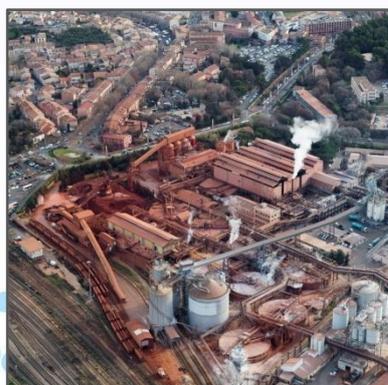


Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Qualité de l'air autour des sites ALTEO de Gardanne et Mange-Garri

Campagne 2017 : Premier trimestre de mesures



www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

► RESUME : QUALITE DE L'AIR AUTOUR DES SITES ALTEO DE GARDANNE ET MANGE-GARRI

La campagne de surveillance des deux sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri a débuté le 24/02/2017. Cette campagne de surveillance a pour objectif de produire les données nécessaires à la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires des deux sites, concernant le volet atmosphérique ; et d'évaluer la contribution de ces derniers sur la qualité de l'air.

Afin de répondre à cet objectif un dispositif de surveillance a été mis en place. Ce dispositif est axé sur le suivi des substances particulières (toutes sources d'émissions confondues) : les **particules sédimentables** et les particules en suspension (**PM10 et PM2.5**) ; ainsi que sur la composition en **métaux** de celles-ci afin de discriminer les sources d'émissions potentielles.

Pour ce faire, Air PACA a complété le dispositif de surveillance existant (1 site à Gardanne) par 6 sites de mesures supplémentaires. Outre ces 7 sites de mesures, Air PACA a conduit, en parallèle, des mesures identiques sur un site « Témoin » (site non exposé aux émissions caractéristiques des sites ALTEO).

Le présent document fait état des résultats du premier trimestre de mesures (mars à mai 2017).

► Particules fines (PM10 et PM2.5)

Au cours du premier trimestre de mesures, les niveaux moyens de PM10 et de PM2.5 sur les différents sites de surveillance sont du même ordre de grandeur ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2.5) et en deçà de ceux mesurés sur le site « Témoin ».

Néanmoins, l'analyse de l'évolution temporelle des concentrations a permis de mettre en évidence que dans certaines conditions météorologiques, les concentrations sur la station fixe de Gardanne pouvaient être supérieures à celles observées sur le site « témoin » et influencées par différentes sources d'émission. Néanmoins, la quantité de données concernant la composition en métaux des particules ne permet pas de les identifier de façon précise. Les sources d'émissions influençant les concentrations en PM10 et PM2.5 dans certaines conditions météorologiques ne peuvent donc pas être identifiées avec certitude, seules des hypothèses peuvent être émises telles que :

- l'influence potentielle du ré-envol de poussières du stockage de bauxite du site ALTEO de Gardanne sur les concentrations en PM10 par vent fort de secteur Nord-Nord-Ouest ;
- l'influence potentielle des axes de circulation automobiles ou des émissions du site de Gardanne sur les concentrations en PM10 et PM2.5 par vents faibles à modérés de secteur Ouest-Nord-Ouest.

► Particules sédimentables

Les mesures de particules sédimentables étant réalisées à un pas de temps mensuel, les séries de données ne sont pas suffisantes pour établir de lien de causalité entre les dépôts de particules et de métaux et une potentielle source d'émission. Toutefois, les premiers résultats mettent en évidence des dépôts de particules sédimentables stables et modérés (compris entre 2 et $3 \text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$) sur les différents sites de mesures, comparables à ceux d'une zone urbaine. Les dépôts d'aluminium par contre sont plus élevés sur le site de mesures implanté entre le site ALTEO de Gardanne et celui de Mange-Garri.

► L'expertise continue

La campagne de mesures se poursuit jusqu'en début d'année 2018.

Contact

Lise LE BERRE

lise.leberre@airpaca.org

Date de parution

Décembre 2017

Références

23ID0613 / ALTEO_2017_T1-V04 / LLB-GG-BAM

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes et les organismes qui ont accepté d'accueillir du matériel de mesures sur leurs terrains sans que ces mesures n'auraient pu avoir lieu.

PARTENAIRES

La société ALTEO est partenaire de l'étude.

AUTEURS ET INTERVENANTS

La coordination du projet est assurée par **Lise LE BERRE**.

Auteurs de l'étude

- **Lise LE BERRE** : rédaction du rapport ;
- **Grégory GILLE** : vérification technique du rapport ;
- **Boualem MESBAH** : validation du rapport.

Intervenants

- **Sandra LAPEYRIE** : technicienne de mesures ;
- **Nicolas BOES** : technicien de mesures ;
- **Frédéric MARTY** : responsable laboratoire et métrologie.

SOMMAIRE

1. Contexte et objectifs de l'étude	5
2. Dispositif de surveillance mis en œuvre	7
2.1 Paramètres mesurés et moyens mis en œuvre	7
2.2 Positionnement des sites de mesures	8
2.3 Période de mesures.....	9
3. Conditions météorologiques	10
3.1 Vitesses et Direction de vents	10
3.2 Températures et pluviométrie	10
4. Les particules inhalables (PM10 et PM2.5)	11
4.1 Niveaux moyens	11
4.2 Variabilité temporelle et influence des conditions météorologiques	13
4.3 Teneur de métaux dans les particules	17
5. Les particules sédimentables	20
5.1 Les particules sédimentables : poussières totales	20
5.2 Les particules sédimentables : caractérisation des métaux	21
6. Conclusions	23

ANNEXES

ANNEXE 1	Détail des dispositifs mis en œuvre sur chaque site.....	26
ANNEXE 2	Détails techniques des mesures réalisées	28
ANNEXE 3	Définition statistique d'une « boîte à moustache »	30
ANNEXE 4	Limite de quantification des métaux étudiés	31
ANNEXE 5	Dépôts de poussières et de métaux	32
ANNEXE 6	Glossaire	67
ANNEXE 7	Bibliographie.....	69

1. Contexte et objectifs de l'étude

Le site de production d'alumines, aujourd'hui exploitée par ALTEO, est implanté depuis 1893 sur la commune de Gardanne dans les Bouches-du-Rhône. Pour produire ces alumines, l'usine utilise le procédé BAYER qui attaque, par de la soude à haute température et sous pression, de la bauxite, matière première riche en aluminium.

Ce procédé génère des alumines de haute technicité mais également :

- des effluents liquides rejetés en mer, depuis 1966, au large de Cassis à 320 m de profondeur, dans le Parc national des Calanques créé en 2012 ;
- des résidus solides couramment dénommés « boues rouges » qui étaient, jusqu'en 2015, également rejetés en mer au large de Cassis ou stockés ponctuellement sur le site de Mange-Garri implanté sur la commune voisine de Bouc-Bel-Air.

Depuis 2016, afin de ne rejeter en mer que des effluents liquides, les « boues rouges » générées par le procédé de fabrication d'alumines sont traitées par des filtres presses pour être stockées sur le site de Mange-Garri et valorisées sous forme de Bauxaline®.

Cette modification de procédé a ravivé des inquiétudes pour ce qui est de l'impact sur la santé des poussières de « boues rouges » émises au niveau du site de stockage de Mange-Garri, également exploité par la société ALTEO.

► Une investigation mobilisant plusieurs experts

Dans ce contexte, la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Énergie a saisi le BRGM¹, l'ANSES², et l'IRSN³ afin qu'ils réalisent une analyse critique de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) relative aux émissions de poussières du site de Mange-Garri, étude produite par l'industriel dans le cadre de sa demande d'autorisation d'exploiter.

Chaque organisme a donc été chargé d'apporter une réponse à cette demande en fonction de son domaine de compétence. L'ensemble des réponses est univoque : l'étude de l'impact des poussières issues du site de Mange-Garri nécessite des mesures environnementales complémentaires dont le but est de valider les résultats des modélisations de dispersion atmosphérique pris en compte pour évaluer cet impact. En effet :

- Le BRGM, dans son rapport d'expertise de septembre 2015, constate qu'il « *n'existe pas de données issues de mesures renseignant sur la qualité des sols autour du site ou sur les concentrations en particules dans l'air et agents chimiques associés au voisinage du site* » et qu'ainsi l'impact des poussières issues du site de Mange-Garri sur les milieux d'exposition des populations riveraines a été établi sur la base de « *modélisations n'ayant pas été calées avec des mesures de terrain* ». Le BRGM a donc proposé de réaliser une campagne d'investigation de terrain permettant d'améliorer les connaissances sur l'influence des poussières émises par l'exploitation du site de Mange-Garri.
- L'ANSES, dans sa note d'appui scientifique et technique du 7 octobre 2015, attire également l'attention sur les limites des hypothèses et des résultats de modélisation de dispersion atmosphérique pris en compte pour réaliser l'EQRS et conclut que la caractérisation des risques sanitaires du site de Mange-Garri ne peut être considérée comme valide. A cet effet, l'ANSES recommande la réalisation d'une « *campagne de mesures [...] portant à la fois sur les PM_{2.5} et les PM₁₀* ». Cette campagne devra « *être réalisée à des saisons contrastées afin de tenir compte de la variabilité climatique* » et permettra de vérifier la cohérence entre les mesures et les résultats de la modélisation de dispersion atmosphérique. L'ANSES préconise également que l'évaluation des risques s'intéresse simultanément aux sites de Mange-Garri et de Gardanne.
- L'INRS, dans son avis relatif à l'impact radiologique du site du 29 octobre 2015, ne peut se prononcer sur « *le bien-fondé des résultats d'évaluation de l'impact radiologique du site de Mange-Garri sur son environnement présenté dans le dossier [...] compte tenu des incertitudes* » en lien avec la dispersion des poussières. L'INRS considère néanmoins, sur la base de ses propres calculs, que « *l'enjeu radiologique associé au site de Mange-Garri est faible. L'arrêt total des rejets de boues rouges en mer prévu fin 2015 ne devrait [...] pas modifier significativement cet enjeu radiologique car l'impact radiologique du site est peu sensible à la quantité de poussières mises en suspension, en comparaison de celle déposée sur le sol* ».

1 BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

2 ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

3 IRSN : Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire

► De nouvelles attentes réglementaires

Le préfet des Bouches-du-Rhône a autorisé, par arrêté préfectoral en date du 28/12/15, la société ALTEO à apporter des modifications substantielles à l'exploitation de son usine visant à cesser le rejet en mer des résidus de fabrication tout en maintenant le rejet d'un effluent liquide résiduel. Cet arrêté fixe néanmoins des prescriptions techniques dont : « la mise en place d'un programme de surveillance de la qualité de l'air autour de l'usine de Gardanne et du site de stockage des résidus de Mange-Garri pendant une durée minimale d'un an ».

Pour répondre à cette prescription, la société ALTEO a sollicité Air PACA en mars 2016, association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air de la région PACA, pour réaliser une surveillance environnementale indépendante.

La mission d'Air PACA est d'élaborer et réaliser un protocole visant à évaluer l'impact de l'usine de Gardanne et du site Mange-Garri sur la qualité de l'air.

La réalisation de cette campagne a des intérêts multiples pour Air PACA :

- Un intérêt local : Préciser la variabilité spatiale de la pollution sur cette zone complexe, où sont présents des noyaux urbains denses, un axe de circulation structurant du département et des activités industrielles majeures.
- Un intérêt général : Documenter l'impact d'une installation unique en France.

► L'expertise continue

Depuis la parution de l'arrêté préfectoral du site du 28/12/2015 :

- le BRGM a publié les résultats de ses investigations de sols et d'air réalisés entre la fin d'année 2015 et le début d'année 2016 (BRGM, 2016) ;
- l'ANSES a publié une saisine qui évalue l'opportunité de recourir aux résultats des investigations du BRGM pour conduire une EQRS liés aux émissions de poussières du site de stockage de Mange-Garri (ANSES, 2017).

Les investigations de sols du BRGM ont notamment permis de caractériser les matériaux stockés et d'identifier la signature du site de stockage de Mange-Garri. Ainsi les éléments traceurs de l'activité du site de Mange-Garri sont :

- le fer (Fe), le sodium (Na), le titane (Ti), le chrome (Cr), le niobium (Nb) et le zirconium (Zr) pour la Bauxaline ;
- l'aluminium (Al), le fer (Fe) et le titane (Ti), le chrome (Cr) et le vanadium (V) pour la Bauxite ;
- l'aluminium (Al), le bore (B), le chrome (Cr) et le lithium (Li) pour les matériaux blancs.

De plus, tout comme le précise l'ANSES dans sa saisine, les investigations du BRGM sur la matrice air ont conduit à identifier une problématique sanitaire associée aux particules présentes dans l'air ambiant mais n'ont pas permis de discriminer et de quantifier précisément la contribution spécifique de l'activité industrielle du site de stockage de Mange-Garri. Il semblerait même que la contribution spécifique du site soit actuellement faible en l'état actuel des connaissances disponibles. Néanmoins, l'ANSES préconise d'alimenter les résultats déjà obtenus par des mesures réalisées sur une période « *plus étendues dans le temps* » notamment « *au cours de la période estivale, période plus propice aux envols de poussières* ».

Les objectifs de la présente étude sont donc :

- **de mettre en place un dispositif de surveillance sur une année complète ;**
- **d'évaluer la contribution de l'usine de Gardanne et du site Mange-Garri sur la qualité de l'air.**

Et ce afin de permettre à la société ALTEO ou aux organismes compétents de disposer de suffisamment d'éléments pour réaliser une évaluation des risques sanitaires, concernant le volet atmosphérique, des deux sites d'ALTEO.

Le présent rapport est consacré à la présentation du protocole de mesures mis en place depuis le 24 février 2017 ainsi qu'à la présentation des résultats du premier trimestre de mesures.

2. Dispositif de surveillance mis en œuvre

Le dispositif de surveillance déployé par Air PACA pour cette campagne répond à la fois aux exigences de l'arrêté préfectoral du 28/12/2015 et aux besoins d'Air PACA pour évaluer l'influence des deux sites d'ALTEO et affiner sa connaissance générale de la zone. Il tient compte des préconisations et des résultats des différentes expertises déjà réalisées par l'ANSES et le BRGM mais également des évaluations des risques sanitaires des deux sites, réalisées par l'exploitant. Ce protocole de surveillance a été validé par la DREAL.

2.1 Paramètres mesurés et moyens mis en œuvre

Le dispositif de surveillance est axé sur le suivi des substances particulières : les **particules sédimentables** (PS) et les **particules en suspension ou particules inhalables** (PM10⁴ et PM2.5⁵) ; ainsi que sur la **composition en métaux** de celles-ci.

Les 34 métaux suivants seront étudiés :

- | | | | |
|------------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| • Aluminium (Al) | • Chrome total (Cr) | • Manganèse (Mn) | • Sodium (Na) |
| • Antimoine (Sb) | • Chrome VI (Cr VI) | • Mercure (Hg) | • Tellure (Te) |
| • Argent (Ag) | • Chrome III ⁶ (Cr III) | • Molybdène (Mo) | • Thallium (Tl) |
| • Arsenic (As) | • Cobalt (Co) | • Nickel (Ni) | • Titane (Ti) |
| • Baryum (Ba) | • Cuivre (Cu) | • Plomb (Pb) | • Uranium (U) |
| • Béryllium (Be) | • Etain (Sn) | • Potassium (K) | • Vanadium (V) |
| • Bore (B) | • Fer (Fe) | • Sélénium (Se) | • Zinc (Zn) |
| • Cadmium (Cd) | • Gallium (Ga) | • Silicium (Si) | • Zirconium (Zr). |
| • Calcium (Ca) | • Lithium (Li) | | |

La caractérisation des particules en composés organiques (HAP, PCB, Hydrocarbures...) n'a pas été retenue en raison des contraintes d'échantillonnage importantes (mise en place des dispositifs spécifiques en parallèle de ceux nécessaires à la caractérisation des métaux) et dans un souci de proportion, il a été considéré que l'évaluation des risques sanitaires associés à ces composés organiques pourrait être conduite sur la base de modélisation préalablement calées au moyen des mesures et de la caractérisation en métaux des particules en suspension et sédimentables.

Le suivi de ces paramètres dans le respect de l'état de l'art, en fonction des techniques disponibles et du type de substances recherchées sur chaque site de mesures :

- Analyseurs automatiques ;
- Préleveurs actifs, gravimétrie et analyses en laboratoire ;
- Collecteurs de particules sédimentables et analyses en laboratoire.

Le détail des moyens mis en œuvre sur chaque site de mesures est présenté en ANNEXE 1 et les détails techniques sont présentés en ANNEXE 2.

4 PM10 : Particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm

5 PM2.5 : Particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 µm

6 Les concentrations et les dépôts en Cr III seront calculés par différence entre la concentration de Cr total et celle de Cr VI

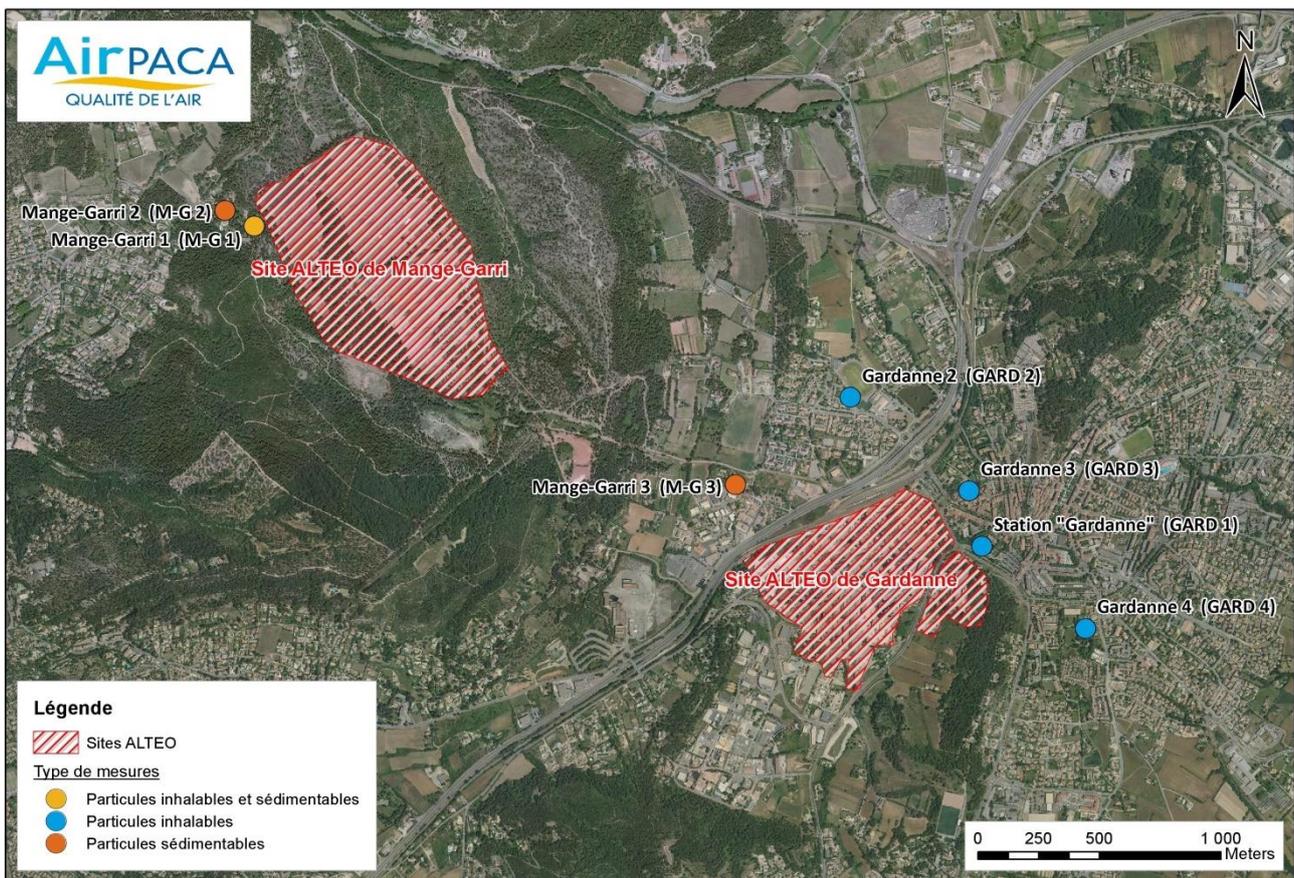
2.2 Positionnement des sites de mesures

► Site de mesures autour des sites ALTEO

Le positionnement des sites de mesures a été établi en concertation avec les inspecteurs des installations classées de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) en charge de la surveillance des sites ALTEO. Ce positionnement tient compte :

- des zones d'impact des sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri identifiées à partir des modélisations de la dispersion réalisées dans le cadre des évaluations des risques sanitaires des sites [BURGEAP, 2015 – ANTEA Groupe 2015]. L'objectif était de placer des sites :
 - au droit des zones ayant les niveaux de pollution attendus les plus élevés.
 - au droit de zones intermédiaires faisant état de la décroissance des concentrations avec la distance.
 - au droit de zones de fond, non significativement influencés par les sources.
- de la localisation de la population afin d'avoir des sites :
 - représentatifs de l'exposition maximale des riverains (populations sous le panache)
 - représentatifs de l'exposition des populations dites sensibles (écoles...).
- des exigences d'alimentation électrique, de sécurisation des sites de mesures et d'autres contraintes techniques de terrain.

Figure 1 : Plan d'échantillonnage de la campagne de mesures



Source : Air PACA 2017

► Site « témoin »

Outre ces 7 sites de mesures, Air PACA a conduit, en parallèle, des mesures identiques sur un site témoin : la station Air PACA « Marseille – Cinq Avenues ». Le choix du site témoin a été réalisé sur la base du réseau de stations fixes Air PACA existantes afin de disposer d'une connaissance préalable des sources d'émissions influençant les concentrations mesurées. Les sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri étant implantés en zone urbaine, le choix s'est porté sur les stations de fond urbaines les plus proches à savoir « Aix Ecole d'art » et « Marseille – Cinq Avenues ». Au regard de l'implantation de ces deux stations, la station « Marseille – Cinq avenues » est apparue la plus pertinente car :

- elle est implantée au cœur de l'observatoire de Marseille à proximité du parc Longchamp et classée station « urbaine de fond » selon le référentiel national de classification des stations de mesures⁷ ; par conséquent les niveaux de pollution sur cette station ne sont pas influencés de manière significative par une source d'émission spécifique mais plutôt par la contribution intégrée de multiples sources locales ;
- il n'existe pas de sources d'émissions des métaux traceurs de l'activité des sites ALTEO à proximité de cette station.

2.3 Période de mesures

Le dispositif de surveillance autour des sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri se déroule sur une année complète. Cette durée a été choisie afin d'avoir suffisamment de données, d'une part pour assurer la robustesse des statistiques et, d'autre part pour rencontrer les différentes conditions météorologiques présentes sur la zone et évaluer l'impact éventuel des sites ALTEO sur les niveaux de pollution environnementale.

Le présent rapport intermédiaire est consacré à la présentation des résultats du premier trimestre de mesures (24/02/2017 – 31/05/2017) pour répondre aux attentes de la DREAL (1 rapport par trimestre).

7 LCSQA (2017). Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air.

3. Conditions météorologiques

Le présent chapitre expose les conditions météorologiques rencontrées sur la zone d'étude lors du premier trimestre de mesures. Les données météorologiques exploitées dans le cadre de la présente étude sont celles de la station météorologique exploitée par ALTEO et implantée sur le toit du Filtre-Pressé 2 de Mange-Garri. Les données de la station météorologique implantée sur l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) de Gardanne exploitée par la SEMAG n'ont pas été exploitées du fait de la faible précision des données. En effet, la station météorologique ne fournit les directions qu'à un pas de 22,5°.

3.1 Vitesses et Direction de vents

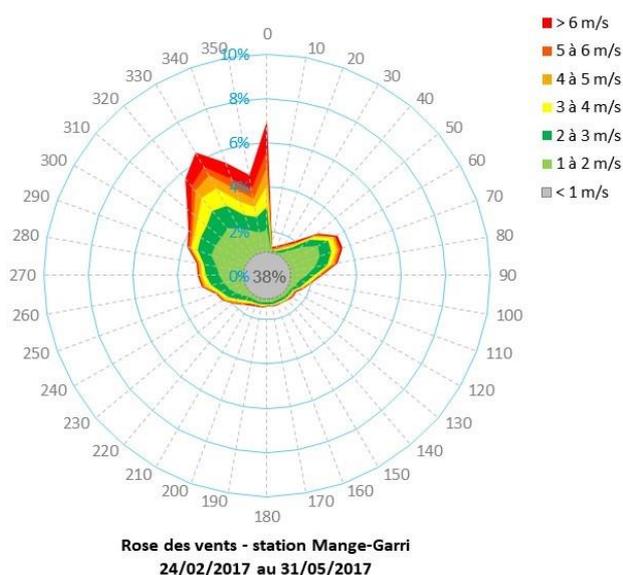
La figure suivante présente la rose des vents associée aux vents vitesses et aux directions de vents mesurées lors du premier trimestre de mesures.

Lors du premier trimestre de mesures, les vents ont principalement été :

- faibles (vitesses inférieures à 1 m/s près de 40% du temps) auxquels aucune direction de vent ne peut être associée et,
- modérés (vitesses de vent comprises entre 1 m/s et 3 m/s près de 40 % du temps également) principalement d'un large secteur Nord-Ouest et de secteur Est-Nord-Est.

Les vents forts ont quant à eux été présents 15% du temps selon la dominante Nord-Nord-Ouest (Mistral)

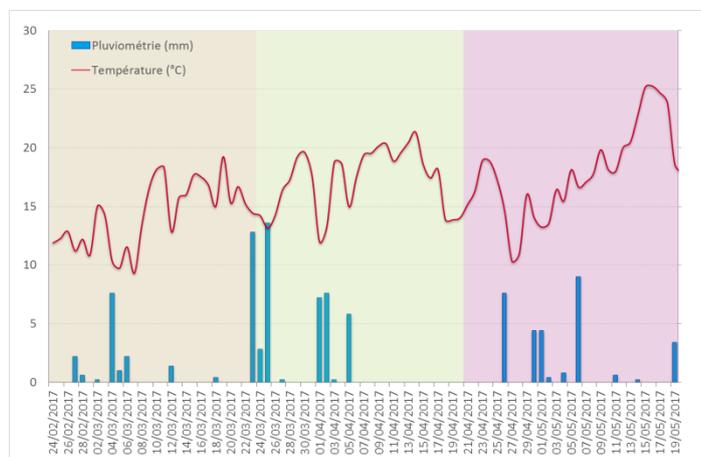
Figure 2 : Rose des vents période du 24/02/2017 – 31/05/2017



3.2 Températures et pluviométrie

Le graphique ci-après présente l'évolution de la température et des précipitations également relevées lors du premier trimestre de mesures.

