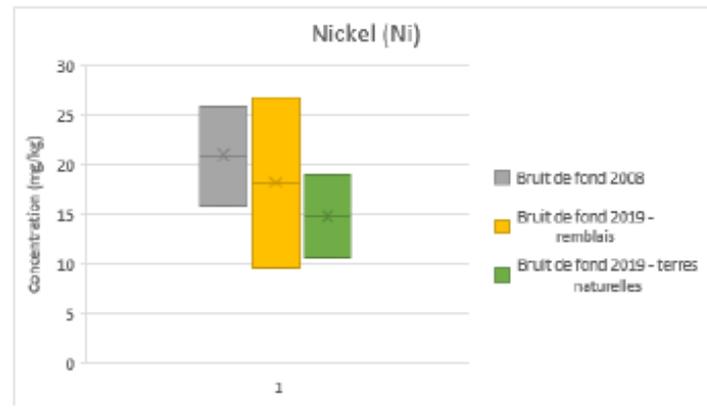
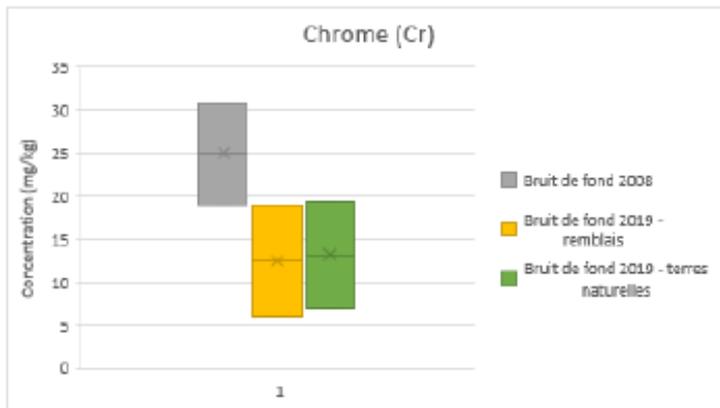
- o Minimum ;
- o Percentile 25 (Q25) ;
- o Moyenne ;
- o Médiane / Valeur Centrale (Q50) ;
- o Percentile 75 (Q75) ;
- o Percentile 90 (Q90) ;
- o Percentile 95 (Q95) ;
- o Maximum ;
- o Etendue ;
- o Variance ;
- o Ecart type.

- Des représentations graphiques afin de compléter et d'illustrer les résumés statistiques :

- o Cartographie de distribution des valeurs ;
- o Histogrammes.



# Exemples de gammes Bruit de Fond 2019 (provisoire) comparées aux valeurs définies en 2008



# Enseignements

Plusieurs approches sont utilisables pour explorer les valeurs de référence dans les sols. Le choix d'une méthodologie plutôt que l'autre peut utilement se baser sur une analyse avantages-inconvénients :

Campagne Terrain	Analyse statistique
Gammes de valeurs bien argumentées par des <b>mesures récentes</b>	Gammes de valeurs bien argumentées par des <b>statistiques robustes</b>
Contraintes pour identifier ELT	Doute / influence site
Déploiement moyens sur le terrain	Besoin de données en quantité et en qualité

*L'expérience montre que les gammes de valeurs issues des études récentes ne modifient pas significativement les valeurs min-max historiquement utilisées.*



**orano**

Donnons toute sa valeur au nucléaire