Figure 3 : Températures et précipitations - période du 24/02/2017 – 31/05/2017



Lors du premier trimestre de mesures :

- Les précipitations ont été inférieures aux normales saisonnières : 97 mm de précipitations en trois mois avec 15 jours de pluie (jours comptés uniquement pour des hauteurs de précipitations supérieures ou égales à 1 mm) ; les conditions normales saisonnières (mars à mai) affichent des statistiques de 140 mm de pluie, avec 16 jours de pluie. Le premier trimestre de mesures a donc été légèrement plus favorable aux réenvois de poussière qu'à la normale.
- Les températures journalières ont varié entre 9 et 27°C, la température moyenne sur la période (17,5°C) est conforme aux valeurs moyennes sur 30 ans de la région (moyenne de 12,2°C entre 1971 et 2000 mars à mai).

4. Les particules inhalables (PM10 et PM2.5)

Ce chapitre porte sur les particules dites inhalables qui peuvent pénétrer dans le système respiratoire et rester en suspension dans l'air pendant des jours et être transportées par les vents sur de longues distances. Il présente une analyse des données obtenues au cours du premier trimestre de mesures : statistiques sur la période de la campagne, variabilité temporelle des relevés à l'échelle journalière et horaire pour certains sites, ainsi que la teneur en métaux dans les particules.

Les niveaux observés sur les 5 sites de mesures (« Gardanne 1 – station fixe Air PACA », « Gardanne 2 », « Gardanne 3 », Gardanne 4 » et « Mange-Garri 1 ») sont comparés aux observations du site Témoin « station fixe Marseille – Cinq Avenues ».

4.1 Niveaux moyens

Les principaux résultats statistiques pour les PM10 et les PM2.5 (minimum et maximum journalier, moyenne, médiane et percentiles 25 et 75 des données journalières) sont présentés sous forme de boîte à moustaches dans les paragraphes suivants.

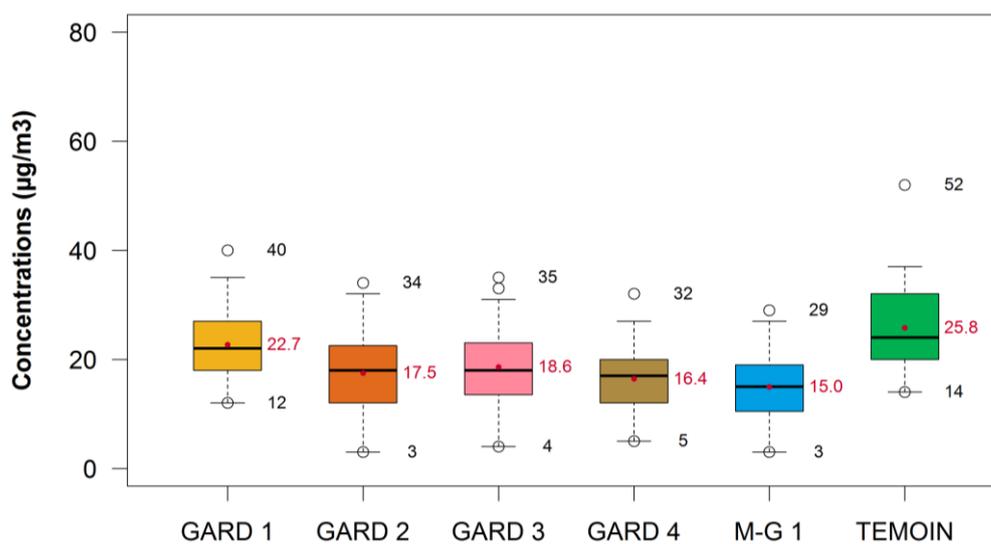
Les boîtes à moustaches permettent de comparer facilement plusieurs grandeurs statistiques. Cette représentation graphique de la distribution des concentrations met en exergue les premier et troisième quartiles, qui sont les bordures inférieure et supérieure de la boîte rectangulaire. Ces extrémités se prolongent par des traits terminés par des cercles (minimum et maximum). Dans la boîte rectangulaire, le trait est la médiane, et la marque • la moyenne (Cf. ANNEXE 3).

Pour rappel, les mesures de PM10 et de PM2.5 ne sont pas réalisées simultanément mais alternativement (changement des têtes de prélèvement toutes les 15 jours) sur les sites équipés de préleveurs (« Gardanne 2 », « Gardanne 3 », Gardanne 4 ») et sont réalisées simultanément et en continu sur les sites équipés d'analyseurs automatiques (« Gardanne 1 – station fixe Air PACA » et « Témoin - Marseille – Cinq avenues »).

4.1.1 Particules fines PM10

La variabilité des concentrations journalières en PM10 durant le premier trimestre de mesures est présentée sur le graphique ci-après.

Figure 4 : Boîtes à moustaches des concentrations journalières en PM10 période du 24/02/2017 – 31/05/2017



% de données valides	96%	100%	62%	100%	75%	96%
----------------------	-----	------	-----	------	-----	-----

Nota : Le faible taux de validité des données sur le site « Mange-Garri 1 » s'explique par un dysfonctionnement du préleveur alors que celui de « Gardanne 3 » s'explique par une invalidation par expertise environnementale des 3 premières semaines de mesures. En effet, le préleveur du site « Gardanne 3 » était, dans un premier temps, installé à l'école de Musique de Gardanne à proximité d'une zone fumeur. Le site de mesures a ensuite été déplacé non loin du site initial dans le centre de Protection Maternelle et Infantile de Gardanne.

Au cours du premier trimestre de mesures, les niveaux moyens en PM10 relevés sur l'ensemble des sites de mesures autour d'ALTEO sont inférieurs aux valeurs enregistrées sur le site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues). Tous les paramètres statistiques (médiane, moyenne, percentiles) y sont inférieurs, excepté le site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » qui présente un minimum journalier et une médiane équivalents au site « Témoin ». Parmi les sites de mesures implantés autour d'ALTEO, le site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » est le site présentant les plus hauts niveaux de concentrations avec une concentration moyenne sur la période de $22,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A contrario, le site « Mange-Garri 1 » présente les niveaux les plus faibles avec des concentrations du même ordre que celles mesurées sur la station fixe « Observatoire de Haute Provence » représentative d'un environnement rural, éloignée de toutes sources de pollution ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne). A noter que sur cette période, lorsque les PM10 étaient mesurées sur l'ensemble des sites, le seul site présentant un dépassement de la valeur limite journalière fixée à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est le site « Témoin » le 24/02/2017.

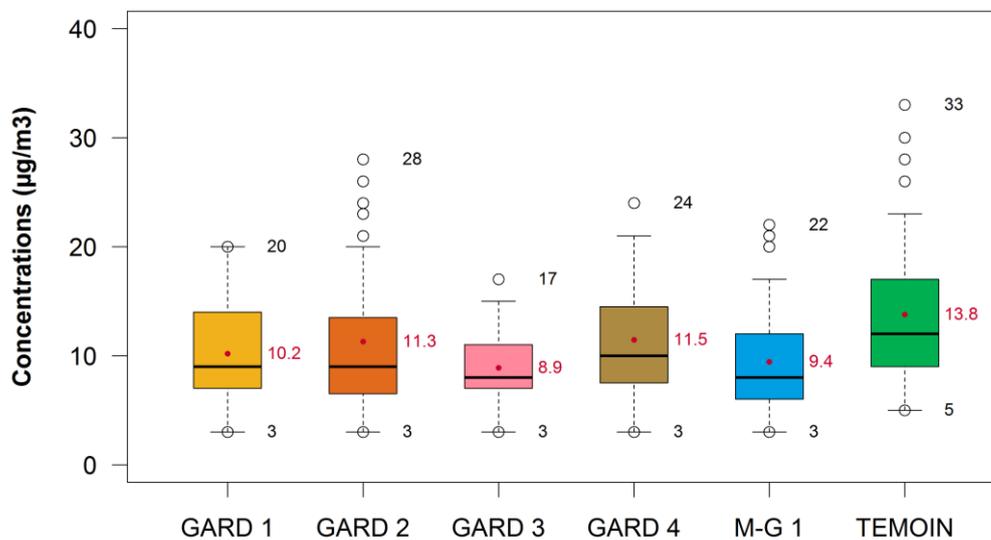
Cette première analyse statistique tend à mettre en évidence :

- une faible influence du site ALTEO de Mange-Garri sur les concentrations moyennes journalières en PM10 en proximité immédiate. En effet, les niveaux à proximité de ce site (site de mesures « Mange-Garri 1 » sont les plus faibles) ;
- la présence d'une ou plusieurs sources d'émissions qui influencent les concentrations moyennes journalières en PM10 sur le site « Gardanne ». L'analyse de l'évolution temporelle des concentrations en fonction des vitesses et des directions de vents permettra d'émettre des hypothèses concernant ces sources potentielles (Cf. paragraphe 4.2.1).

4.1.2 Particules très fines PM2.5

La variabilité des concentrations journalières en PM2.5 durant le premier trimestre de mesures est présentée ci-après.

Figure 5 : Boîtes à moustaches des concentrations journalières en PM2.5 période du 24/02/2017 – 31/05/2017



% de données valides	85%	100%	67%	100%	92%	100%
	GARD 1	GARD 2	GARD 3	GARD 4	M-G 1	TEMOIN

Nota : Le faible taux de validité des données sur le site « Gardanne 3 » s'explique par une invalidation des 3 premières semaines de données par expertise environnementale. En effet, le préleveur du site « Gardanne 3 » était, dans un premier temps, installé à l'école de Musique de Gardanne à proximité d'une zone fumeur. Le site de mesures a ensuite été déplacé non loin du site initial dans le centre de Protection Maternelle et Infantile de Gardanne.

Au cours du premier trimestre de mesures, les niveaux moyens en PM2.5 relevés sur l'ensemble des sites de mesures autour d'ALTEO sont inférieurs à ceux enregistrés au droit du site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues). De plus, parmi les sites de mesures implantés autour d'ALTEO, les niveaux en PM2.5 sont comparables sur l'ensemble des sites. Cette première analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence une influence des sites ALTEO de Gardanne et/ou de Mange-Garri sur les PM2.5. En effet, les faibles variations entre les différents sites de mesures semblent plus en lien avec leur proximité aux principaux axes de circulation. Ces éléments pourront être confirmés ou infirmés lorsque le nombre de données à disposition sera plus important.

4.2 Variabilité temporelle et influence des conditions météorologiques

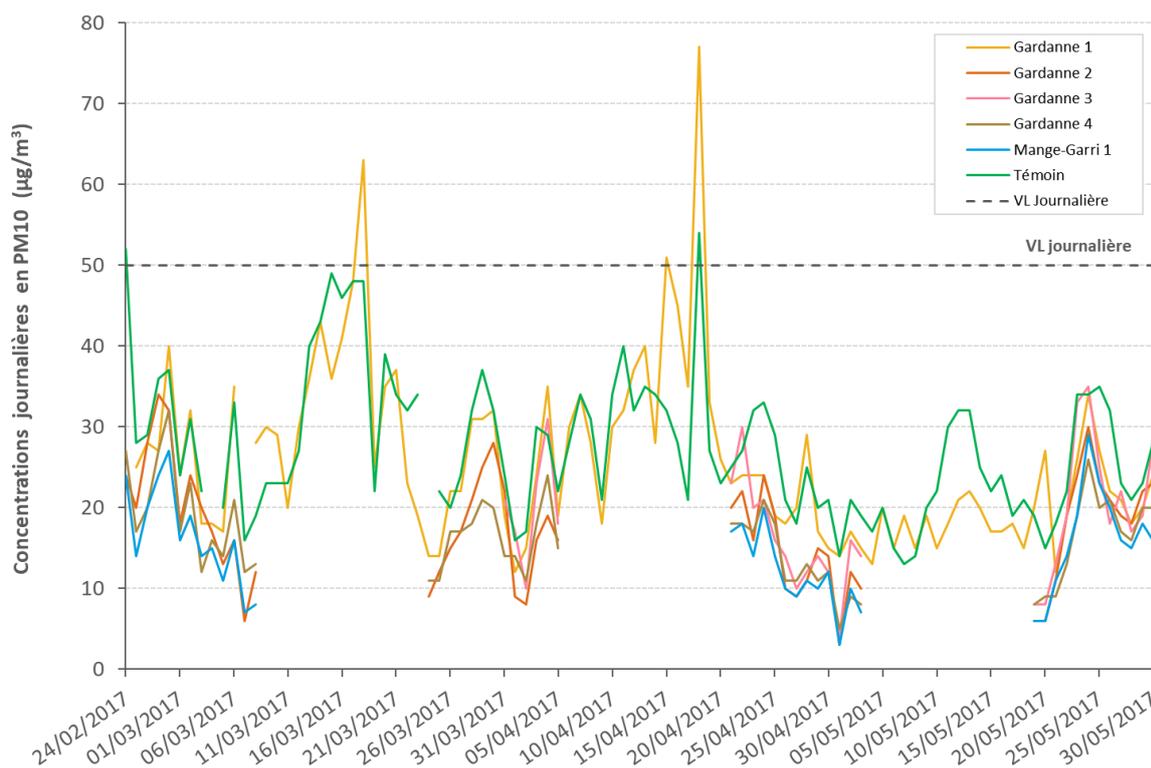
4.2.1 Particules fines PM10

L'évolution temporelle des concentrations journalières en PM10 mesurées sur les différents sites de mesures est présentée Figure 6.

L'analyse de ce graphique permet de :

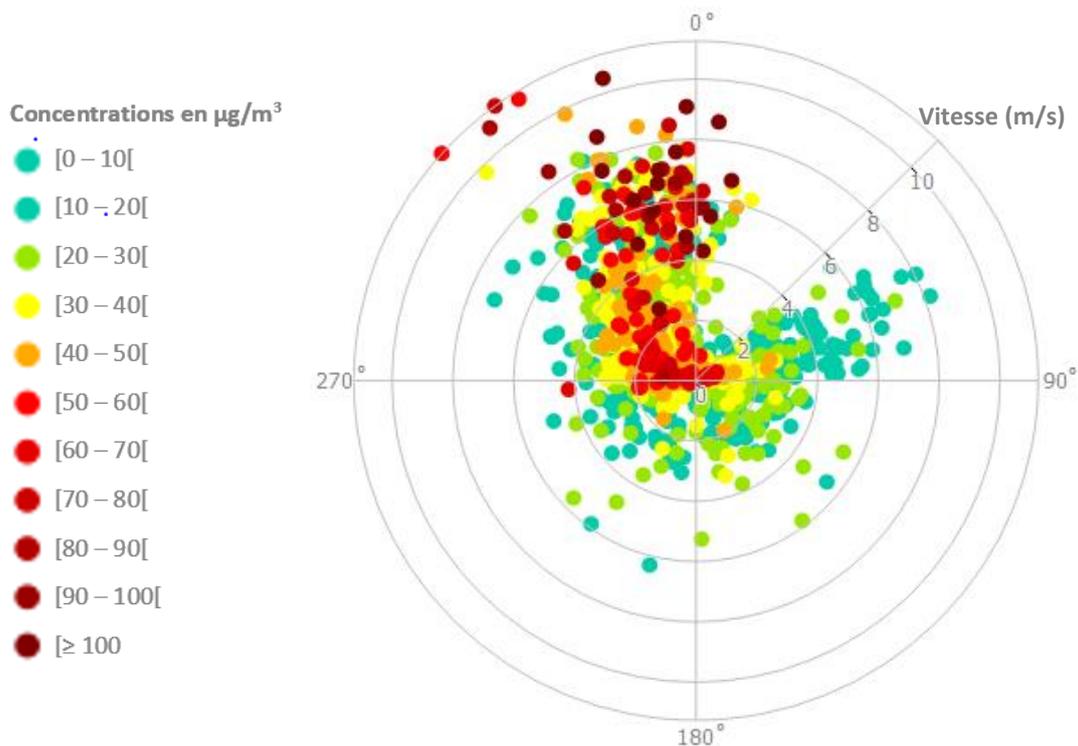
- confirmer que les concentrations journalières en PM10 sur le site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » sont supérieures à celles des autres sites implantés autour d'ALTEO alors que celles du site « Mange-Garri 1 » sont plus faibles ;
- confirmer que les concentrations sur l'ensemble des sites implantés autour d'ALTEO sont inférieures aux concentrations mesurées sur le site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues). Cependant, sur certaines périodes, les concentrations sur « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » sont supérieures. A noter toutefois, que sur ces périodes, les autres sites de mesures implantés autour d'ALTEO ne mesuraient pas les PM10, ce qui ne permet pas de savoir si ces sites présentaient également des concentrations supérieures au site « Témoin » à l'exception du 04/04/2017 où les concentrations mesurées sur le site « Gardanne3 » sont également supérieures au site « Témoin » ;
- mettre en évidence que les concentrations en PM10 suivent la même évolution sur les différents sites de mesures hormis ponctuellement sur les sites de mesures « Gardanne 1 » et « Gardanne 3 » lorsque ceux-ci sont sous les vents du stockage de bauxite du site ALTEO de Gardanne à savoir en présence de vents de secteur Nord-Nord-Ouest pour le site « Gardanne 1 » et de secteur Ouest pour le site « Gardanne 3 » ;
- mettre en évidence qu'en dehors des périodes où les PM10 étaient mesurées sur l'ensemble des sites de mesures et durant lesquelles aucun dépassement du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ journalier n'a été observé, 3 dépassements du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ journalier ont été relevés sur le site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA ». Ces dépassements ont été observés le 18/03/2017, le 15/04/2017 et le 18/04/2017 avec des concentrations pouvant atteindre 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (le 18/04/2017) alors que la concentration moyenne journalière sur le site « Témoin » était de 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur ces trois journées, le vent était de secteur Nord-Nord-Ouest avec des vitesses de vents supérieures à 5 m/s voir dépassant les 8 m/s le 18/04/2017.

**Figure 6 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10
période du 24/02/2017 – 31/05/2017**



Le graphique suivant présente l'influence des conditions météorologiques (vitesses et directions de vents) sur les concentrations en PM10. Le pas de temps journalier étant trop important pour mettre en évidence un lien potentiel entre ces différents paramètres, le pas de temps horaire a été étudié. Ainsi, parmi les sites de mesures implantés à proximité d'ALTEO, seul le site équipé d'analyseurs automatiques (« Gardanne 1 – station fixe Air PACA ») a été étudié.

**Figure 7 : Concentrations en PM10 en fonction des conditions météorologiques (vitesses et directions de vent)
Données horaires – « Gardanne 1 – station fixe Air PACA »**



L'analyse de ce graphique tend de mettre en exergue que les concentrations horaires en PM10 sur le site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » sont influencées en présence de :

- vents forts (vitesses de vent supérieures à 5 m/s) de secteur Nord-Nord-Ouest probablement en lien avec le site ALTEO de Gardanne et notamment du stockage de Bauxite au regard de la localisation de ce dernier ;
- vents faibles à modérés (vitesses de vent inférieures à 3 m/s) de secteur Ouest-Nord-Ouest probablement en lien avec les axes de circulation à proximité et /ou le site ALTEO de Gardanne au regard de la localisation de ces derniers.

Ces éléments pourront être confirmés ou infirmés lorsque le nombre de données à disposition sera plus important.

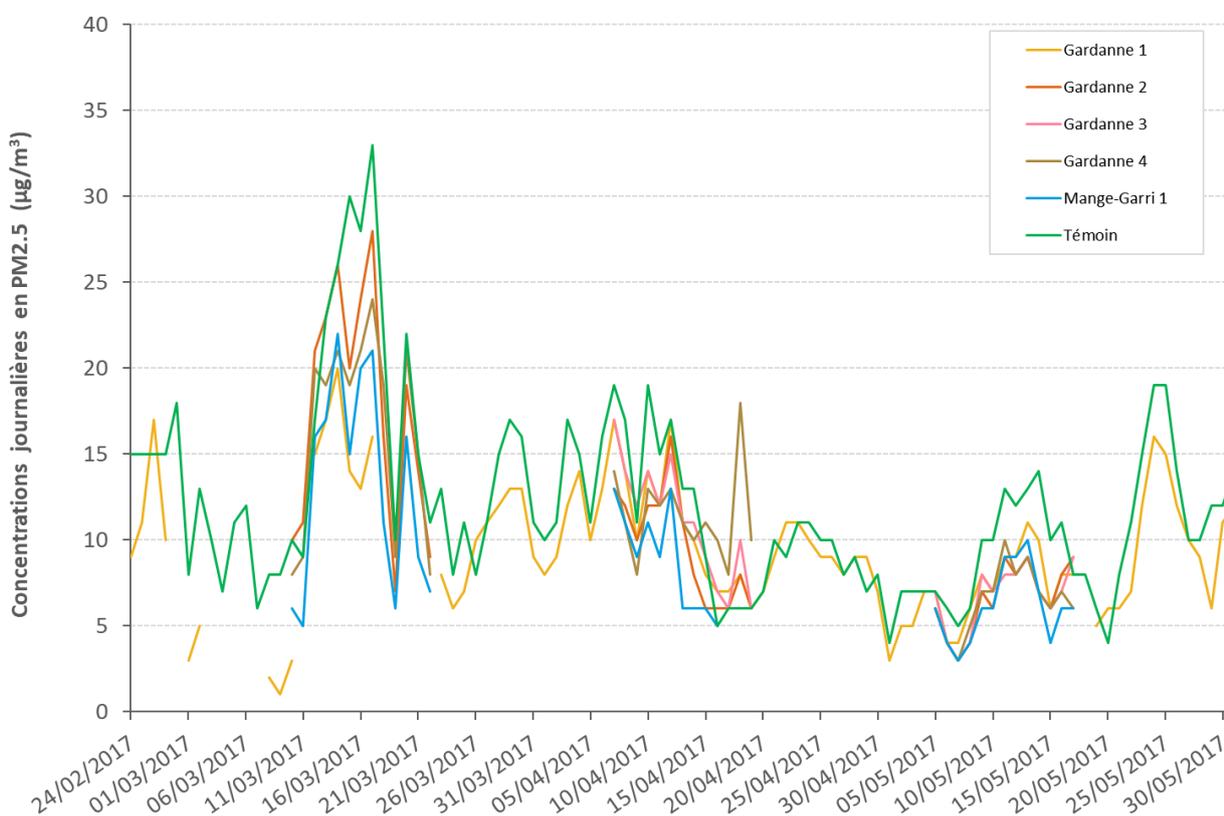
4.2.2 Particules très fines PM2.5

L'évolution temporelle des concentrations journalières en PM2.5 mesurées sur les différents sites de mesures est présentée Figure 8.

L'analyse de ce graphique permet de :

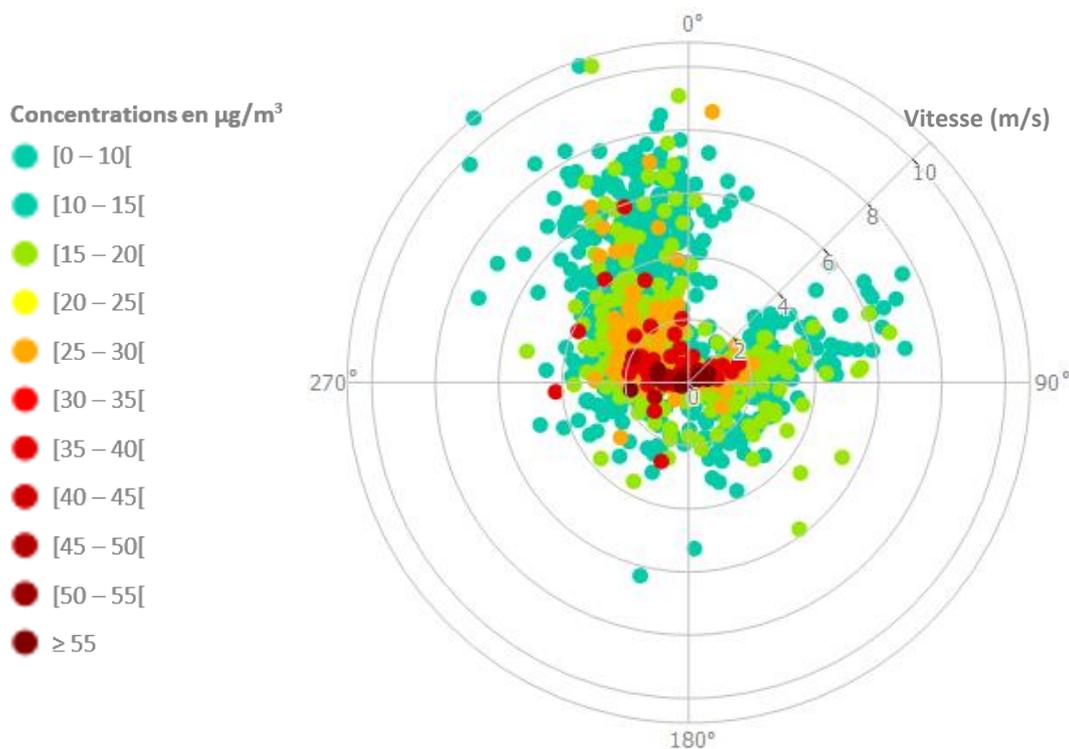
- confirmer que les concentrations journalières en PM2.5 sur l'ensemble des sites implantés autour d'ALTEO sont inférieures aux concentrations mesurées sur le site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues) et qu'elles suivent la même évolution temporelle à l'exception de la journée du 18/04/2017 ;
- mettre en évidence qu'alors que l'analyse statistique laissait penser que les concentrations journalières en PM2.5 étaient du même ordre de grandeur sur l'ensemble des sites implantés autour d'ALTEO, l'analyse temporelle montre, quant à elle, que ponctuellement des différences significatives de concentrations journalières en PM2.5 peuvent être observées (cas du 14 au 17 mars 2017) avec des niveaux de concentrations plus importants sur le site « Gardanne 2 ». A noter que durant cette période, les vents étaient faibles avec aucune direction associée ou modérés de secteur Est-Nord-Est plaçant ainsi les sites de mesures sous les vents d'une autre source émettrice de PM2.5 que le site ALTEO.

**Figure 8 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM2.5
période du 24/02/2017 – 31/05/2017**



Le graphique suivant présente l'influence des conditions météorologiques (vitesses et directions de vents) sur les concentrations en PM2.5. Le pas de temps journalier étant trop important pour mettre en évidence un lien potentiel entre ces différents paramètres, le pas de temps horaire a été étudié. Ainsi, sur les sites à proximité d'ALTEO, seul le site équipé d'analyseurs automatiques (« Gardanne 1 – station fixe Air PACA ») a été étudiés.

**Figure 9 : Concentrations en PM2.5 en fonction des conditions météorologiques (vitesses et directions de vent)
Données horaires – « Gardanne 1 – station fixe Air PACA »**



L'analyse de ce graphique met en exergue que les concentrations horaires en PM2.5 sur le site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » sont principalement influencées en présence de vents faibles à modérés (vitesses de vent inférieures à 3 m/s) :

- de secteur Ouest-Nord-Ouest probablement en lien avec les axes de circulation à proximité et /ou le site ALTEO de Gardanne au regard de la localisation de ces derniers ;
- de secteur Est-Nord-Est probablement en lien avec une autre source d'émission que les sites ALTEO de Gardanne au regard de sa position.

Ces éléments pourront être confirmés ou infirmés lorsque le nombre de données à disposition sera plus important.

4.3 Teneur de métaux dans les particules

Les teneurs en métaux dans les particules ont été établie à un pas de temps hebdomadaire sur les deux fractions de particules étudiées, et ce en deux temps : cumul des prélèvements journaliers sur filtre, puis analyse des filtres en différé au laboratoire après minéralisation. Les teneurs en métaux sont exprimées en élément métallique et ce quel que soit l'état d'oxydation du métal dans l'environnement. A titre d'exemple, les teneurs en aluminium qui seront présentées tiendront compte de la forme métallique de ce métal dans l'environnement mais également de ces formes oxydées telle que l'alumine.

Les teneurs en métaux dans les particules ayant été réalisées à un pas de temps hebdomadaire sur les deux fractions de particules étudiées, la quantité de données obtenues à ce jour ne permet pas de réaliser une analyse statistique des données et une corrélation de celles-ci avec les conditions météorologiques. Toutefois, le Tableau 1 présente à titre indicatif les concentrations obtenues pour chacun des métaux et chacune des fractions étudiées à l'exception du Chrome VI (CrVI) pour lequel aucune mesure n'a été réalisé au cours de ce premier trimestre et des métaux listés ci-après pour lesquels pour lesquels l'ensemble des mesures réalisées étaient inférieures aux limites de quantification (les limites de quantification de l'ensemble des métaux étudiés sont présentées en ANNEXE 4) :

- l'argent (Ag),
- le bore (B),
- le Béryllium (Be),
- le chrome (Cr),
- le mercure (Hg),
- le lithium (Li),
- le sodium (Na),
- le sélénium (Se),
- le tellure (Te),
- le thallium (Tl),
- l'uranium (U),
- le zinc (Zn).

Le Tableau 1 présente la concentration moyenne lorsque les concentrations sont supérieures aux limites de quantifications (LQ) et précise entre parenthèse le pourcentage de valeurs inférieures aux LQ. De plus, les concentrations moyennes sont mises en parallèle avec les valeurs de références existantes.

A noter que les mesures sur le site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues) ayant démarrées le 01/06/2017, aucune teneurs en métaux dans les PM10 et des PM2.5 ne sont présentées pour ce site dans le tableau suivant.

Tableau 1. Teneurs en métaux (ng/m³) – fraction PM10 et PM2.5

Métaux	Fraction PM10					Fraction PM2.5					Réf. air ambient**	Réf. Santé***
	GARD 1	GARD 2	GARD 3	GARD 4	M-G 1	GARD 1	GARD 2	GARD 3	GARD 4	M-G 1		
Al*	596,5 (0%)	135,6 (0%)	483,6 (0%)	140,8 (0%)	108,1 (26%)	58,8 (30%)	35,3 (33%)	98,5 (27%)	78,3 (18%)	< LQ (100%)	-	-
As*	0,6 (72%)	0,3 (13%)	0,3 (0%)	0,4 (28%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	0,4 (49%)	0,4 (73%)	0,4 (49%)	< LQ (100%)	6 (VC)	15,6
Ba*	5,9 (0%)	4,8 (0%)	5,8 (0%)	4,0 (41%)	6,0 (78%)	< LQ (100%)	3,1 (82%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	-	1 000
Ca*	1459 (0%)	1086 (0%)	1166 (0%)	821 (0%)	999 (52%)	< LQ (100%)	268 (85%)	254 (77%)	466 (85%)	< LQ (100%)	-	-
Cd*	< LQ (100%)	0,2 (70%)	< LQ (100%)	0,2 (85%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	0,2 (82%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	5 (VC)	300
Co*	< LQ (100%)	0,2 (72%)	0,2 (50%)	0,2 (87%)	< LQ (100%)	-	100					
Cu*	8,7 (0%)	8,6 (0%)	11,3 (0%)	5,8 (0%)	7,0 (52%)	< LQ (100%)	4,8 (33%)	4,2 (50%)	4,7 (49%)	< LQ (100%)	-	1 000
Fe*	443 (0%)	283 (0%)	436 (0%)	210 (0%)	219 (26%)	< LQ (100%)	92 (33%)	105 (27%)	100 (33%)	< LQ (100%)	-	-
Ga*	0,5 (48%)	0,3 (87%)	0,4 (50%)	< LQ (100%)	-	-						
K*	129,2 (0%)	140,1 (0%)	120,1 (0%)	104,8 (0%)	86,3 (26%)	< LQ (100%)	78,8 (0%)	47,7 (0%)	74,9 (0%)	61,9 (70%)	-	-
Mn*	4,7 (0%)	4,6 (0%)	5,0 (0%)	4,1 (0%)	3,8 (26%)	< LQ (100%)	1,6 (0%)	1,2 (0%)	1,6 (0%)	1,7 (70%)	150(VG)	300

Métaux	Fraction PM10					Fraction PM2.5					Réf. air ambiant**	Réf. Santé***
	GARD 1	GARD 2	GARD 3	GARD 4	M-G 1	GARD 1	GARD 2	GARD 3	GARD 4	M-G 1		
Mo*	1,0 (44%)	0,9 (0%)	0,8 (0%)	0,8 (28%)	1,0 (74%)	< LQ (100%)	1,2 (49%)	1,3 (73%)	1,4 (49%)	1,7 (70%)	-	12 000
Ni*	1,4 (0%)	1,3 (0%)	1,4 (0%)	1,2 (13%)	1,5 (26%)	< LQ (100%)	1,5 (15%)	1,4 (50%)	1,2 (15%)	1,3 (70%)	20 (VC)	61
Pb*	10,0 (0%)	8,6 (0%)	13,9 (0%)	5,7 (0%)	4,4 (26%)	0,8 (0%)	2,6 (0%)	1,6 (0%)	2,6 (0%)	1,7 (0%)	500 (VL)	1 944
Sb*	0,7 (0%)	0,9 (0%)	1,5 (0%)	0,6 (28%)	1,0 (52%)	< LQ (100%)	0,8 (0%)	0,5 (27%)	1,3 (49%)	0,6 (70%)	-	200
Si*	159 (28%)	116 (26%)	116 (0%)	117 (72%)	149 (52%)	< LQ (100%)	-	-				
Sn*	< LQ (100%)	1,1 (28%)	1,3 (0%)	0,9 (72%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	0,9 (82%)	0,7 (73%)	< LQ (100%)	< LQ (100%)	-	-
Ti*	13,8 (0%)	8,9 (0%)	12,2 (0%)	6,4 (0%)	11,2 (26%)	< LQ (100%)	2,8 (85%)	3,0 (77%)	5,4 (85%)	< LQ (100%)	-	-
V*	3,1 (0%)	2,3 (0%)	3,2 (0%)	1,9 (0%)	2,9 (26%)	1,3 (0%)	2,2 (0%)	1,7 (0%)	1,9 (0%)	1,7 (13%)	-	100
Zr*	0,9 (72%)	0,6 (28%)	0,8 (0%)	0,6 (87%)	< LQ (100%)	-	-					

* En noir : Concentrations moyennes lorsque les concentrations sont supérieures aux limites de quantifications (LQ)

En gris : Pourcentage de valeurs inférieures aux LQ.

** Les références « air ambiant » correspondent aux valeurs cibles (VC), valeurs limites (VL) ou valeurs guide (VG) existantes.

*** Les références « santé » correspondent aux concentrations minimales pour lesquelles un effet ou une probabilité d'effet supérieure à 1 pour 100 000 est susceptible d'apparaître et ce pour une exposition chronique 100% du temps. Ces concentrations ont été déterminées sur la base des Valeurs Toxicologiques de Référence établies avant le 31/12/2016 et sélectionnées selon la méthodologie décrite la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

En l'absence de concentration sur le site « Témoin » (site non exposé aux émissions caractéristiques des sites ALTEO), il est difficile d'évaluer si les sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri ont un impact sur les teneurs en métaux dans les PM10 et les PM2.5 mesurées aux alentours.

Toutefois, le tableau informatif précédent permet de mettre en exergue que les concentrations en métaux sont :

- très souvent inférieures aux limites de quantification (à titre d'exemple, sur le site de « Gardanne 1 », les concentrations en Aluminium dans la fraction PM10 sont inférieures au LQ 52% du temps) ;
- nettement inférieures aux valeurs de références « air ambiant » et « santé » respectives lorsqu'elles existent.

Il permet également de mettre en évidence que :

- certains métaux, tels que l'aluminium (Al), le calcium (Ca), le fer (Fe), le plomb (Pb), le silicium (Si) et le titane (Ti) sont principalement présents dans la fraction PM10 alors que d'autres, tels que l'arsenic (As), le cobalt (Co), le gallium (Ga), le molybdène (Mo) ou encore le nickel (Ni), l'étain (Sn) et le vanadium (V), sont principalement présent dans la fraction PM2.5.
- certains métaux tels que Al, Ca, Cu, Fe, Pb, Si, Ti, V et Zr présentent des variabilités de niveaux de concentrations entre les différents sites. Néanmoins, au regard du nombre de valeurs inférieures aux limites de quantification, il est difficile d'évaluer un éventuel impact.

La poursuite des mesures permettra d'augmenter la complétude des données et d'augmenter la probabilité d'établir un lien de cause à effet entre la variabilité des données et la ou les sources d'émissions. Lorsque les mesures auront été réalisées sur une année complète, celle-ci pourront également être comparées aux teneurs moyennes mesurées ailleurs dans la région ou en France.

En conclusion, sur le premier trimestre de mesures (mars à mai 2017), les niveaux moyens de PM10 et de PM2.5 sur l'ensemble des sites de mesures, implantés de façon à évaluer l'impact des sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri, sont du même ordre de grandeur et inférieur à ceux mesurés sur le site « Témoin – Marseille Cinq Avenues » à l'exception du site « Gardanne 1 – station fixe Air PACA » qui présente des concentrations en PM10 un peu plus importantes que sur les autres sites.

De plus, l'analyse de l'évolution temporelle des concentrations a permis de mettre en évidence que dans certaines conditions météorologiques, les concentrations sur le site « Gardanne 1 » pouvaient être supérieures à celles observées sur le site « témoin » et influencées par diverses sources d'émission. Néanmoins, la quantité de données concernant la composition en métaux des particules ne permet pas de les identifier de façon précise.

A ce stade de l'étude, les sources d'émissions influençant les concentrations en PM10 et PM2.5 dans certaines conditions météorologiques ne peuvent donc pas être identifiées avec certitude, seules des hypothèses peuvent être émises telles que :

- l'influence potentielle du ré-entrainement de poussières du stockage de bauxite du site ALTEO de Gardanne sur les concentrations en PM10 par vent fort de secteur Nord-Nord-Ouest ;
- l'influence potentielle des axes de circulation automobiles ou des émissions du site de Gardanne sur les concentrations en PM10 et PM2.5 par vents faibles à modérés de secteur Ouest-Nord-Ouest.

5. Les particules sédimentables

Ce chapitre porte, quant à lui, sur les particules sédimentables qui, par opposition aux particules inhalables, se déposent rapidement au sol sous l'effet de leurs poids ou de la pluviométrie. Ces particules sédimentables sont retenues par les voies aériennes supérieures (nez, gorge) et ne pénètrent pas dans l'appareil respiratoire mais peuvent cependant être ingérées. Ainsi, la grandeur permettant de les quantifier n'est plus une concentration à proprement parlé mais un flux de dépôt au sol.

Ce chapitre présente une analyse des données obtenues au cours du premier trimestre de mesures. Tout comme pour la caractérisation des teneurs en métaux dans les particules, la quantité de données obtenues à ce jour ne permet pas de réaliser une analyse statistique des données et une corrélation éventuelle de celles-ci avec les conditions météorologiques (pas de temps mensuel). Ainsi, seule l'évolution des dépôts sera présentée.

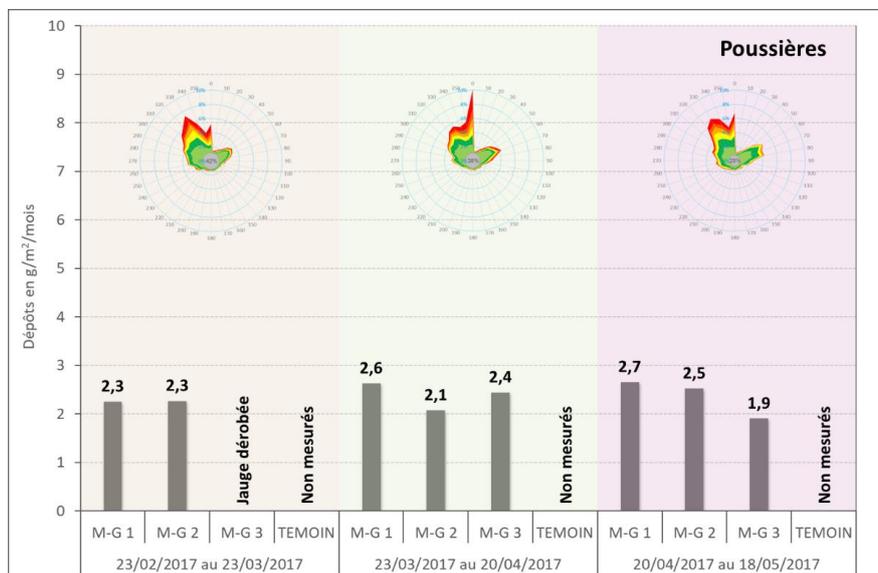
Pour rappel, les particules sédimentables ont été mesurées à l'aide de Jauge Owen sur un pas de temps mensuel sur 3 sites implantés autour du site ALTEO de Mange-Garri (« Mange-Garri 1 », « Mange-Garri 2 » et « Mange-Garri 3 ») ainsi que sur le site Témoin « station fixe Marseille – Cinq Avenues ». Toutefois, tout comme pour les teneurs en métaux dans les particules inhalables, les flux de particules sédimentables sur le site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues) ayant démarrés le 01/06/2017, aucun flux n'est présenté pour ce site.

5.1 Les particules sédimentables : poussières totales

Les dépôts de poussières ne font l'objet d'aucune réglementation française ou européenne. Seule la norme métrologique NF X 43-007 indique le seuil, fixé à $30 \text{ g/m}^2/\text{mois}$, entre une « zone faiblement polluée » et une « zone fortement polluée ». Néanmoins, en Europe, quelques pays ont fixé des valeurs limites admissibles pour l'environnement : la Suisse ($6 \text{ g/m}^2/\text{mois}$)⁸ et l'Allemagne ($10,5 \text{ g/m}^2/\text{mois}$)⁹.

Le graphique suivant présente l'évolution des flux de poussières sédimentables au cours du premier trimestre de mesures.

Figure 10 : Flux de poussières sédimentables $\text{g/m}^2/\text{mois}$



L'analyse du graphique précédent permet de mettre en évidence que quel que soit le site et la période de mesures, les dépôts au sol de particules sédimentables sont compris entre 2 et $3 \text{ g/m}^2/\text{mois}$, niveaux d'empoussièrément modérés et comparables à ceux d'une zone urbaine.

Durant les 3 périodes de mesures qui présente des conditions météorologiques semblables, l'empoussièrément au droit des différents sites de mesures est du même ordre de grandeur même si le site « Mange-Garri 1 » a tendance à présenter des niveaux légèrement plus élevés (Cf. Figure 10) qui traduisent toutefois plutôt l'influence du couvert végétal que l'influence d'une source d'émission.

8 Ordonnance sur la protection de l'air » (RS 814.318.142.1, valeurs limites d'émission

9 Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002

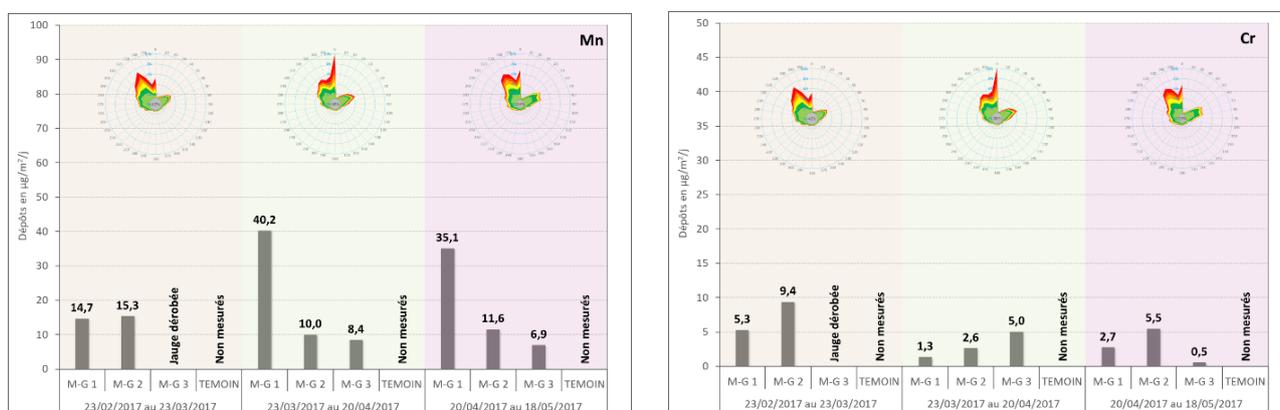
5.2 Les particules sédimentables : caractérisation des métaux

Tout comme pour les teneurs en métaux dans les particules inhalables, les teneurs en métaux dans les particules sédimentables sont exprimées en élément métallique et ce quel que soit l'état d'oxydation du métal dans l'environnement. A titre d'exemple, les teneurs en aluminium qui seront présentées tiendront compte de la forme métallique de ce métal dans l'environnement mais également de ces formes oxydées telle que l'alumine.

Dans ce paragraphe, seuls les métaux présentant un intérêt en termes d'interprétation à ce stade de l'étude sont présentés ci-après. L'ensemble des graphiques sont néanmoins présentés en ANNEXE 5.

L'ensemble des métaux pour lesquels des valeurs de comparaison existent (valeurs limites admissibles pour l'environnement fixées par la Suisse et/ou l'Allemagne ou valeurs synthétisées par l'INERIS en 2012¹⁰ - (Cf. ANNEXE 5)) présente des flux de dépôts inférieurs à celles-ci à l'exception du Chrome et du Manganèse. La figure suivante présente l'évolution des dépôts de ces deux métaux au cours du premier trimestre de mesures.

Figure 11 : Flux de Manganèse et de Chrome en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Alors que les conditions météorologiques au cours de ce premier trimestre de mesures sont restées relativement homogènes à l'échelle mensuelle, on observe des variabilités entre les sites de mesures différentes en fonction des périodes. En effet :

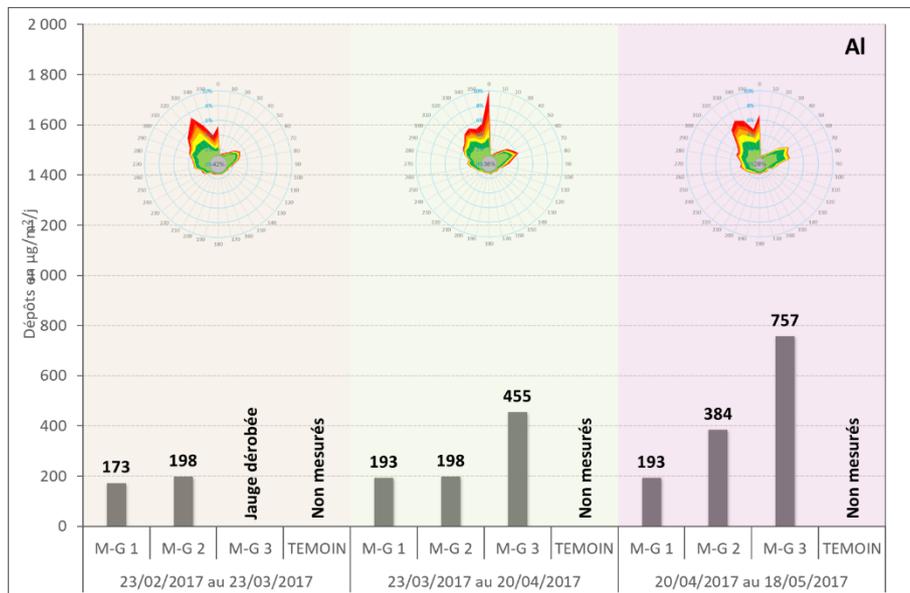
- Alors que, pour le manganèse, l'évolution des dépôts entre les points du deuxième et du troisième mois de mesures laisse à penser qu'une source d'émission est présente à proximité du site « Mange-Garri 1 » ; le premier mois de mesures ne confirme pas cette hypothèse. A noter que les évolutions de dépôts de Manganèse suivent le même schéma que celles du Potassium.
- De même, alors que l'évolution des dépôts de chrome tend à mettre en évidence que, lors du premier et du troisième mois de mesures, une source d'émission est située à proximité des sites « Mange-Garri 1 » et « Mange-Garri 2 » ; le deuxième mois de mesures ne confirme pas cette hypothèse. A noter que les évolutions de dépôts de Chrome suivent le même schéma que celles du Fer et du Titane, définis comme de bons traceurs de l'activité du site ALTEO de Mange-Garri dans l'expertise réalisée par le BRGM en 2016.

La poursuite des mesures permettra d'augmenter la complétude des données et d'augmenter la probabilité d'établir un lien de cause à effet entre la variabilité des données et la ou les sources d'émissions potentielles.

¹⁰ Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf. INERIS-DRC-12-120273-13816A.

Enfin l'aluminium présente une variabilité entre les sites de mesures qui lui est propre. En effet, comme le met en évidence le graphique ci-dessous, les concentrations sont plus importantes au droit du site « Mange-Garri 3 » situé à la fois sous les vents du site ALTEO de Mange-Garri et sous les vents du site ALTEO de Gardanne en présence de vents faibles.

Figure 12 : Flux de d'aluminium en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Les mesures de particules sédimentables étant réalisées à un pas de temps mensuel, les séries de données ne sont pas suffisantes pour établir de lien de causalité entre les dépôts de particules et de métaux et une potentielle source d'émission. Toutefois, les premiers résultats mettent en évidence des dépôts de particules sédimentables stables et modérés (compris entre 2 et 3 $\text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$) sur les différents sites de mesures, comparables à ceux d'une zone urbaine alors que les dépôts d'aluminium par exemples sont plus élevés sur le site de mesures potentiellement influencé à la fois par le site ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri.

6. Conclusions

Le présent rapport a permis de présenter les résultats du premier trimestre de mesures réalisées dans le cadre de la surveillance des sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri.

▶ Particules inhalables

Les concentrations moyennes au droit des différents sites implantés autour des sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri sur le premier trimestre de mesures sur la période sont :

- comprises entre 15 et 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules fines PM10 avec des niveaux un peu plus importants au droit de la station fixe d'Air PACA de Gardanne ;
- comprises entre 9 et 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules très fines PM2.5 et homogènes sur l'ensemble des sites de mesures.

Ces concentrations (PM10 et PM2.5) sont inférieures à celles enregistrées sur la même période sur le site « Témoin » (Marseille – Cinq avenues).

Toutefois, l'analyse complémentaire de l'évolution temporelle des concentrations a permis de mettre en évidence que dans certaines conditions météorologiques, les concentrations sur le site « Gardanne 1 » pouvaient être supérieures à celles observées sur le site « témoin » et influencées par différentes sources d'émission. Néanmoins, la quantité de données concernant la composition en métaux des particules ne permet pas de les identifier de façon précise.

A ce stade de l'étude, les sources d'émissions influençant les concentrations en PM10 et PM2.5 dans certaines conditions météorologiques ne peuvent donc pas être identifiées avec certitude, seules des hypothèses peuvent être émises telles que :

- l'influence potentielle du ré-entrainement de poussières du stockage de bauxite du site ALTEO de Gardanne sur les concentrations en PM10 par vent fort de secteur Nord-Nord-Ouest ;
- l'influence potentielle des axes de circulation automobiles ou des émissions du site de Gardanne sur les concentrations en PM10 et PM2.5 par vents faibles à modérés de secteur Ouest-Nord-Ouest.

▶ Particules sédimentables

En ce qui concerne, les particules sédimentables, les séries de données ne sont, à ce stade de l'étude, pas suffisantes pour établir de lien de causalité entre les dépôts de particules et de métaux et les sources d'émission. Toutefois, les premiers résultats mettent en évidence :

- des dépôts de particules sédimentables stables et modérés (compris entre 2 et 3 $\text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$) sur les différents sites de mesures, comparables à ceux d'une zone urbaine,
- des dépôts d'aluminium plus élevés sur le site de mesures implanté entre le site ALTEO de Gardanne et celui de Mange-Garri.

Les mesures se poursuivent jusqu'en début d'année 2018.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Teneurs en métaux (ng/m ³) – fraction PM10 et PM2.5	17
Tableau 2. Détail des dispositifs mis en œuvre sur chaque site de mesures.....	26
Tableau 3. Limites de quantification pour la caractérisation des métaux dans les poussières inhalables.....	31
Tableau 4. Valeurs de références pour les dépôts	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan d'échantillonnage de la campagne de mesures	8
Figure 2 : Rose des vents période du 24/02/2017 – 31/05/2017	10
Figure 3 : Températures et précipitations - période du 24/02/2017 – 31/05/2017.....	10
Figure 4 : Boîtes à moustaches des concentrations journalières en PM10 période du 24/02/2017 – 31/05/2017	11
Figure 5 : Boîtes à moustaches des concentrations journalières en PM2.5 période du 24/02/2017 – 31/05/2017.....	12
Figure 6 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10 période du 24/02/2017 – 31/05/2017	13
Figure 7 : Concentrations en PM10 en fonction des conditions météorologiques (vitesses et directions de vent)	14
Figure 8 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM2.5 période du 24/02/2017 – 31/05/2017	15
Figure 9 : Concentrations en PM2.5 en fonction des conditions météorologiques (vitesses et directions de vent)	16
Figure 10 : Flux de poussières sédimentables g/m ² /mois	20
Figure 11 : Flux de Manganèse et de Chrome en µg/m ² /jour	21
Figure 12 : Flux de d'aluminium en µg/m ² /jour.....	22
Figure 13 : Jauge Owen installée sur le site de mesures « Mange-Garri 3 »	29
Figure 14 : Description d'un graphique type « boîte à moustaches »	30

ANNEXES

ANNEXE 1 Détail des dispositifs mis en œuvre sur chaque site

Le tableau suivant présente pour chacun des 8 sites de mesures, les types de mesures employées, les substances investiguées associées ainsi que le taux de mesures sur l'année hors dysfonctionnement éventuel.

Tableau 2. Détail des dispositifs mis en œuvre sur chaque site de mesures

Localisation	Type de dispositif	Date de démarrage	Taux de mesures sur l'année (%)	Type de particules étudiées	Polluants investigués	Pas de temps
Site Mange-Garri 1 Mange-Garri Nord-ouest du bassin 7	Préleveur actif bas débit 1 ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM10	PM10	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
	Préleveur actif bas débit 2	01/06/2017	50 %	En suspension – Fraction PM2.5	PM2.5	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
Jauge Owen	24/02/2017	100 %	Sédimentables	Cr VI et Cr III**	Hebdomadaire	
	Jauge Owen	24/02/2017	100 %	Sédimentables	32 métaux* Cr VI et Cr III**	Mensuel
Site Mange-Garri 2 Mange-Garri Nord-ouest du bassin 7	Jauge Owen	24/02/2017	100 %	Sédimentables	32 métaux* Cr VI et Cr III**	Mensuel
Site Mange-Garri 3 Mange-Garri Sud-est de la zone de stockage	Jauge Owen	24/02/2017	100 %	Sédimentables	32 métaux* Cr VI et Cr III**	Mensuel
Site Gardanne 1 Station fixe Air PACA « Gardanne - maison du droit »	Analyseurs automatiques	24/02/2017	100 %	En suspension – Fraction PM10	PM10	Horaire
			100 %	En suspension – Fraction PM2.5	PM2.5	Horaire
	Préleveur actif bas débit 1 ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM10	32 métaux*	Hebdomadaire
			50 %	En suspension – Fraction PM2.5	32 métaux*	Hebdomadaire
	Préleveur actif bas débit 2	01/06/2017	16 %	En suspension – Fraction PM10	Cr VI et Cr III**	Hebdomadaire
Site Gardanne 2 Ecole/crèche de Fontvenelle	Préleveur actif bas débit ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM10	PM10	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
	Préleveur actif bas débit ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM2.5	PM2.5	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
Site Gardanne 3 R3 – PMI (Protection Maternelle et Infantile)	Préleveur actif bas débit ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM10	PM10	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
	Préleveur actif bas débit ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM2.5	PM2.5	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire

Localisation	Type de dispositif	Date de démarrage	Taux de mesures sur l'année (%)	Type de particules étudiées	Polluants investigués	Pas de temps
Site Gardanne 4 R4 - Pesquiers	Préleveur actif bas débit ^Δ	24/02/2017	50 %	En suspension – Fraction PM10	PM10	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
			50 %	En suspension – Fraction PM2.5	PM2.5	Journalier
					32 métaux*	Hebdomadaire
Site témoin Station fixe Air PACA « Marseille – Cinq avenues »	Analyseurs automatiques	24/02/2017	100 %	En suspension – Fraction PM10	PM10	Horaire
			100 %	En suspension – Fraction PM2.5	PM2.5	Horaire
	Préleveur actif bas débit 1 ^Δ	01/06/2017	50 %	En suspension – Fraction PM10	32 métaux*	Hebdomadaire
			50 %	En suspension – Fraction PM2.5	32 métaux*	Hebdomadaire
	Préleveur actif bas débit 2	01/06/2017	16 %	En suspension – Fraction PM10	Cr VI et Cr III**	Hebdomadaire
	Jauge Owen	18/05/2017	100 %	Sédimentables	32 métaux* Cr VI et Cr III**	Mensuel

Δ Les préleveurs sont équipés alternativement d'une tête de prélèvement PM10 et PM2.5 avec un cycle de rotation de 2 semaines

* 32 Métaux : Aluminium, antimoine, argent, arsenic, baryum, béryllium, bore, cadmium, calcium, chrome, cobalt, cuivre, étain, fer, gallium, lithium, manganèse, mercure, molybdène, nickel, plomb, potassium, sélénium, silicium, sodium, tellure, thallium, titane, uranium, vanadium, zinc, zirconium.

** la concentration en Cr III sera calculée par différence entre la concentration de Cr total et celle de Cr VI.

ANNEXE 2 Détails techniques des mesures réalisées

► Poussières inhalables

► Concentration en PM10 et PM2.5

Sur les deux stations fixes d'Air PACA étudiées dans le cadre de la présente étude (sites de mesures « Témoin » - « Gardanne 1 »), les concentrations en PM10 et PM2.5 ont été mesurées simultanément sur l'ensemble de la période à l'aide d'analyseurs automatiques qui permettent d'obtenir des concentrations à un pas de temps quart-horaire. Le fonctionnement de ces stations implique des contraintes techniques lourdes : système d'acquisition, accès et connexion aux lignes électriques et si possible téléphoniques, maintenance régulière des analyseurs, zone ventilée...

Ainsi, toutes les mesures ne peuvent pas être réalisées par analyseur automatique. C'est pourquoi pour les 4 autres sites de mesures, les concentrations en PM10 et PM2.5 ont été mesurées à l'aide de préleveurs. Dans cette configuration, la mesure se réalise en deux temps : prélèvement sur filtre téflon, puis pesée des filtres en différé au laboratoire Air PACA (les dits filtres ayant été pesés avant le prélèvement).

Dans le cadre de la présente étude, un seul préleveur par site a été installé avec alternance d'une tête de prélèvement PM10 et d'une tête de prélèvement PM2.5 tous les 15 jours. Ce mode de fonctionnement a permis de mesurer les concentrations en PM10 et PM2.5 alternativement sur des périodes de 15 jours et ce à un pas de temps journalier. Deux types de préleveurs ont été mis en place :

- Préleveur LECKEL sur les sites « Gardanne 2 », « Gardanne 3 » et Gardanne 4 » avec un débit est d'environ 2.3 m³/h,
- Préleveur PARTISOL PLUS sur le site de « Mange-Garri 1 » avec un débit est d'environ 1 m³/h.

► Composition en métaux des PM10 et PM2.5

La composition en métaux des PM10 et des PM2.5 ne peut être réalisée par analyseur automatique. La mesure se réalise en deux temps : prélèvement sur filtre, puis analyse des filtres en différé au laboratoire selon une méthode normalisée.

- Tous les métaux sauf le Chrome VI (Cr VI) et le Chrome III (Cr III)

Pour la réalisation de ces mesures, les filtres journaliers obtenus pour la mesure des concentrations en PM10 et PM2.5 ont été cumulés sur une période de 7 jours puis envoyés en analyse afin d'obtenir des concentrations en métaux hebdomadaires sur la fraction PM10 et sur la fraction PM2.5. Les deux stations fixes mesurant les concentrations de PM10 et de PM2.5 via des analyseurs automatiques ont donc été équipées d'un préleveur supplémentaire PARTISOL PLUS dédié à l'analyse des métaux.

Les analyses des métaux ont été réalisées par le laboratoire TERA Environnement par ICPMS (Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif) après minéralisation selon norme NF EN 14902 à l'exception du Silicium dont l'analyse a été réalisée par ICP AES (Analyse par spectrométrie d'émission atomique couplée à un plasma inductif).

- Le Chrome VI (Cr VI) et le Chrome III (Cr III)

Le Cr VI ne pouvant être analysé sur un filtre téflon classique, 3 sites de mesures ont été équipés d'un préleveur supplémentaire, muni d'une tête de prélèvement PM10, durant 8 semaines réparties dans l'année afin de réaliser des prélèvements sur filtre adapté (filtre quartz imprégné au MgSO₄/Na₂CO₃). Les sites équipés sont le site « Témoin », le site de « Gardanne 1 » et le site de « Mange-Garri 1 ». Les filtres ont été analysés par le laboratoire EUROFINs par chromatographie ionique.

Pour le Cr III, aucune méthode analytique permettant de doser de manière directe et spécifique ce composé n'a été identifiée à ce jour. Ainsi, la méthode communément utilisée pour la quantification du Cr III dans les eaux et les sols a été appliquée dans le cadre de cette étude. Cette méthode calculatoire quantifie le Chrome III à partir des résultats du Chrome total et du Chrome VI :

$$\text{Concentration Cr (III)} = \text{Concentration Cr total} - \text{Concentration Cr (VI)}$$

► Mesures des poussières sédimentables et composition en métaux

Les poussières sédimentables mesurées sur 3 sites (« Mange-Garri 1 », « Mange-Garri 2 » et « Mange-Garri 3 ») ont été réalisées à l'aide de collecteurs de précipitation de type jauges Owen installés pendant une durée d'1 mois à environ 1 m du sol afin de ne pas recueillir les envolées de poussières du sol mais uniquement les retombées atmosphériques.

Préalablement à leur installation, les jauges et entonnoirs sont nettoyés, rincés et séchés.

Avant exposition de la jauge pour la collecte des particules sédimentables :

- de l'eau déminéralisée est versée dans le collecteur afin de limiter le ré-envol des poussières,
- le collecteur est opacifié à l'aide d'une enveloppe externe opaque afin de limiter la prolifération d'algues et de micro-organismes qui peut interférer sur certaines analyses.

Après exposition, les jauges ont été refermées hermétiquement puis envoyées avec les entonnoirs pour être analysées en laboratoire (laboratoire EUROFINS).

Au laboratoire, la totalité des jauges est filtrée à travers un tamis d'ouverture de maille de 1 mm sur filtre en fibre de verre, le filtre est séché et l'identification et le dosage des métaux sont réalisés par couplage plasma à induction et spectrométrie de masse (ICP/MS).

► Validation des mesures

Le processus de validation des données permet de s'assurer que les données recueillies sont d'une précision, d'une exactitude, d'une comparabilité et d'une représentativité satisfaisante. Ce processus comporte 2 grandes étapes :

- une validation technique,
- une expertise environnementale.

► Validation technique

Pour les analyseurs automatiques, la validation technique est réalisée à l'aide d'opérations de vérification, de maintenance et d'étalonnage réalisées régulièrement. Une invalidation peut être due à un problème technique de l'analyseur (problème d'étalonnage, débit d'échantillonnage...), à un évènement extérieur (coupure électrique par exemple) ... rendant la donnée non représentative.

Pour les prélèvements sur filtre ou par échantillonnage passif, en sus des opérations de vérification et de maintenance, la validation technique est également réalisée à partir des résultats analytiques des blancs :

- Le blanc de lot qui correspond à un support issu du même lot que pour les prélèvements. Il sert à vérifier l'absence des éléments recherchés dans le support et permet ainsi d'évaluer la conformité des supports issus d'un même lot. Lorsque la valeur du blanc de lot est supérieure aux limites de quantification, la valeur du blanc de lot est soustraite aux résultats obtenus.
- Le blanc de terrain qui correspond à un support issu du même lot que pour les prélèvements qui est soumis aux mêmes manipulations que les échantillons, à l'exception de la phase de prélèvement pour la méthode active et de la période d'exposition pour la méthode passive.

► Expertise environnementale

L'expertise environnementale, réalisée tous les 15 jours dans le cadre de cette étude, s'appuie sur la connaissance de l'environnement du site de mesures qui est ponctuellement susceptible de perturber la représentativité des données de la zone. A titre d'exemple, une invalidation peut être réalisée suite à des travaux ponctuels à proximité d'une station qui auraient perturbés la mesure.

Figure 13 : Jauge Owen installée sur le site de mesures « Mange-Garri 3 »

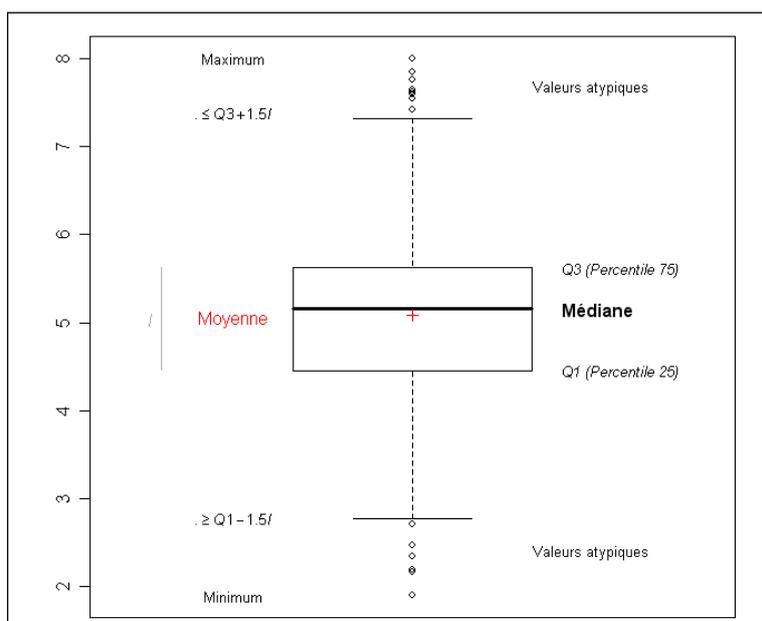


L'exploitation des données présentée dans ce rapport est réalisée sur les données validées.

ANNEXE 3 Définition statistique d'une « boîte à moustache »

Une boîte à moustache (ou box plot) est un graphique représentant la répartition d'une série statistique. Pour ce faire, l'échantillon est séparé en 4 parties de même effectif, appelées quartiles. Un quartile est donc constitué de 25 % des données de l'ensemble de l'échantillon. Le deuxième quartile (percentile 50) est appelé plus couramment la médiane (50% des valeurs y sont inférieures, 50% y sont supérieures).

Figure 14 : Description d'un graphique type « boîte à moustaches »



La partie centrale correspondant à une « boîte » représente 50 % des données. Ces données se situent dans les 2^{ème} et 3^{ème} quartiles. La différence entre les deux est appelée l'écart inter quartiles. Les moustaches réparties de chaque côté de la boîte représentent généralement près de 25 % des données, mais n'excèdent pas en termes de longueur, $1.5 * I$ (I étant l'écart interquartile, c'est-à-dire la longueur de la boîte), ce qui peut amener la présence de points atypiques en dehors des moustaches. La fin de la moustache supérieure correspond donc soit à la valeur $3Q + 1.5I$ (3^{ème} quartile + une fois et demi l'intervalle inter quartile), soit au maximum de l'échantillon s'il est plus faible que cette valeur.

La fin des moustaches est très proche des centiles 1 et 99, lorsque la distribution de l'échantillon est gaussienne (suit une loi Normale).

ANNEXE 4 Limite de quantification des métaux étudiés

Le tableau suivant présente les limites de quantification des différents métaux étudiés.

Tableau 3. Limites de quantification pour la caractérisation des métaux dans les poussières inhalables

Métaux	LQ (μg)	LQ (ng/m^3)
Ag	0,04	0,3
Al	7	48,6
As	0,07	0,5
B	21	146
Ba	0,7	4,9
Be	0,04	0,3
Ca	70	486
Cd	0,04	0,3
Co	0,04	0,3
Cr	17,5	121,5
Cu	0,7	4,9
Fe	17,5	121,5
Ga	0,07	0,5
Hg	0,18	1,3
K	7,0	48,6
Li	0,07	0,5
Mn	0,14	1,0
Mo	0,14	1,0
Na	595	4132
Ni	0,14	1,0
Pb	0,05	0,3
Sb	0,07	0,5
Se	0,18	1,3
Sn	0,14	1,0
Te	0,14	1,0
Ti	0,7	4,9
Tl	0,14	1,0
U	0,04	0,3
V	0,04	0,3
Zn	2,8	19,4
Zr	0,14	1,0
Si	17	118
Cr VI	0,03	0,2

ANNEXE 5 Dépôts de poussières et de métaux

Les figures pages suivantes présentent, les dépôts de poussières et de métaux sur les 4 sites obtenus lors du premier trimestre de mesures.

Il n'existe pas de niveau réglementaire pour les dépôts mais des valeurs typiques peuvent servir de référence aux résultats de mesures :

- les valeurs limites admissibles pour l'environnement fixées par la Suisse¹¹ et/ou l'Allemagne¹².
- les valeurs synthétisées par l'INERIS en 2012¹³ dans son rapport « Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) ».

L'ensemble de ces valeurs sont synthétisées dans le tableau ci-après.

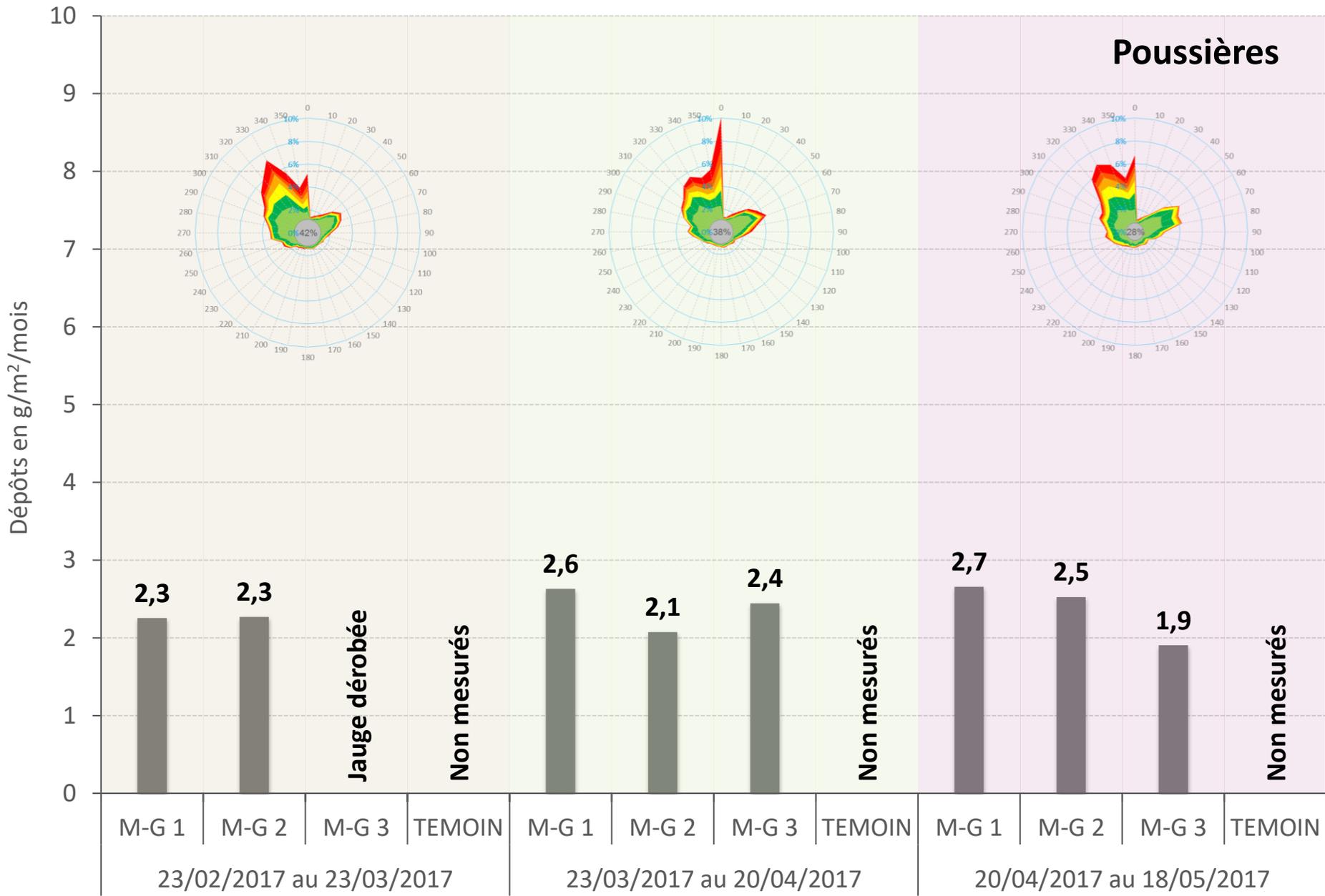
Tableau 4. Valeurs de références pour les dépôts

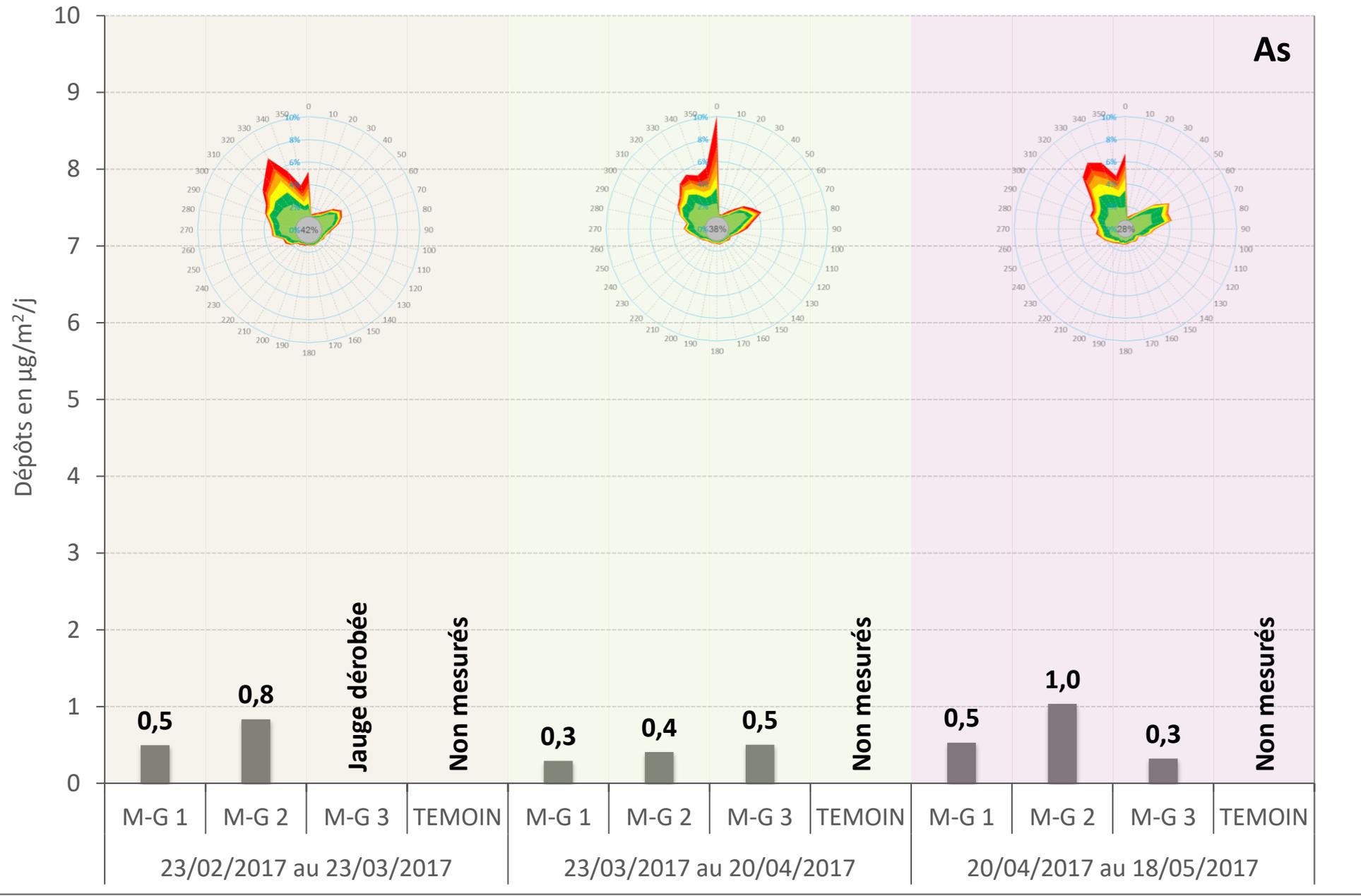
Substances	unité	Valeur de référence allemande ou suisse	INERIS										
			Médiane						Moyenne				
			<100 m	[100-500 m]	> 500 m	urbain	rural	<100 m	[100-500 m]	> 500 m	urbain	rural	
Poussières	g/m2/mois	6 - 10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	µg/m2/jour	4,0	1,4	0,4	0,4	0,9	0,4	2,8	1,4	1,0	1,3	0,9	
B	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Be	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	µg/m2/jour	2,0	0,8	0,2	0,2	0,3	0,3	2,8	0,3	0,3	0,5	0,4	
Co	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	µg/m2/jour	250,0	8,0	2,0	2,0	3,0	2,4	29,5	2,8	2,1	4,6	2,5	
Cr VI	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	µg/m2/jour	-	23,0	13,0	12,0	15,0	8,0	23,0	40,0	31,0	21,0	11,0	
Fe	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/m2/jour	1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	
K	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Li	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	µg/m2/jour	-	83,0	19,0	19,0	30,0	19,0	291,0	32,0	35,0	55,0	43,0	
Mo	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	µg/m2/jour	15,0	6,9	1,1	1,2	1,9	1,8	25,9	3,2	5,0	4,0	3,2	
Pb	µg/m2/jour	100,0	42,0	7,0	3,0	8,0	7,0	217,0	11,0	5,0	20,0	7,0	
Sb	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Si	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Te	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	µg/m2/jour	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	µg/m2/jour	400,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	µg/m2/jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

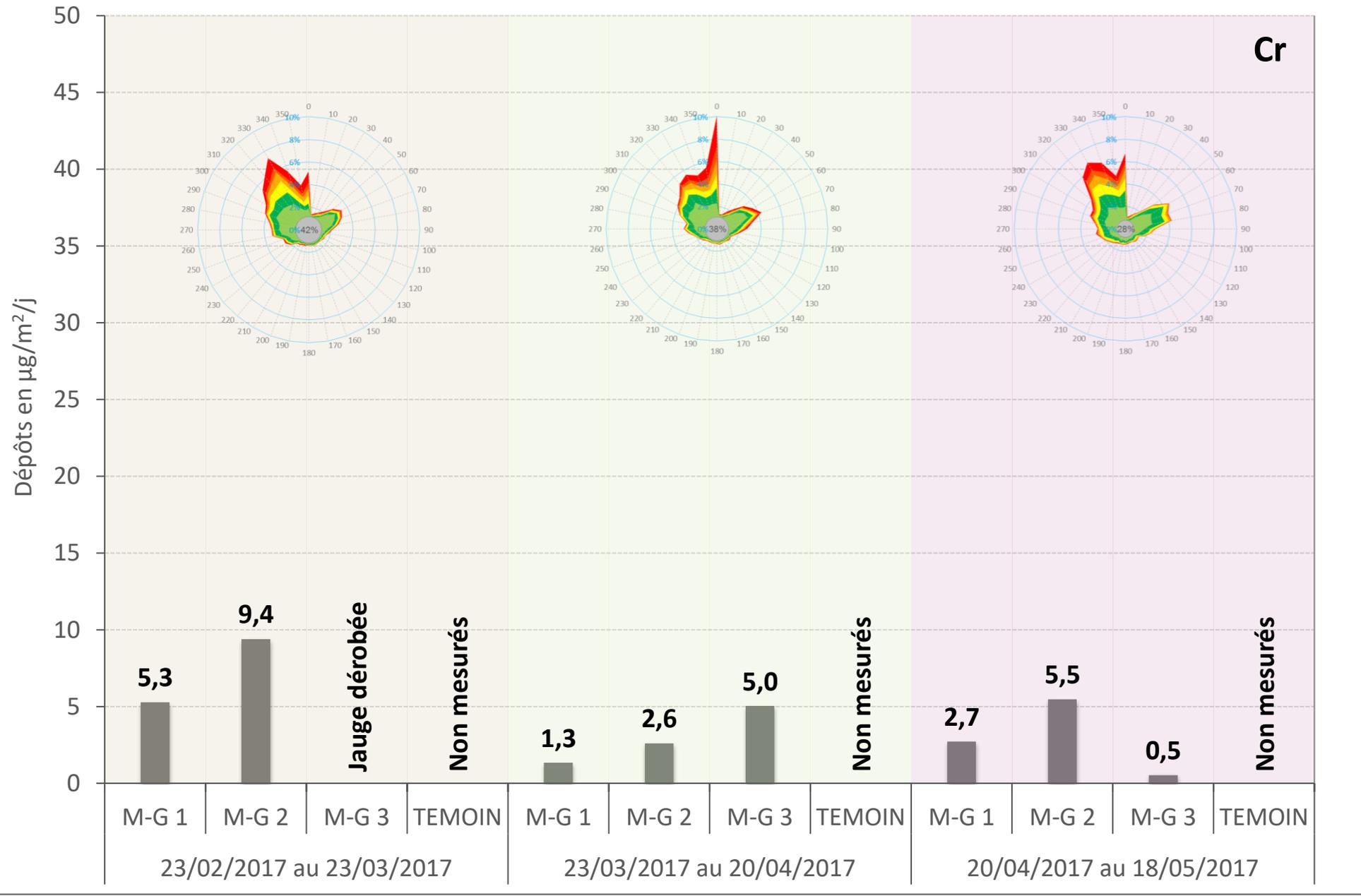
11 Ordonnance sur la protection de l'air » (RS 814.318.142.1, valeurs limites d'émission

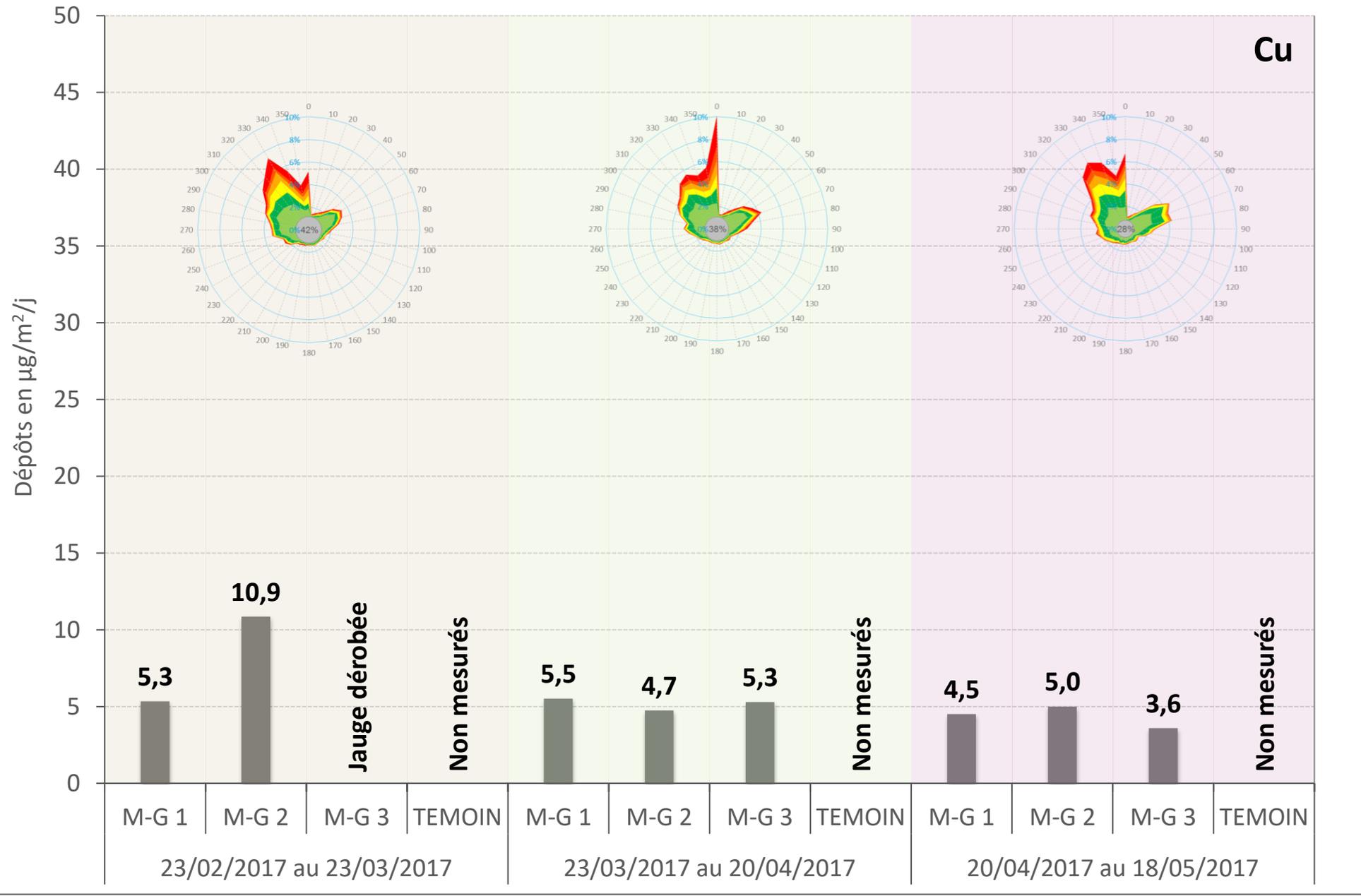
12 Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002

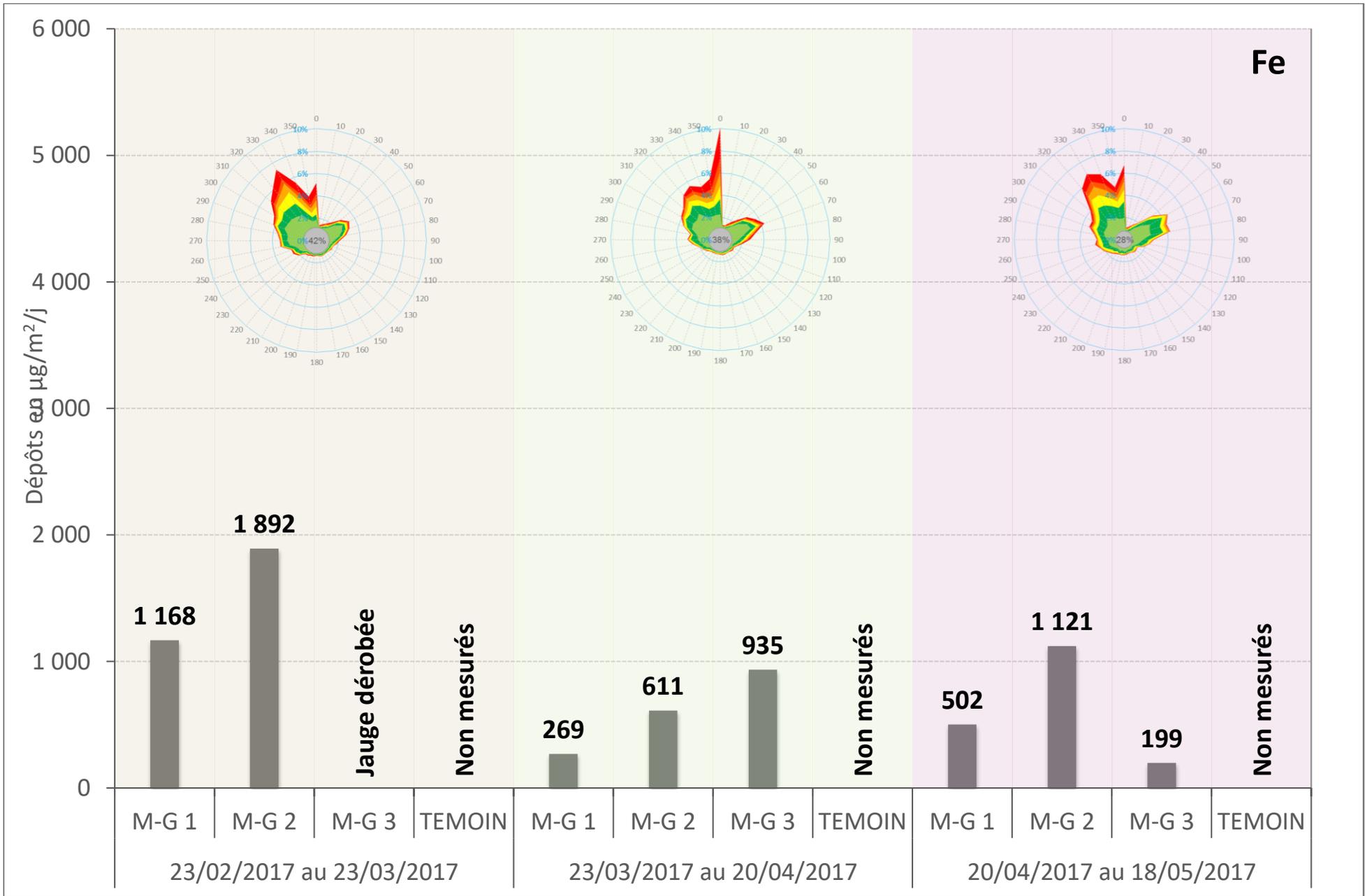
13 Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf. INERIS-DRC-12-120273-13816A.

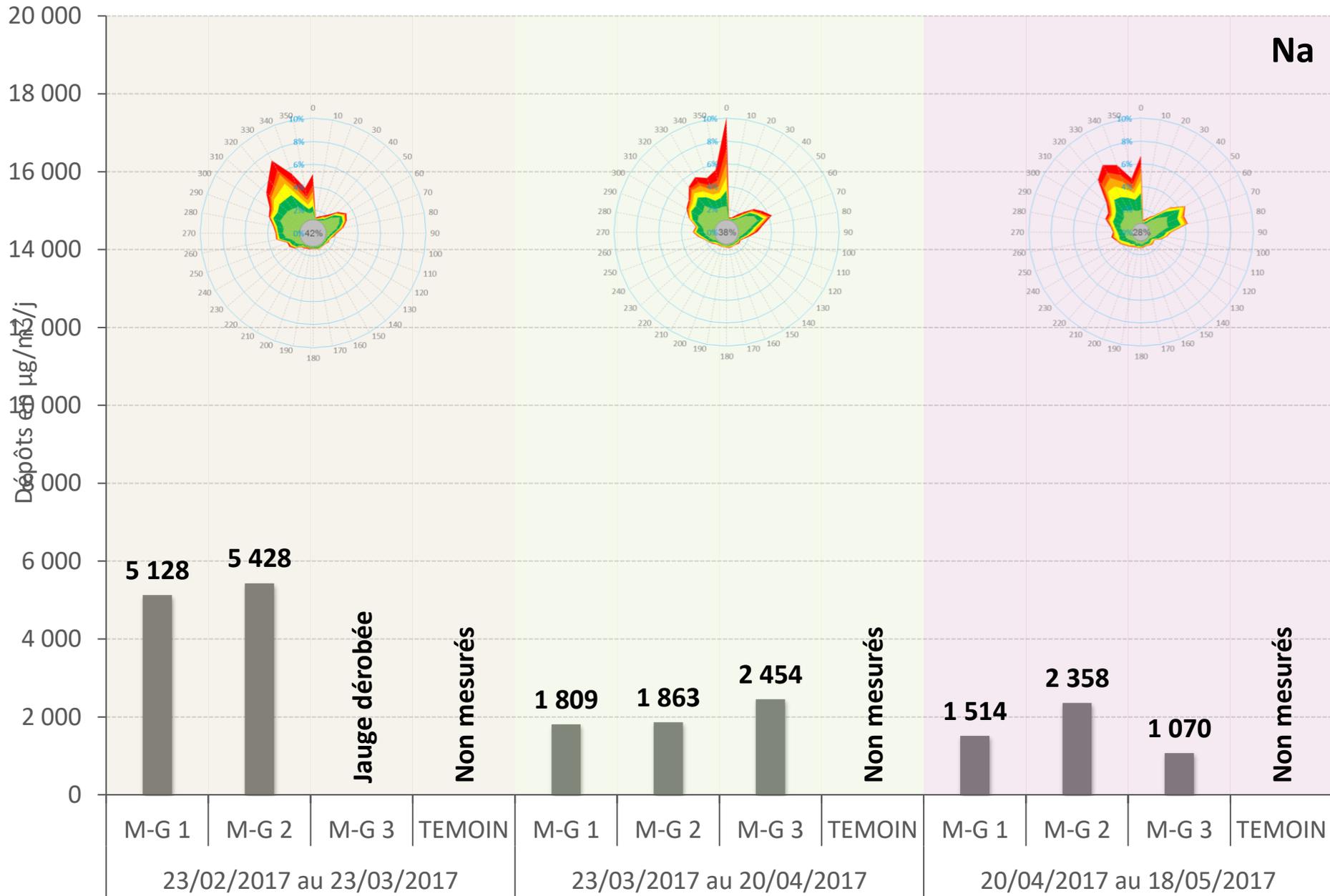




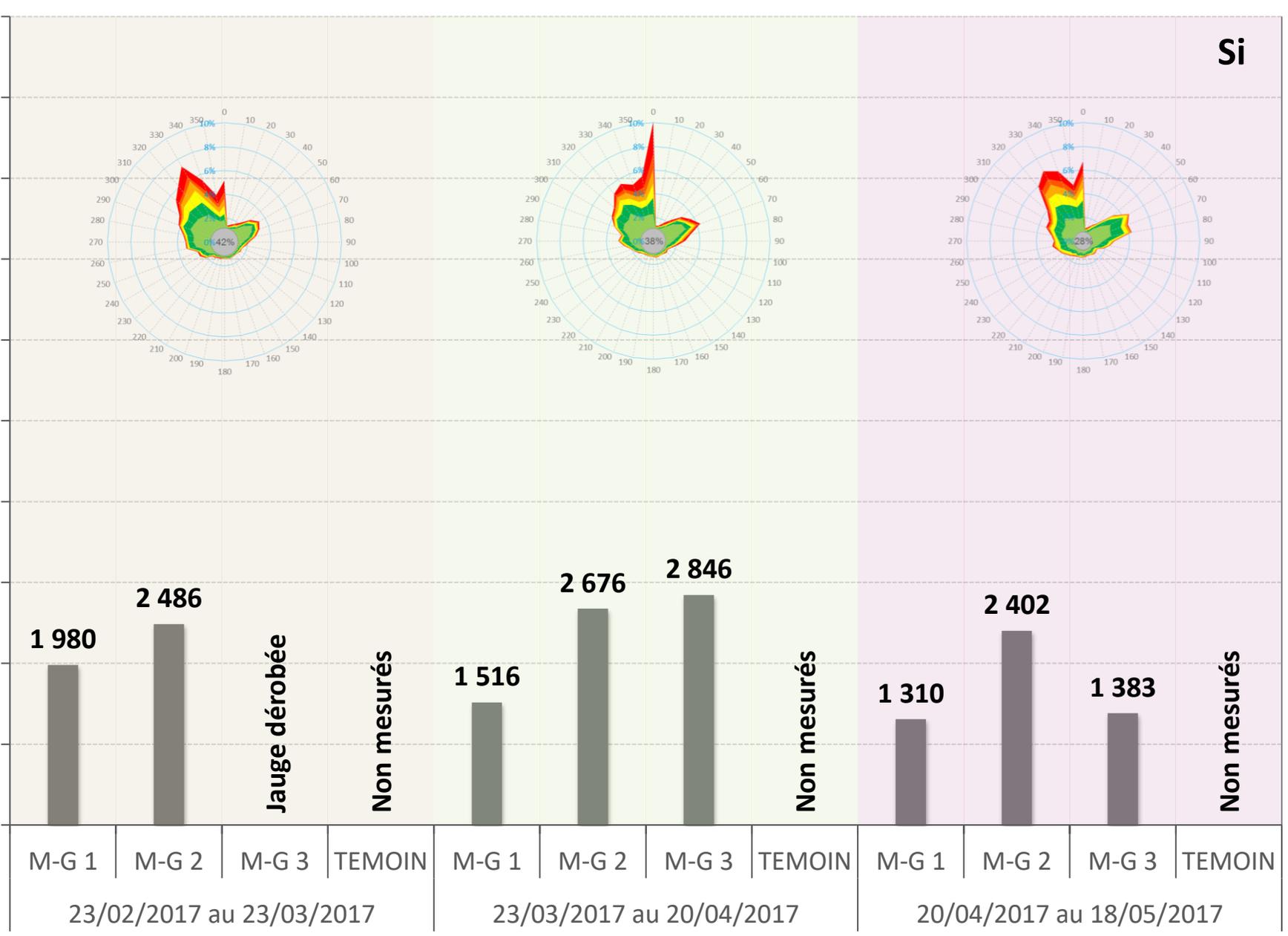






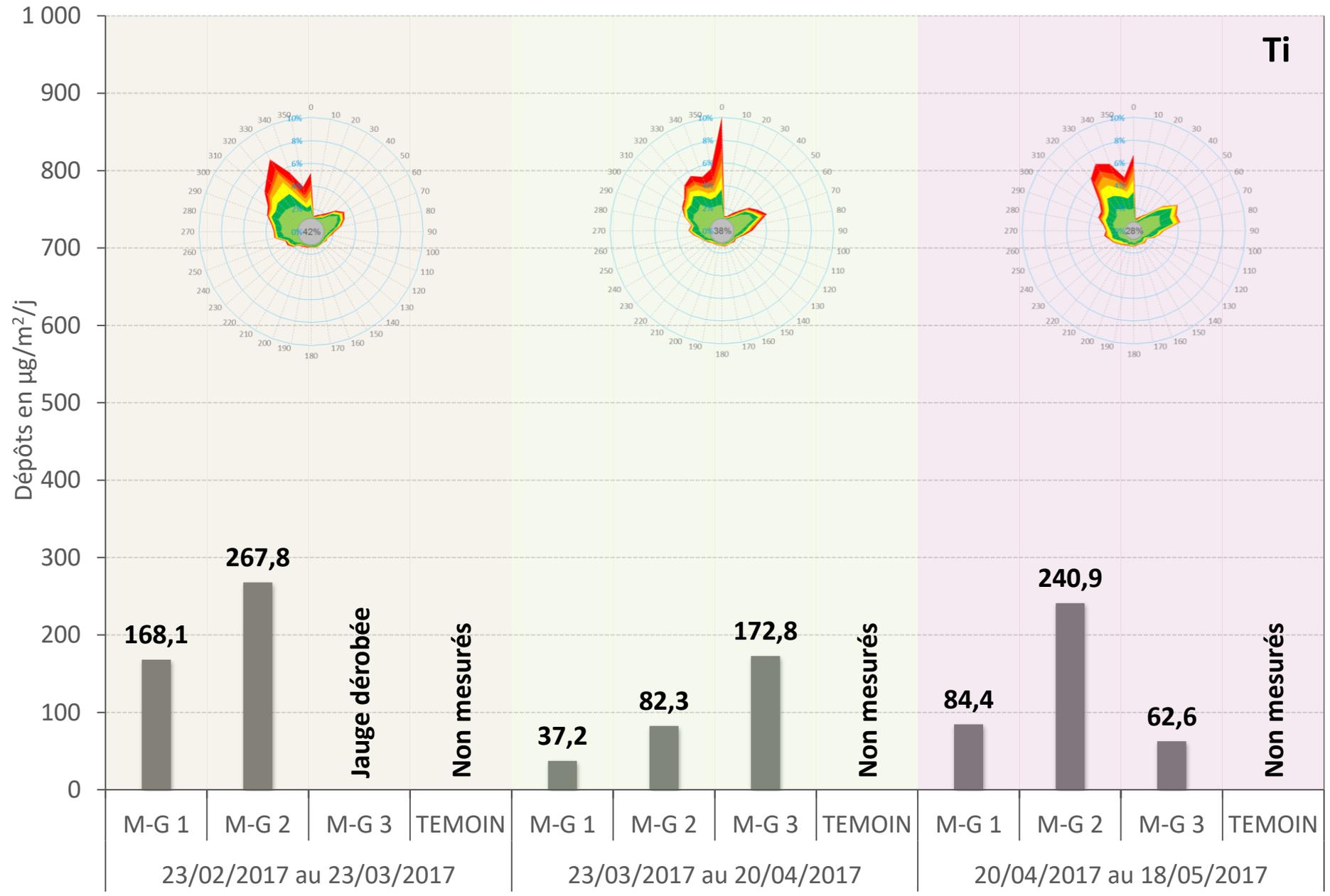


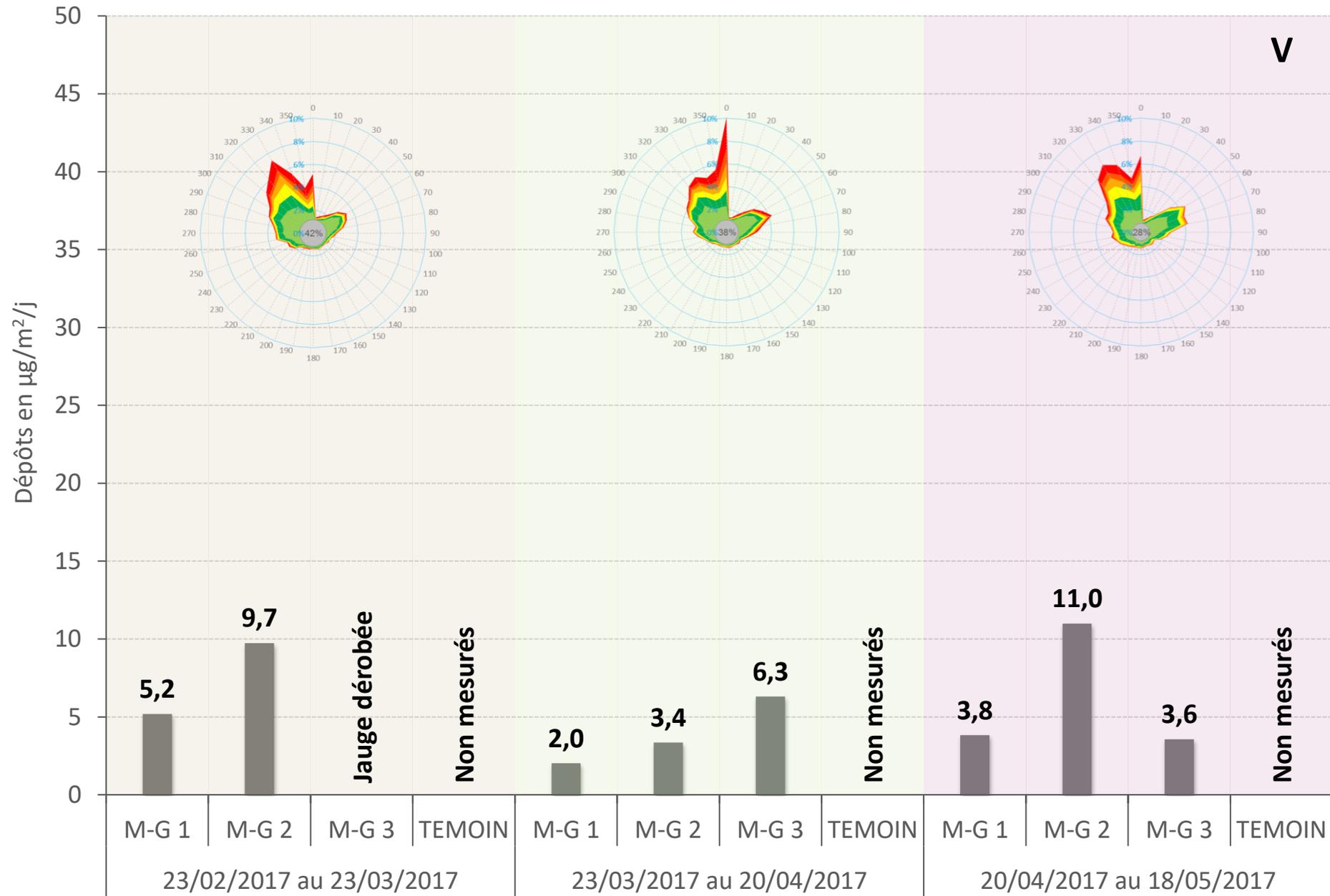
Dépôts en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$



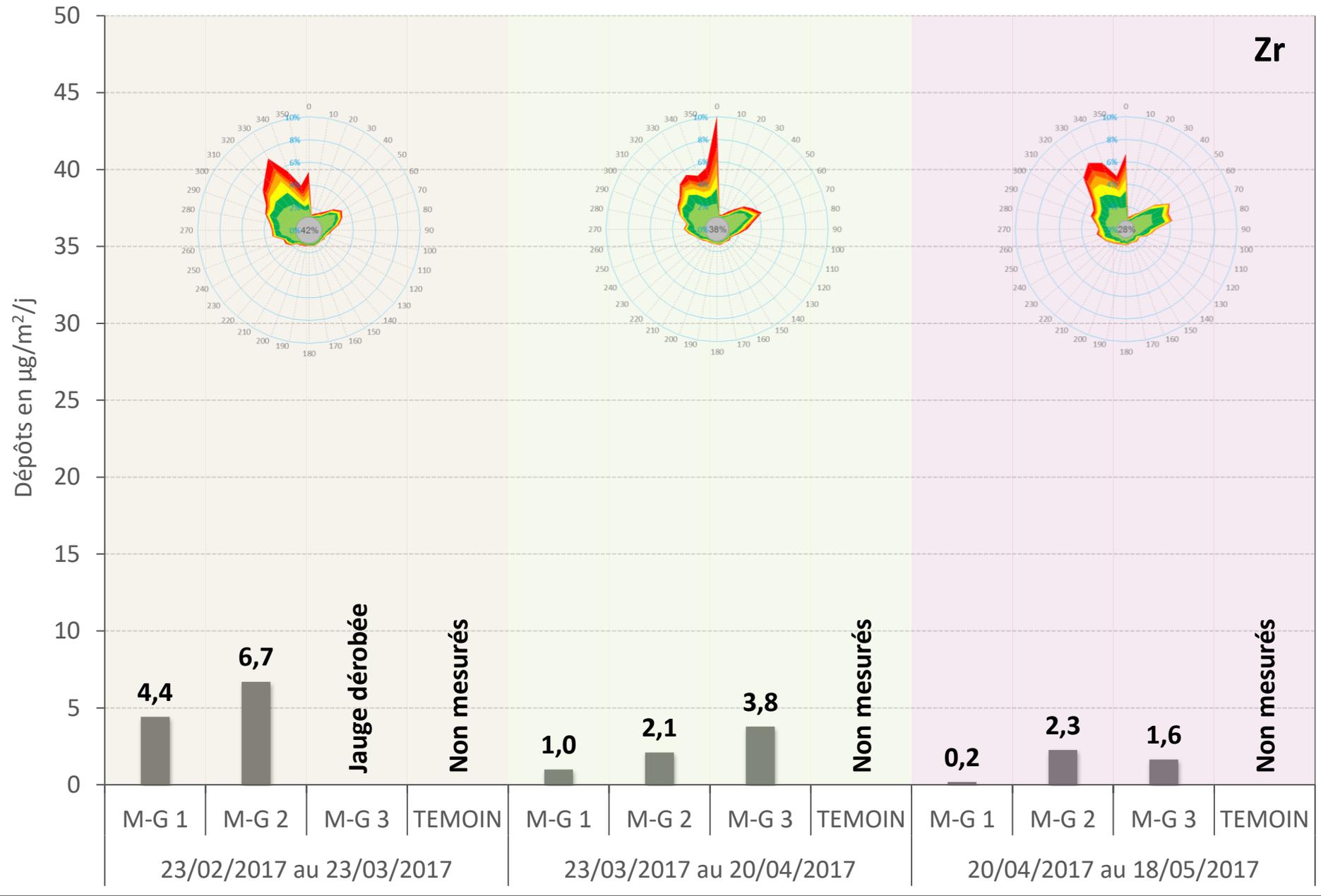
Si

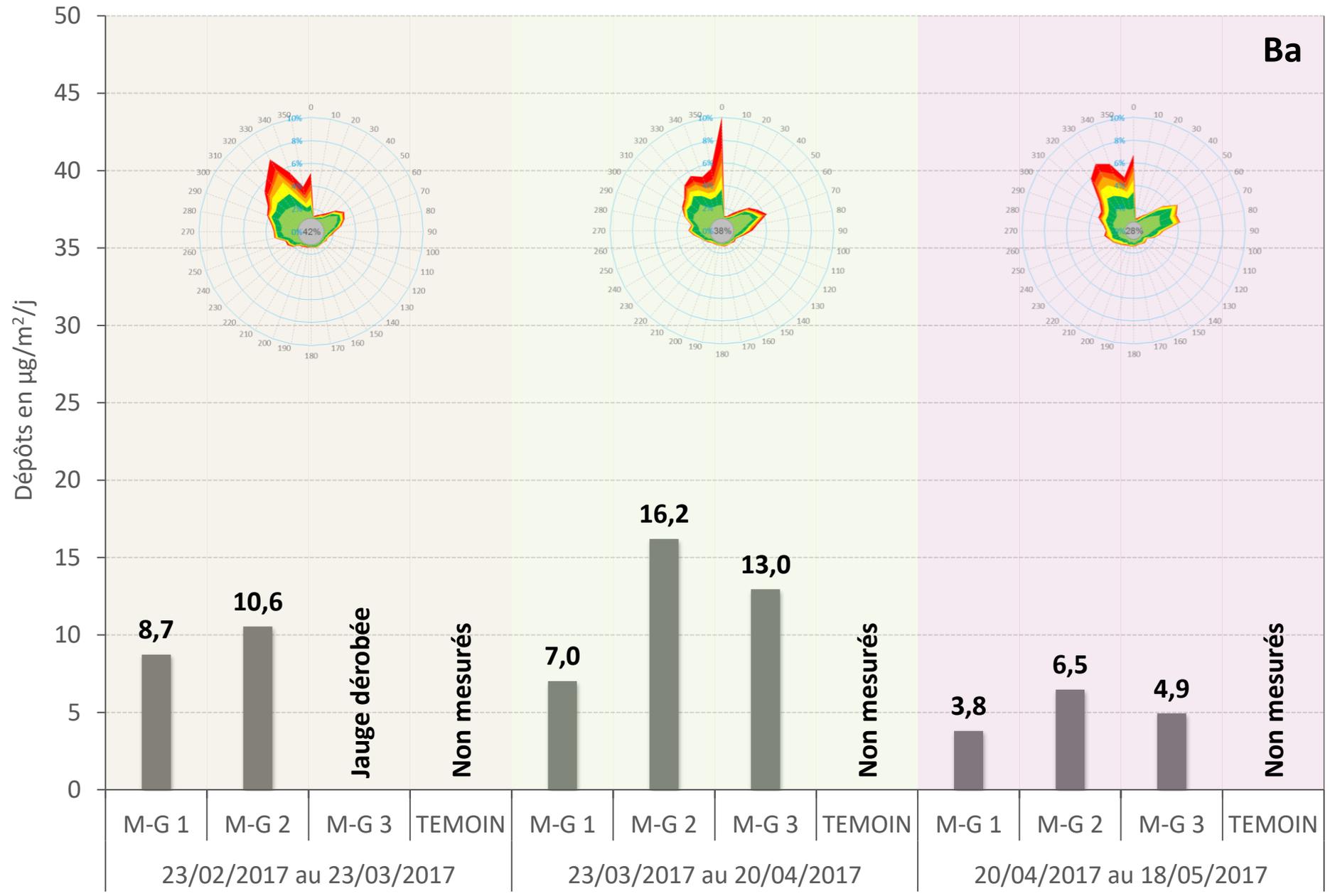
Ti

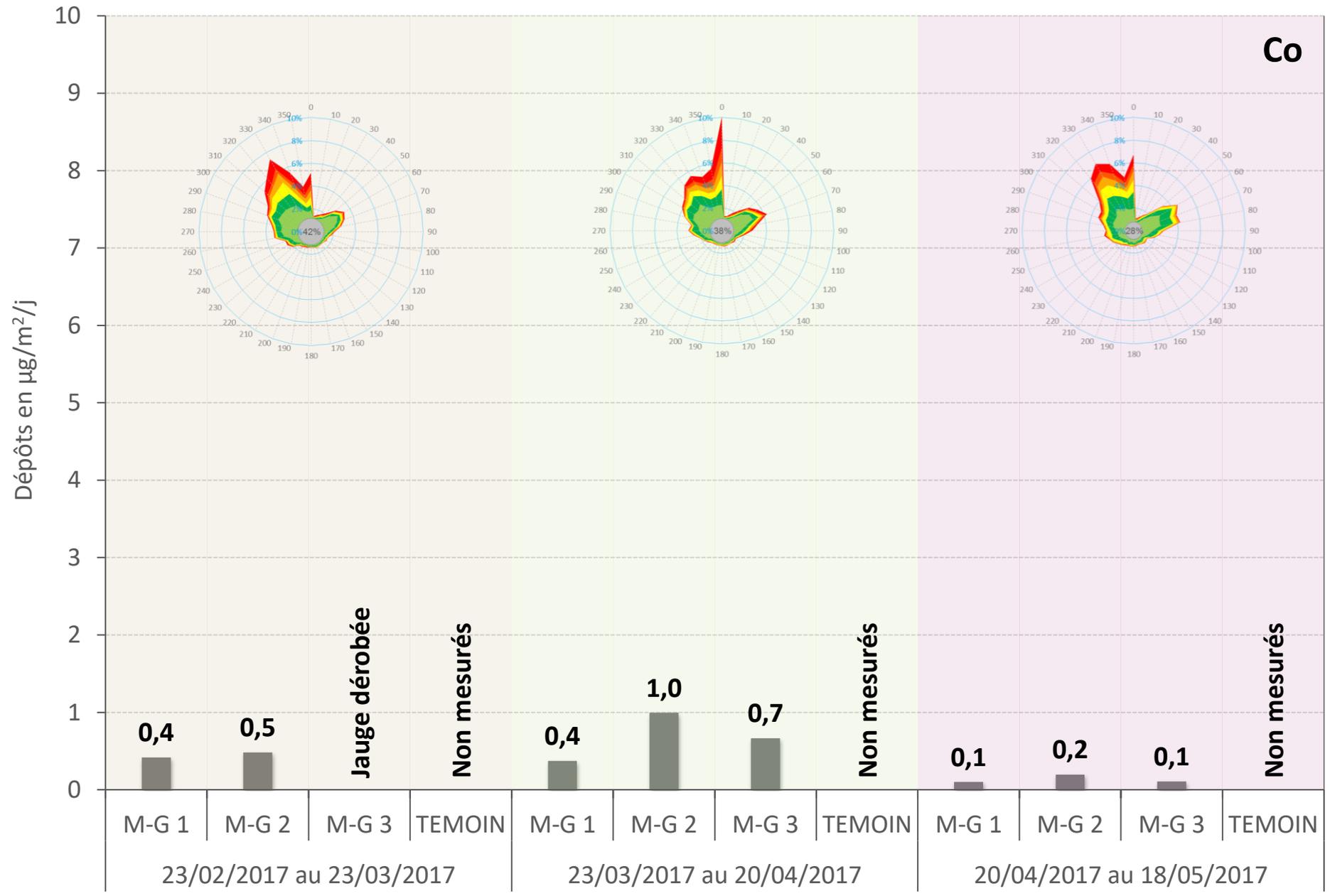


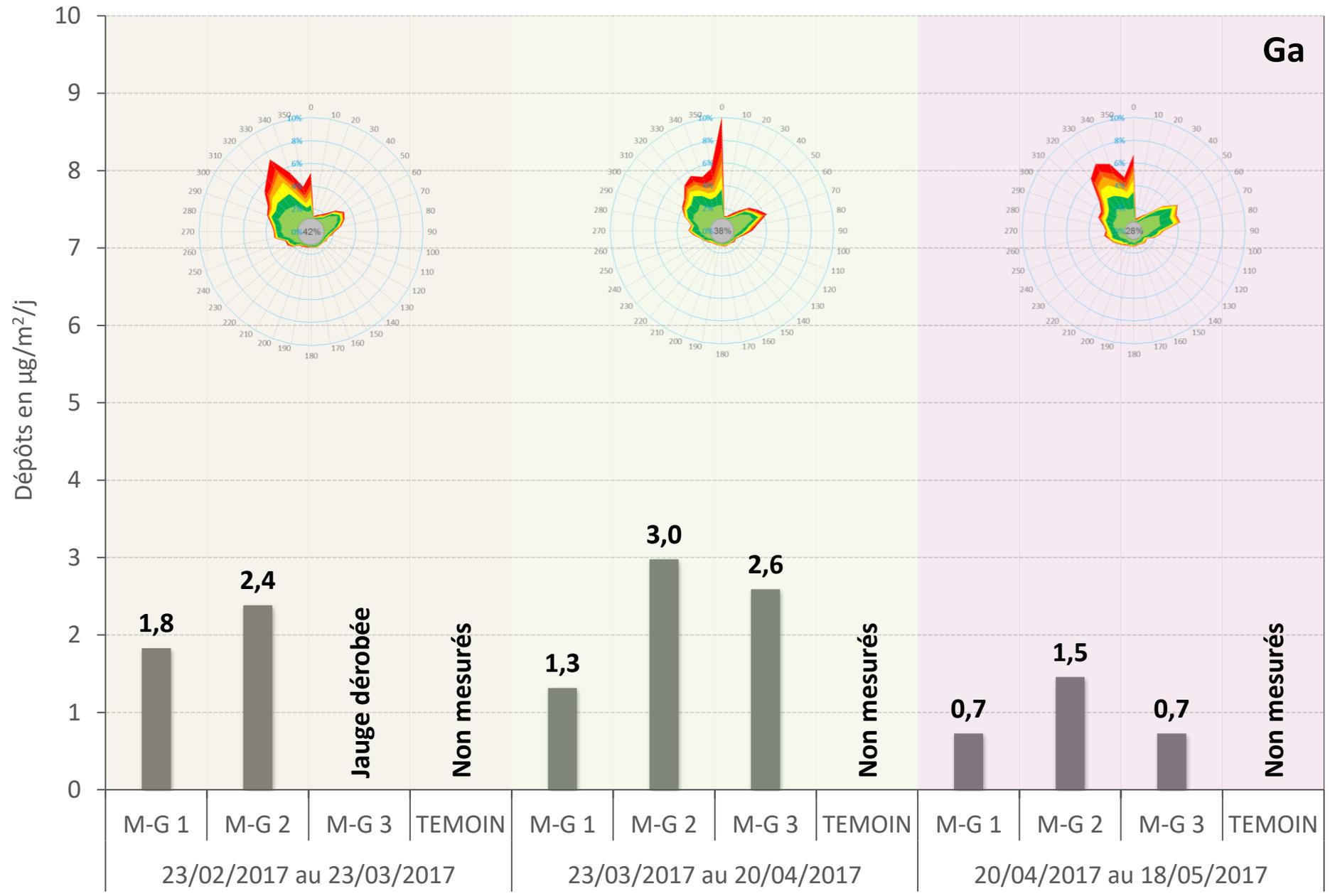


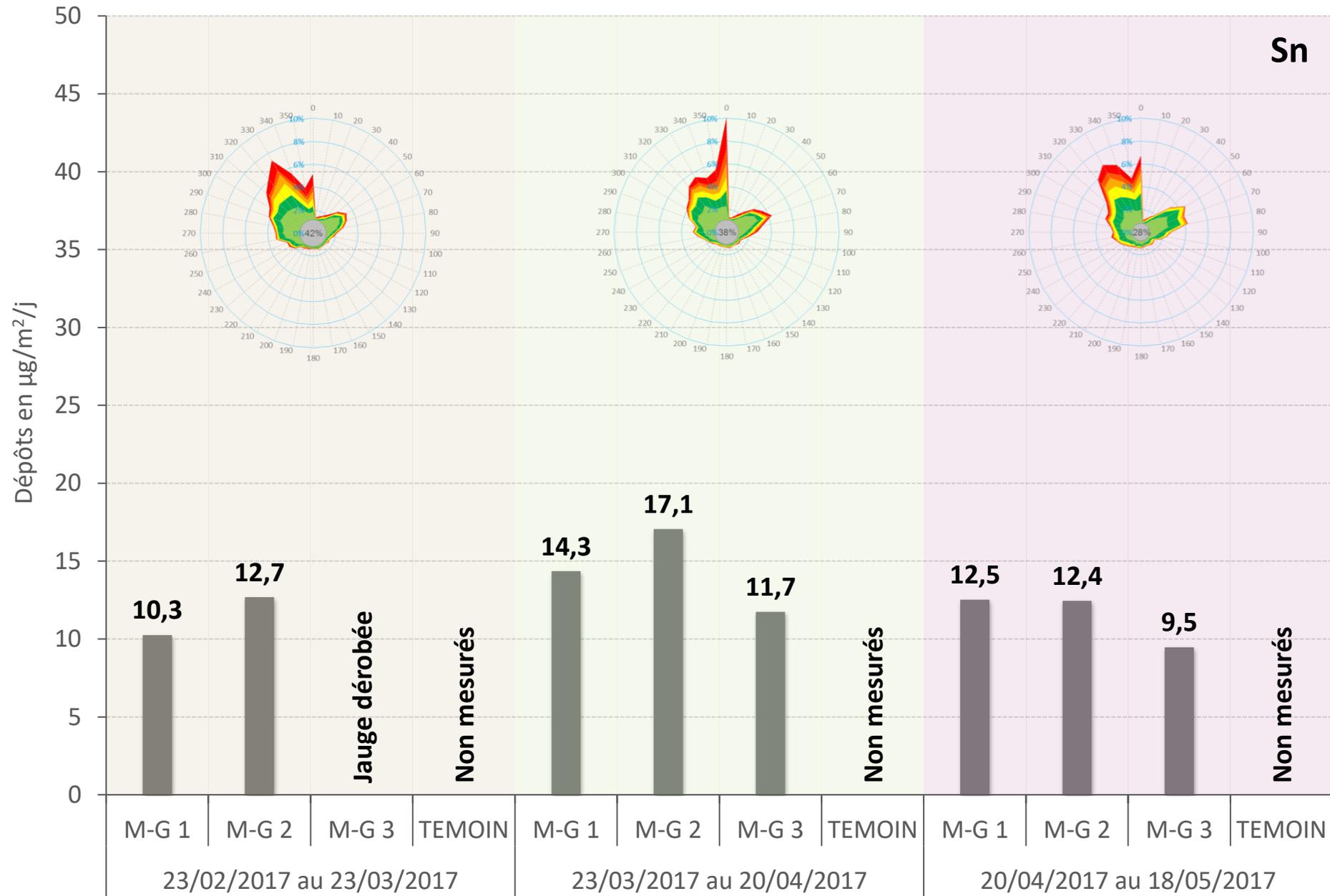
V









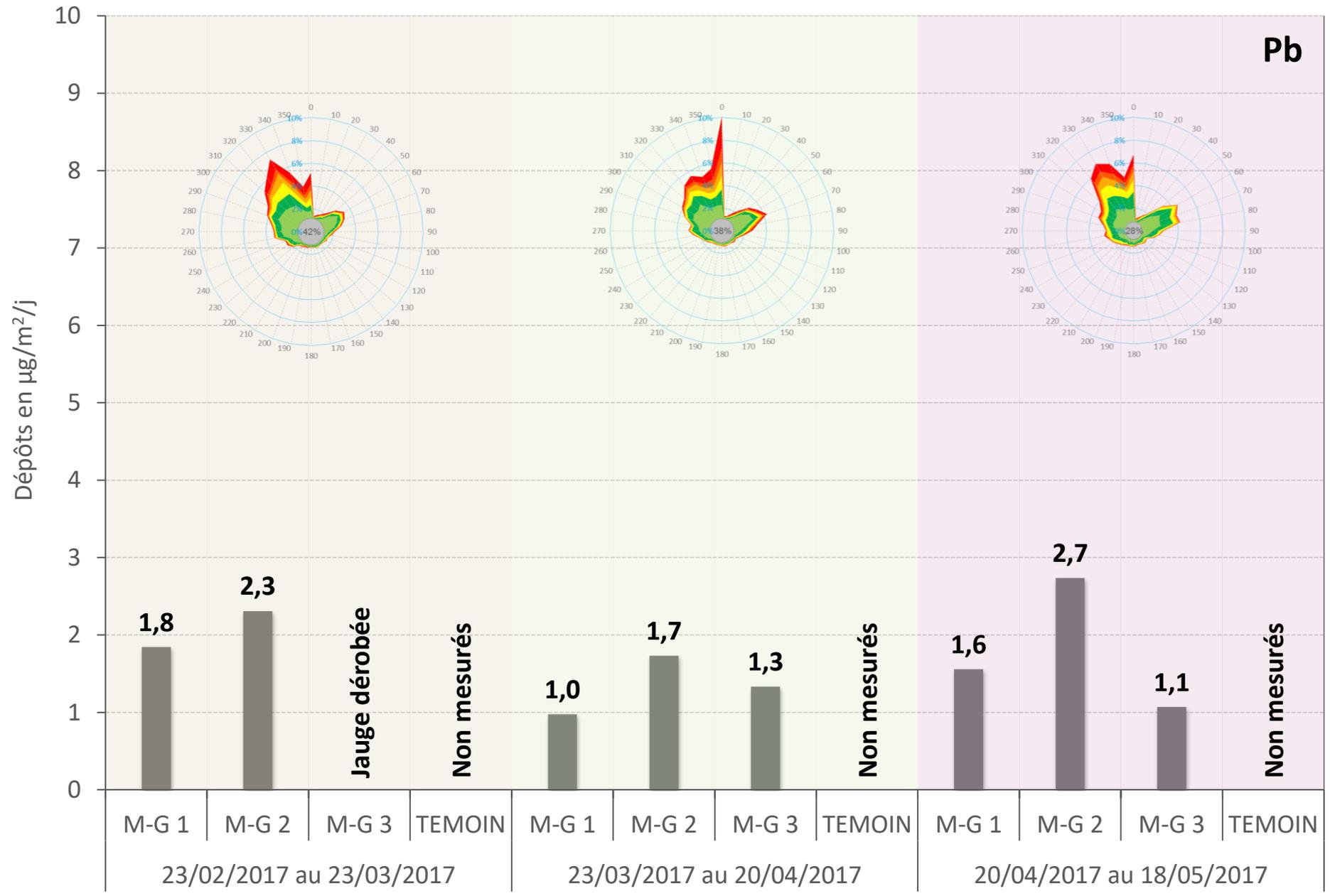


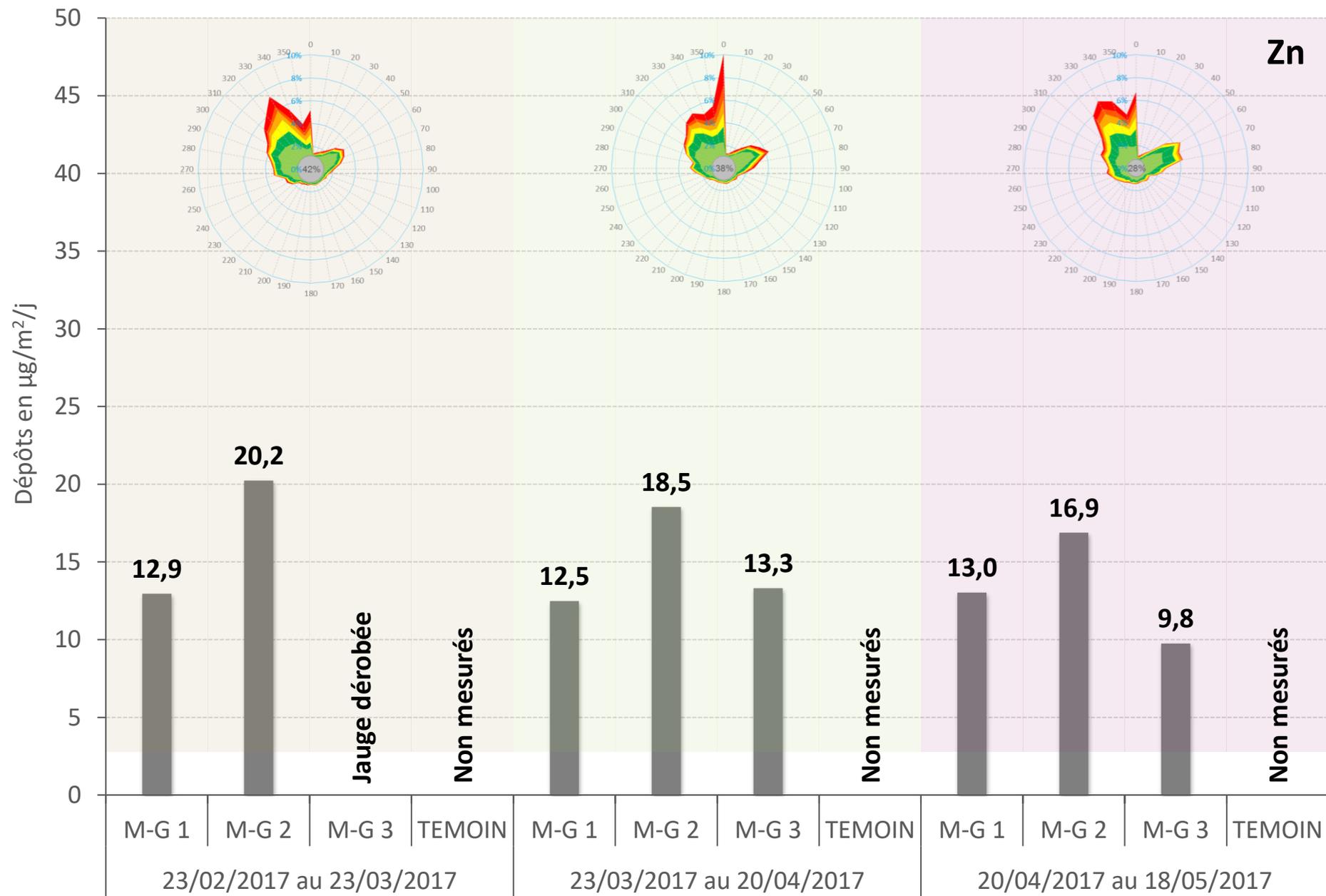
Sn

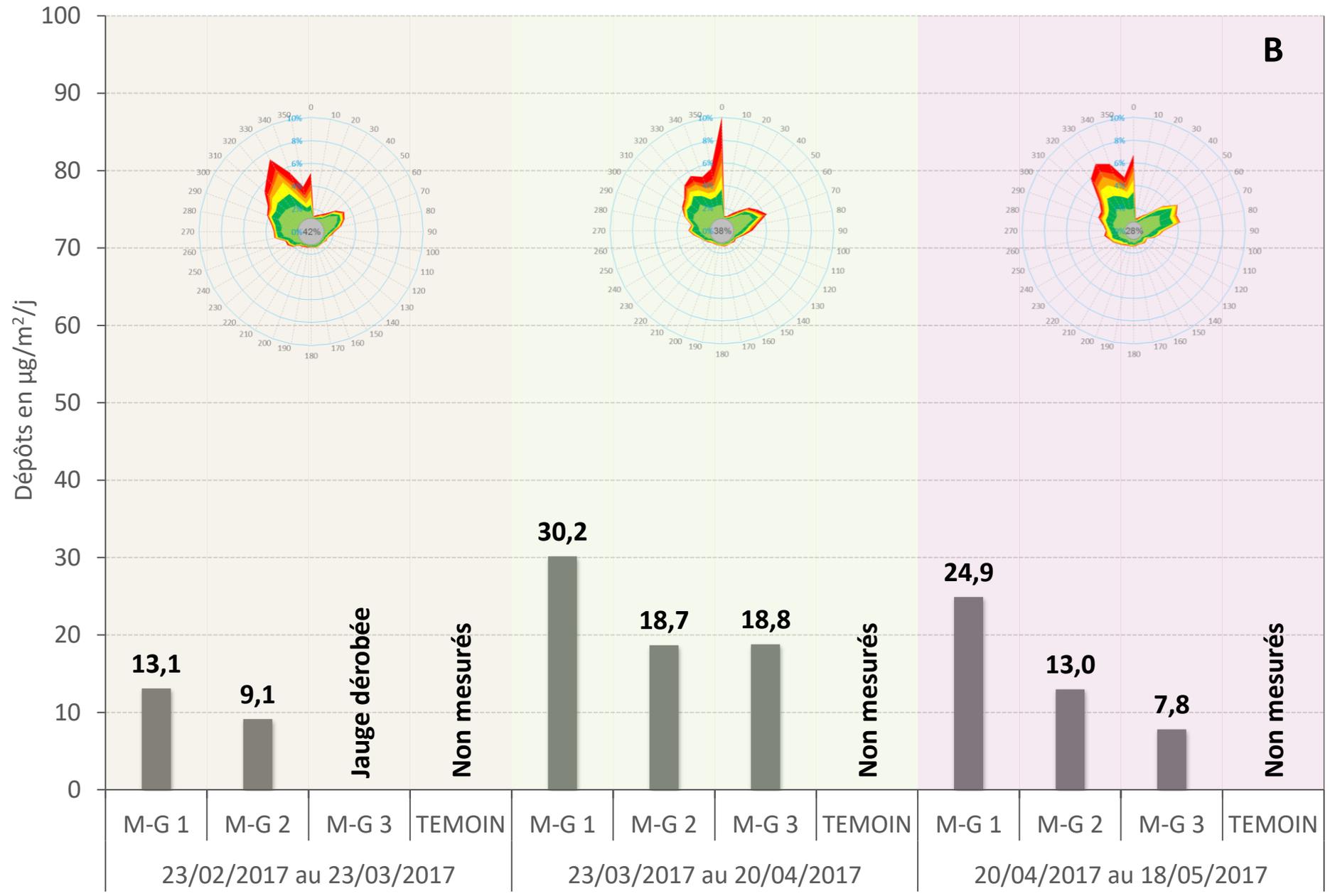
Dépôts en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$

M-G 1 | M-G 2 | M-G 3 | TEMOIN | M-G 1 | M-G 2 | M-G 3 | TEMOIN | M-G 1 | M-G 2 | M-G 3 | TEMOIN

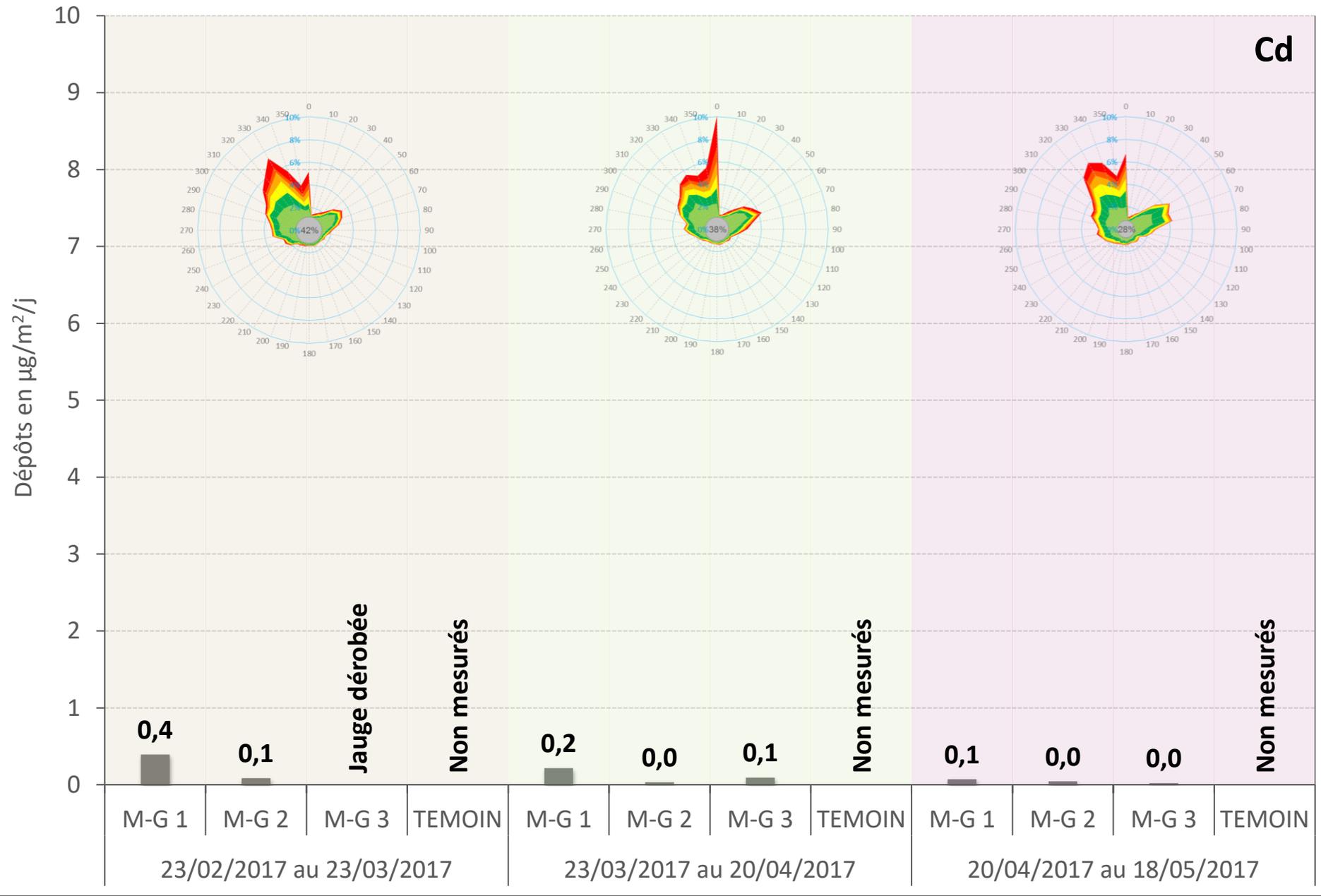
23/02/2017 au 23/03/2017 | 23/03/2017 au 20/04/2017 | 20/04/2017 au 18/05/2017

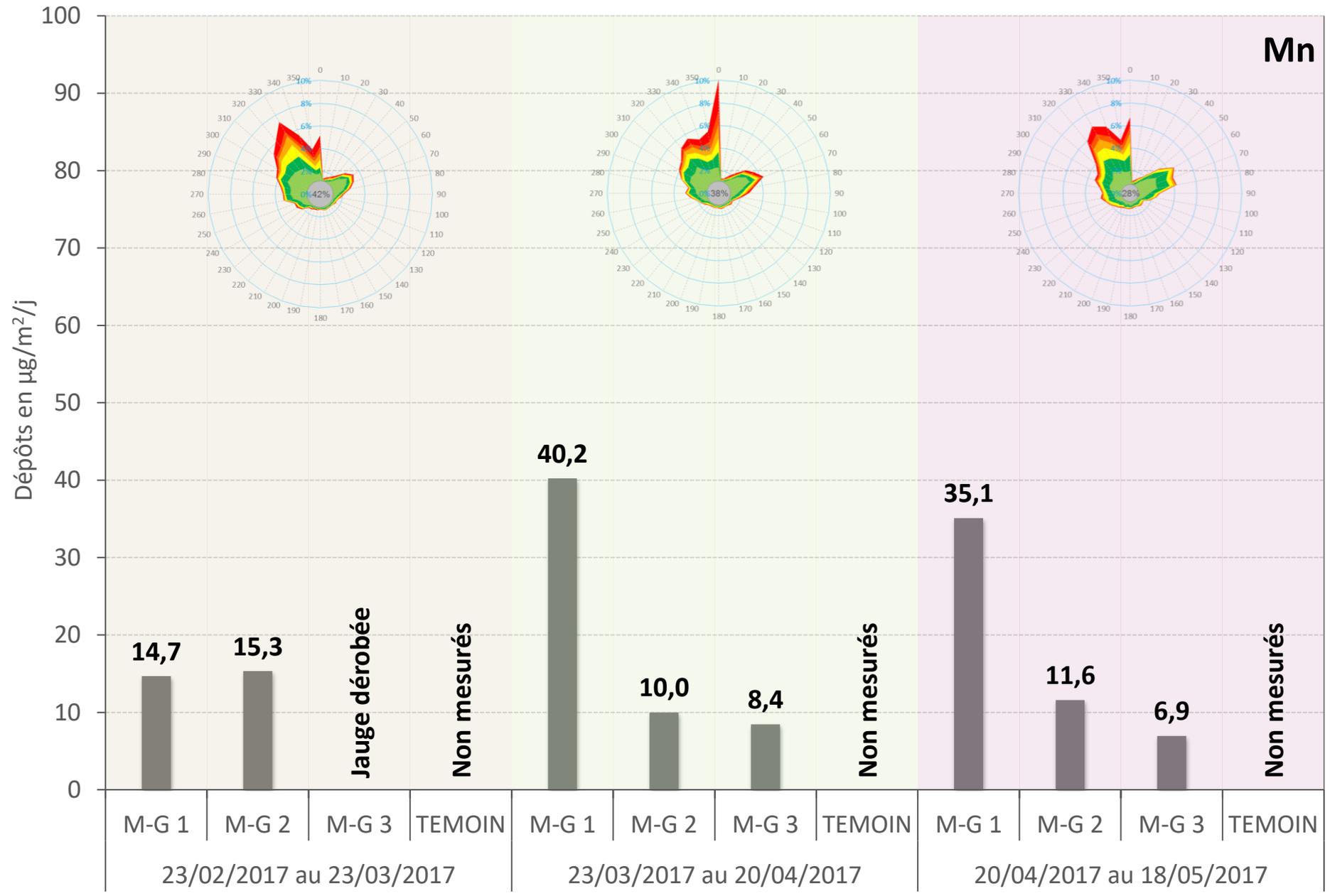


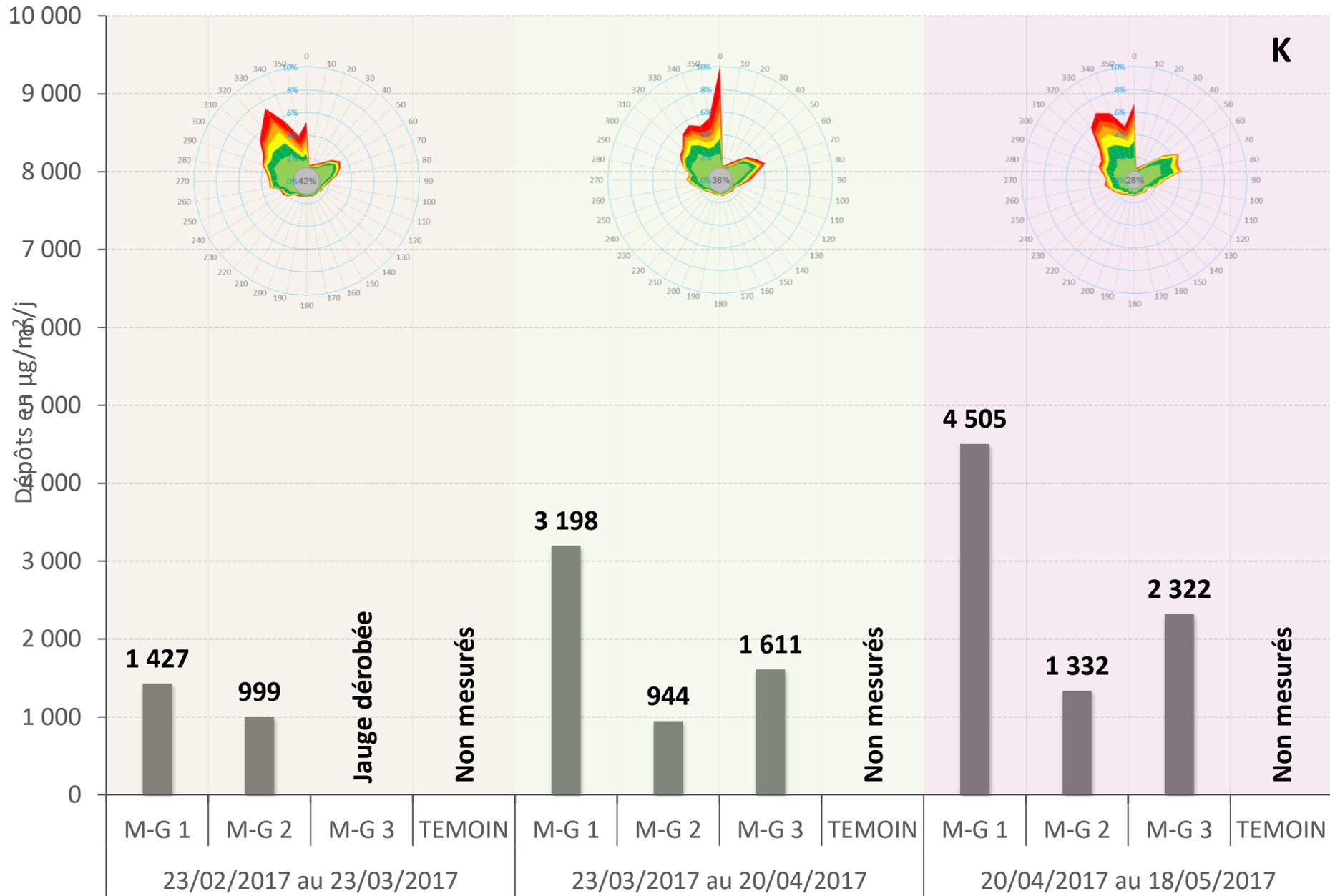




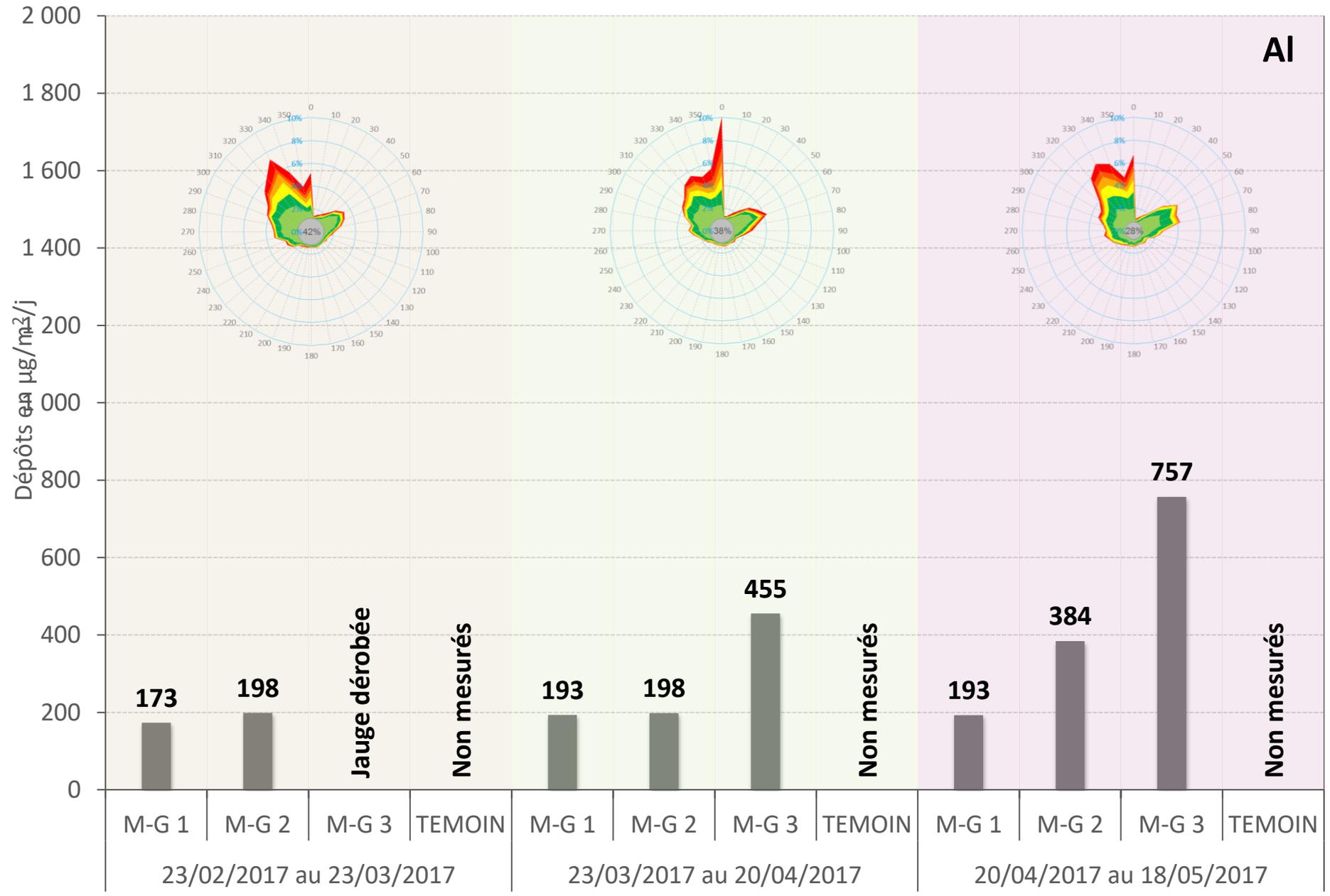
B

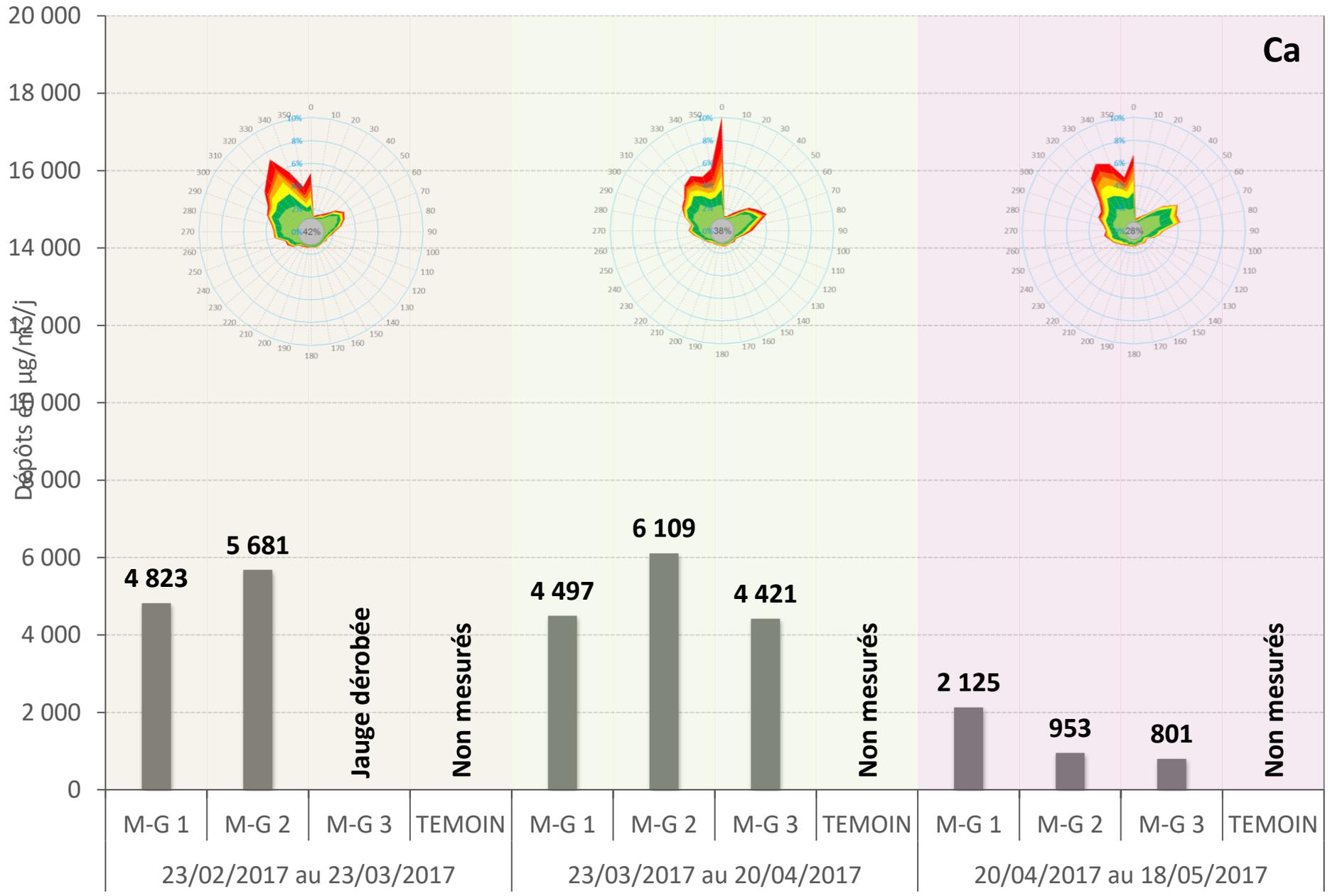




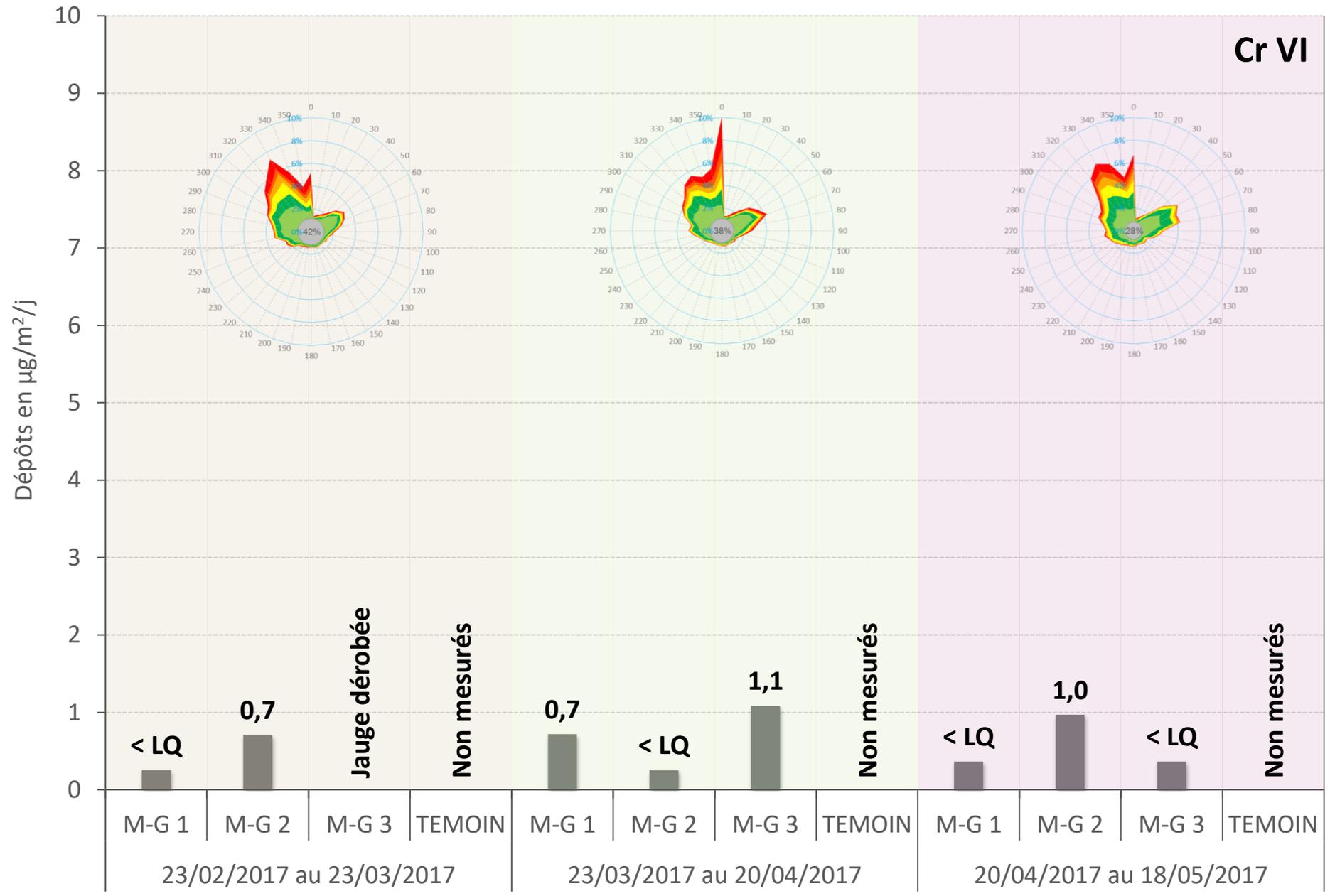


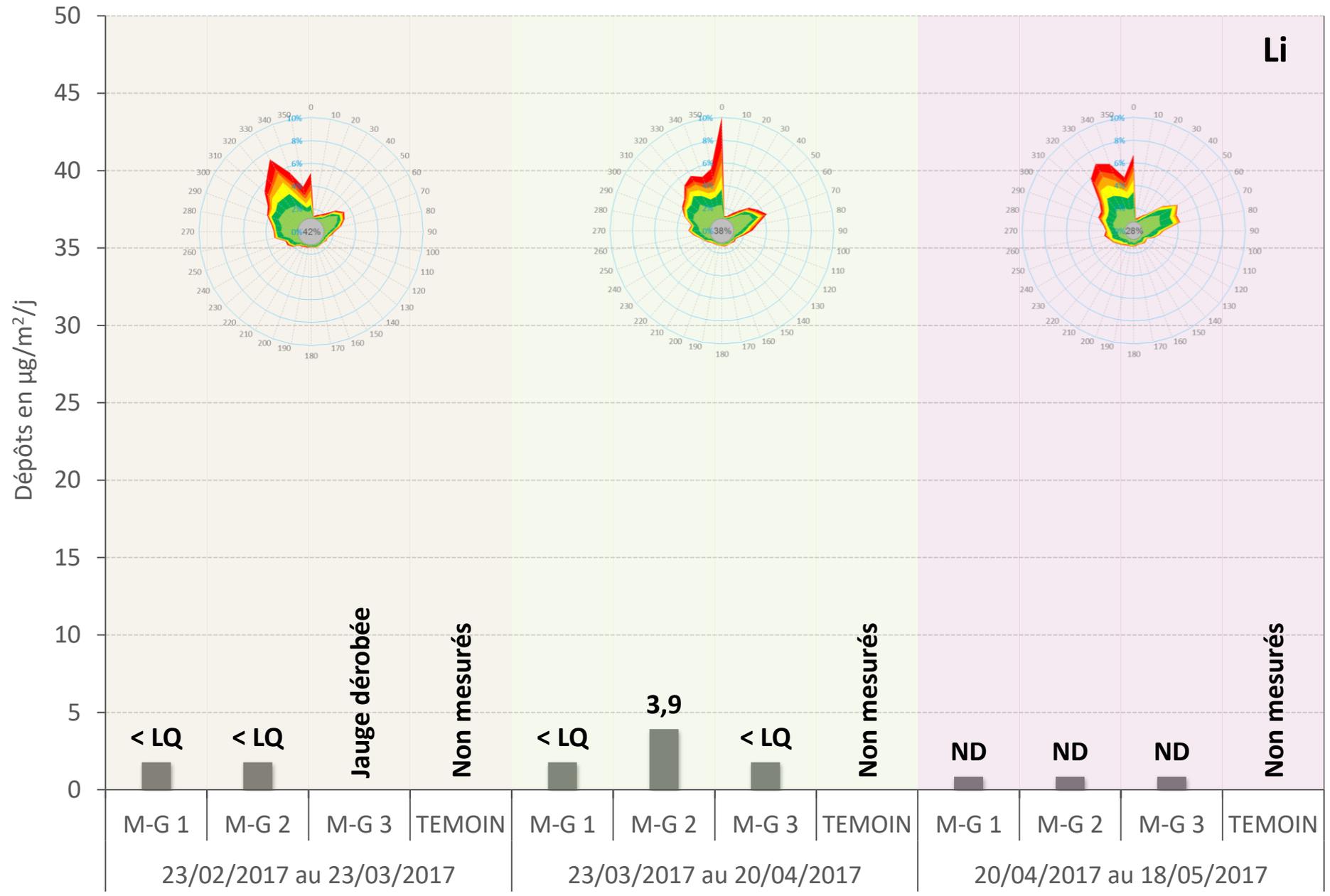
K

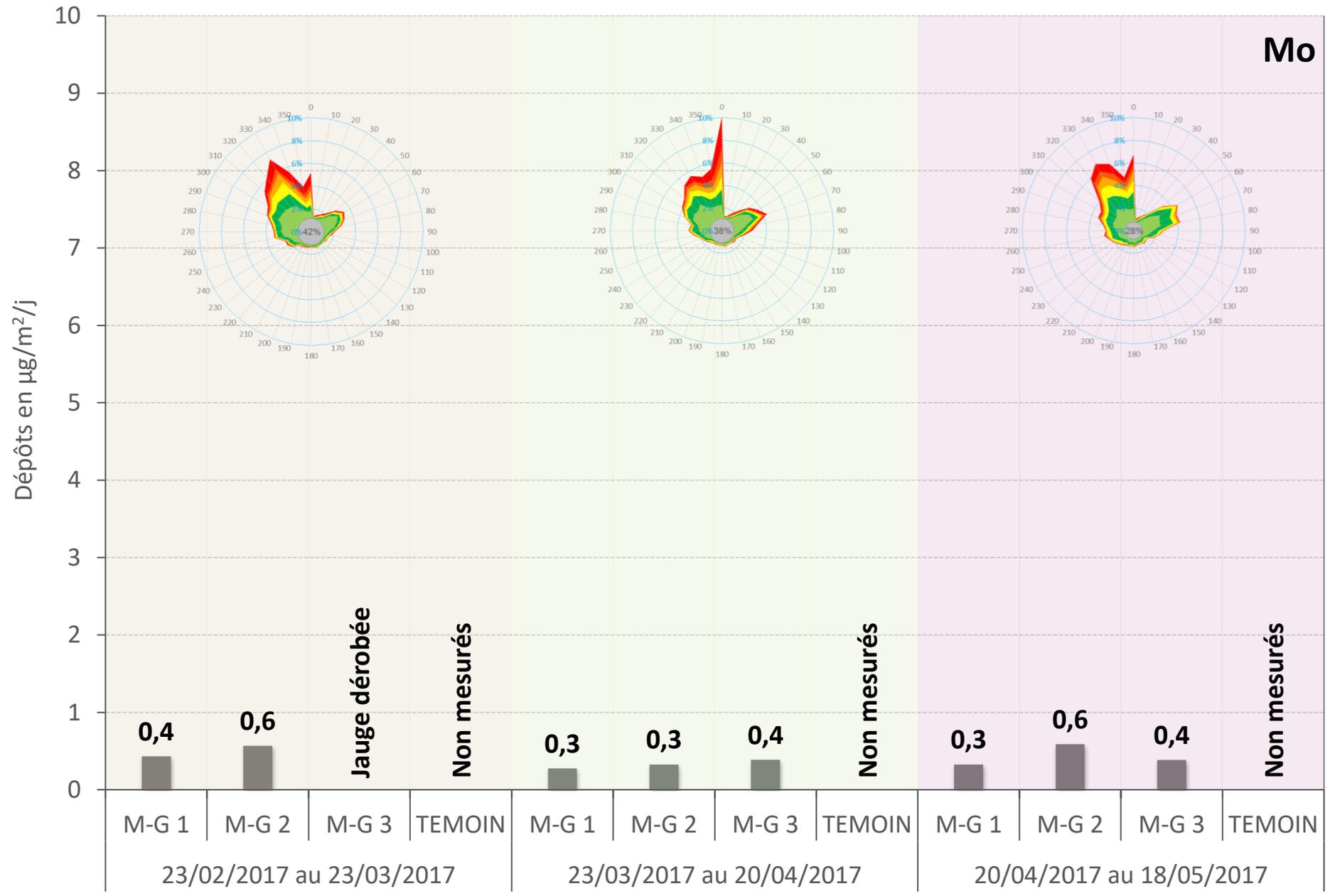


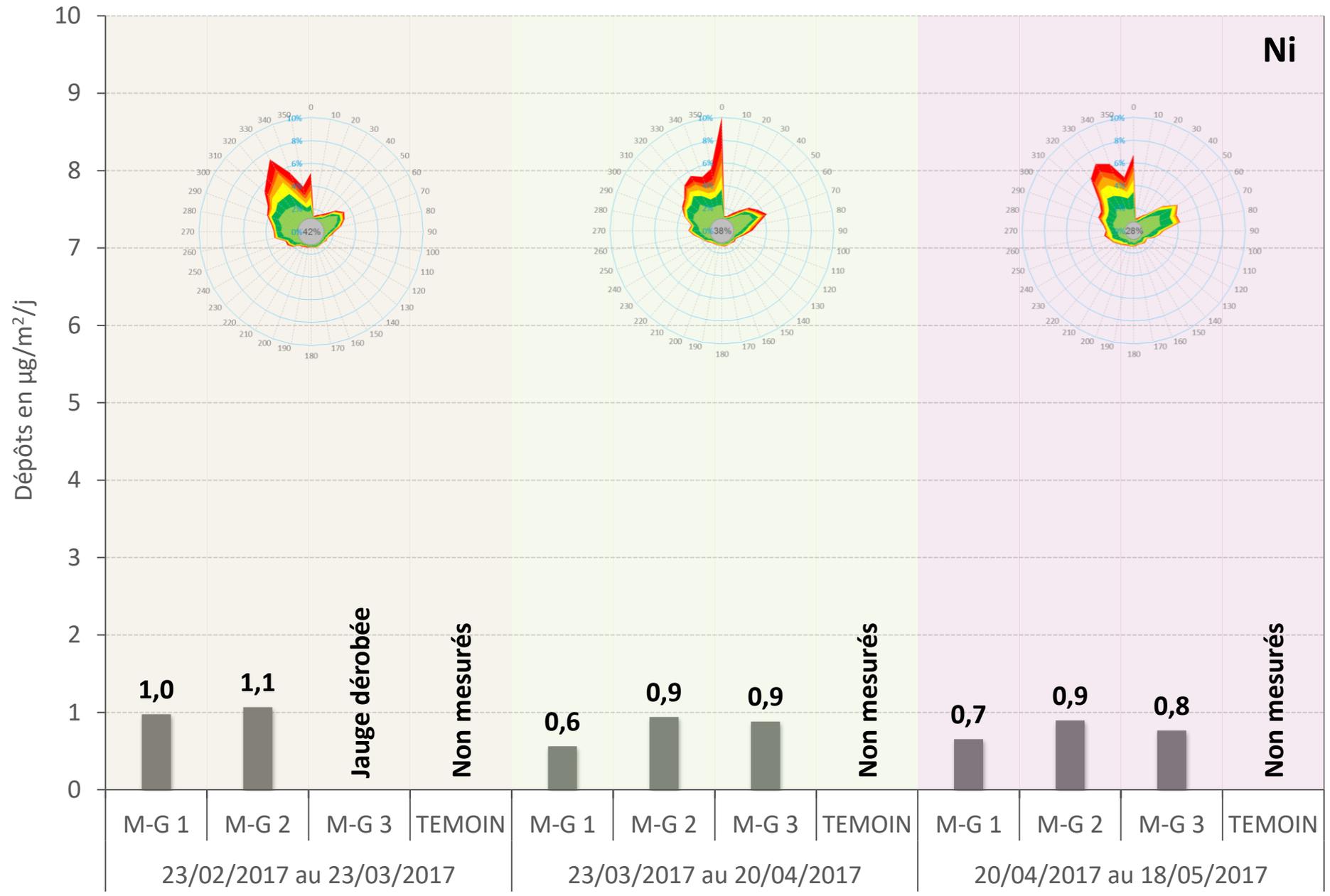


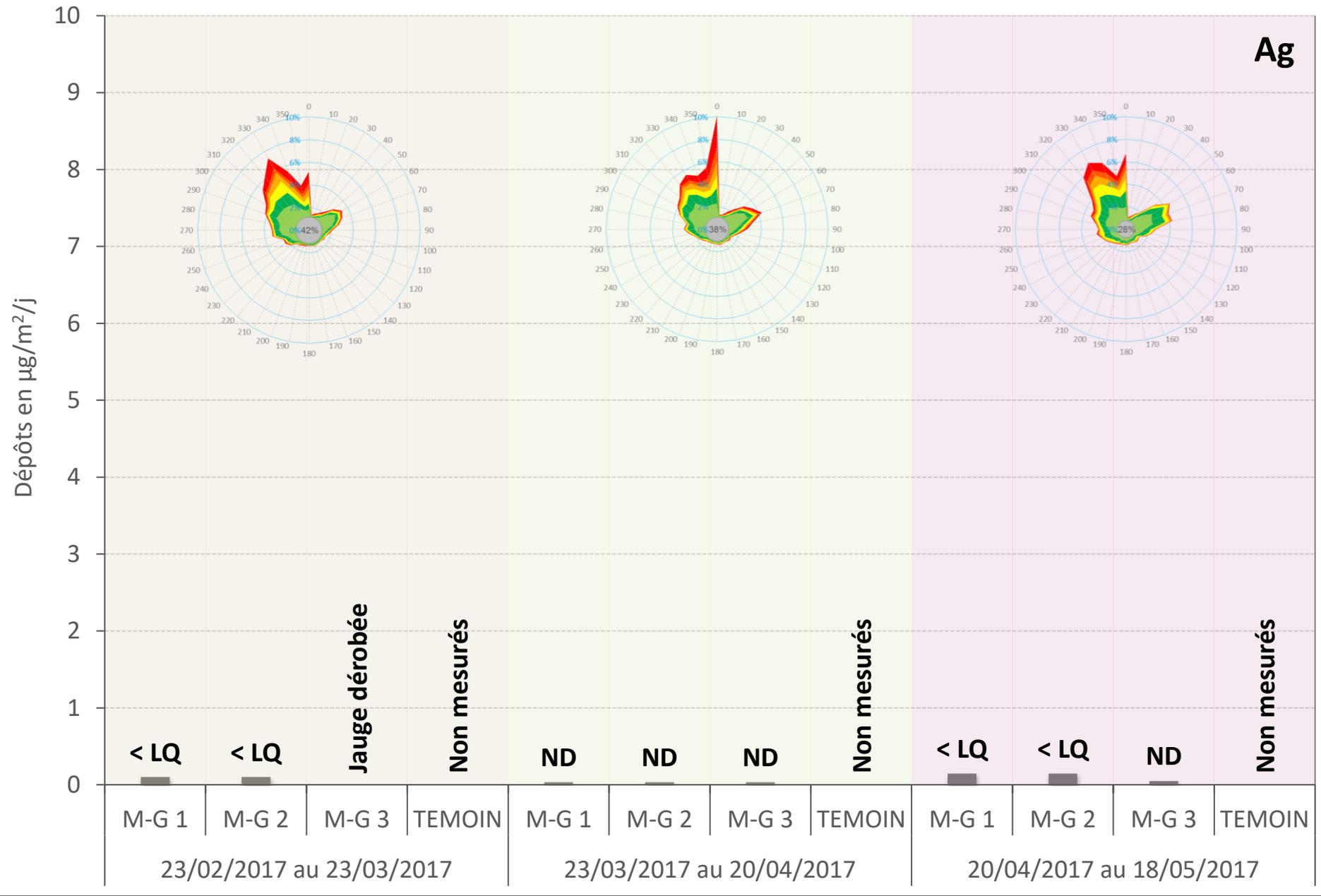
Cr VI











Ag

Dépôts en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$

M-G 1

M-G 2

M-G 3

TEMOIN

M-G 1

M-G 2

M-G 3

TEMOIN

M-G 1

M-G 2

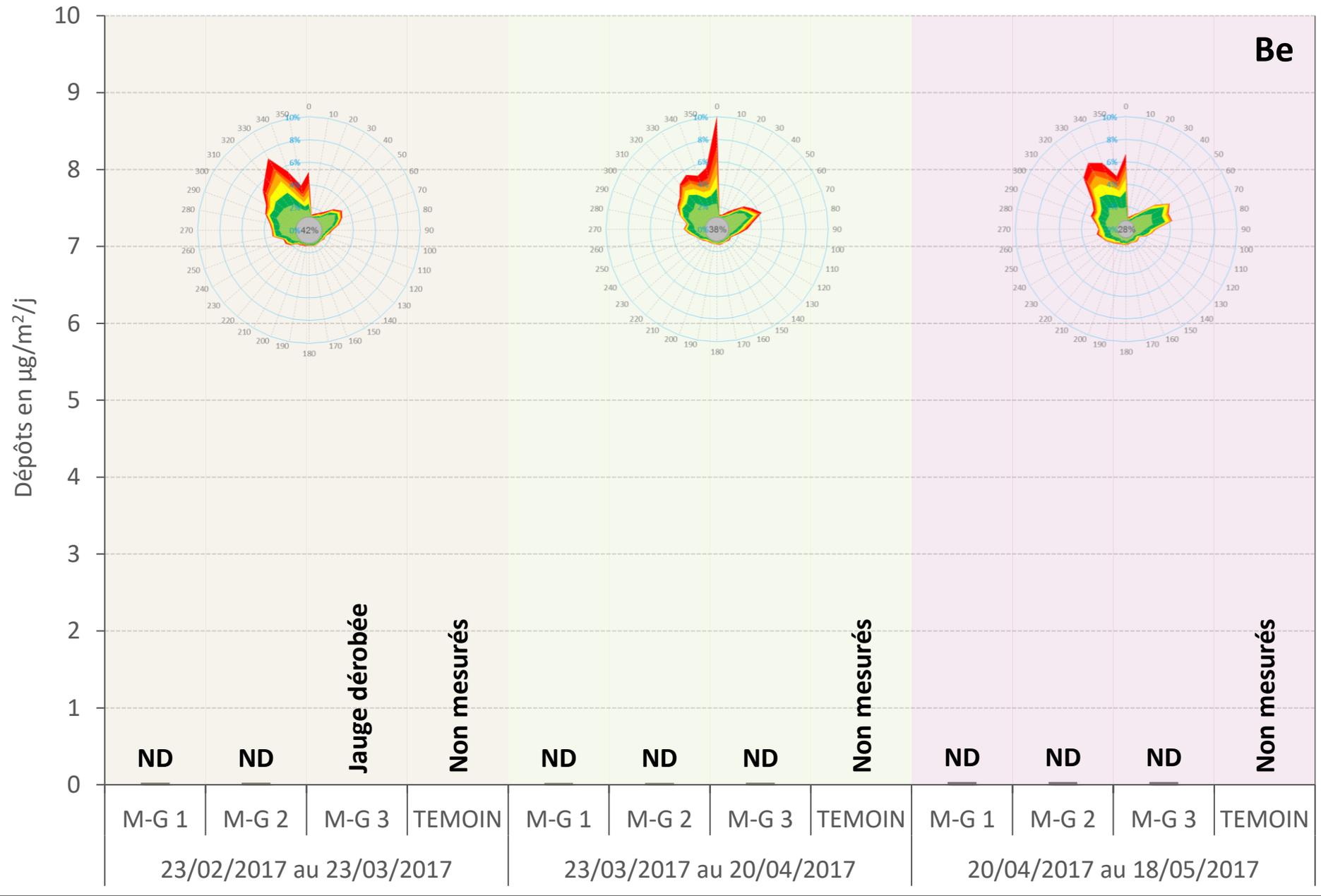
M-G 3

TEMOIN

23/02/2017 au 23/03/2017

23/03/2017 au 20/04/2017

20/04/2017 au 18/05/2017

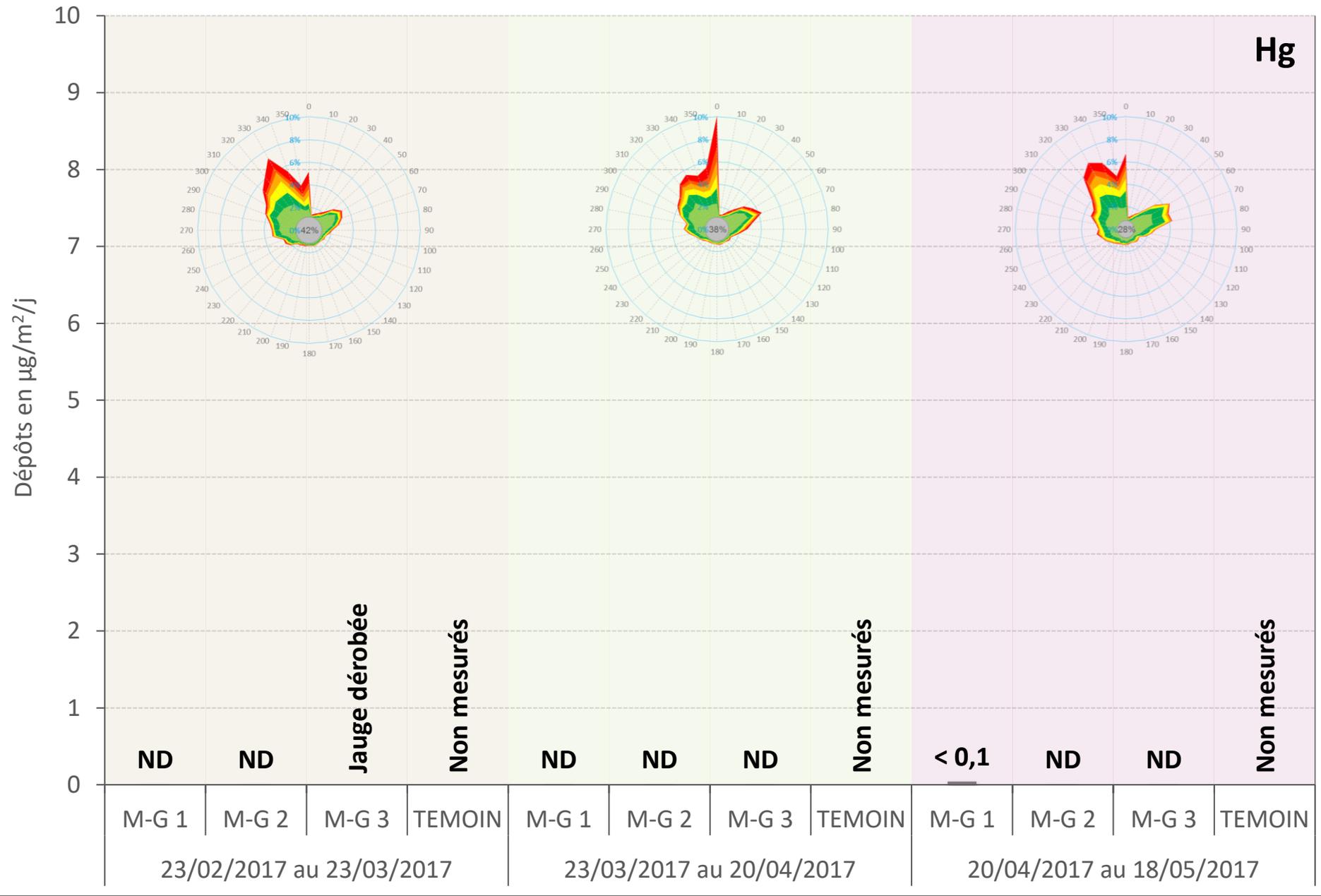


Be

23/02/2017 au 23/03/2017

23/03/2017 au 20/04/2017

20/04/2017 au 18/05/2017



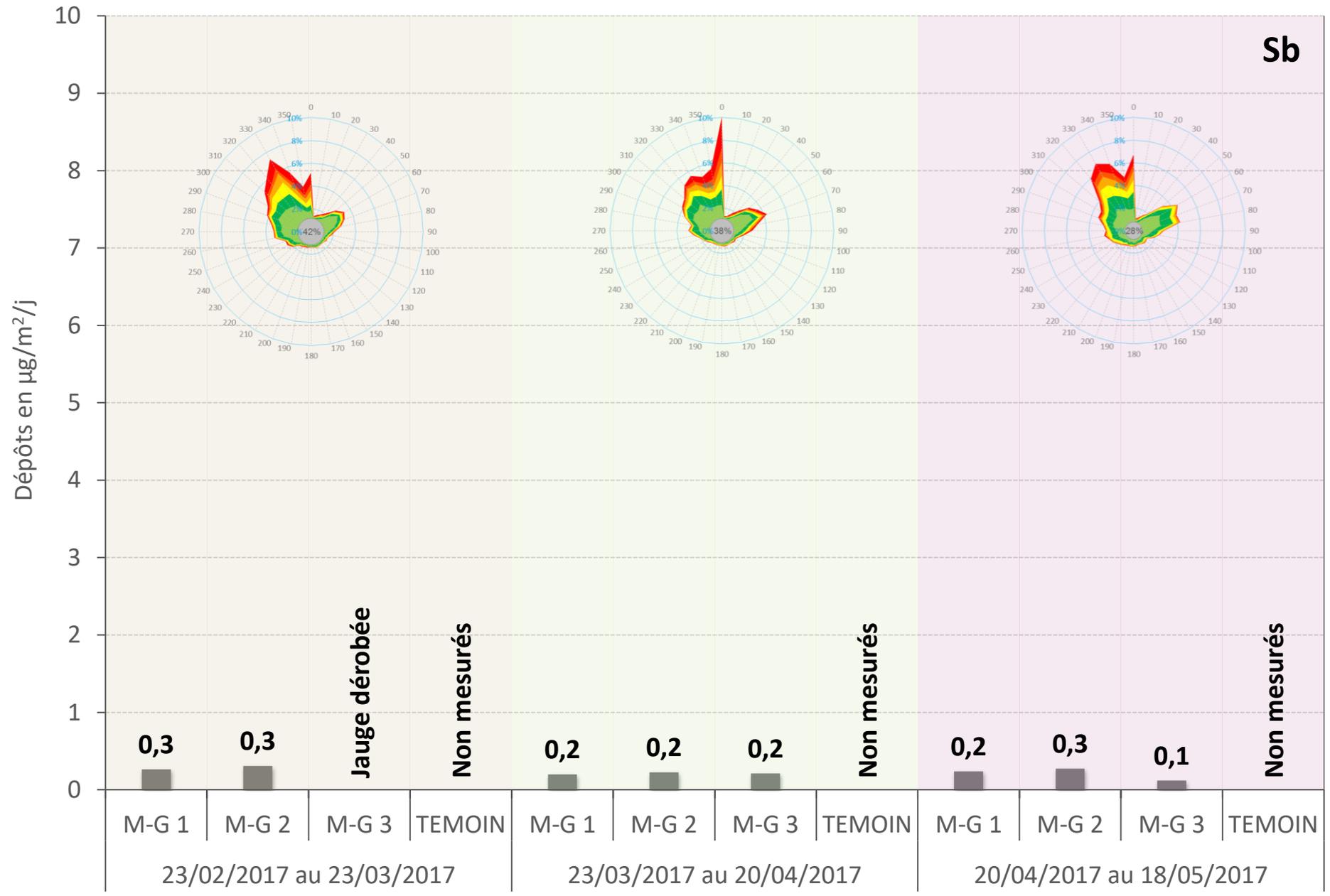
Hg

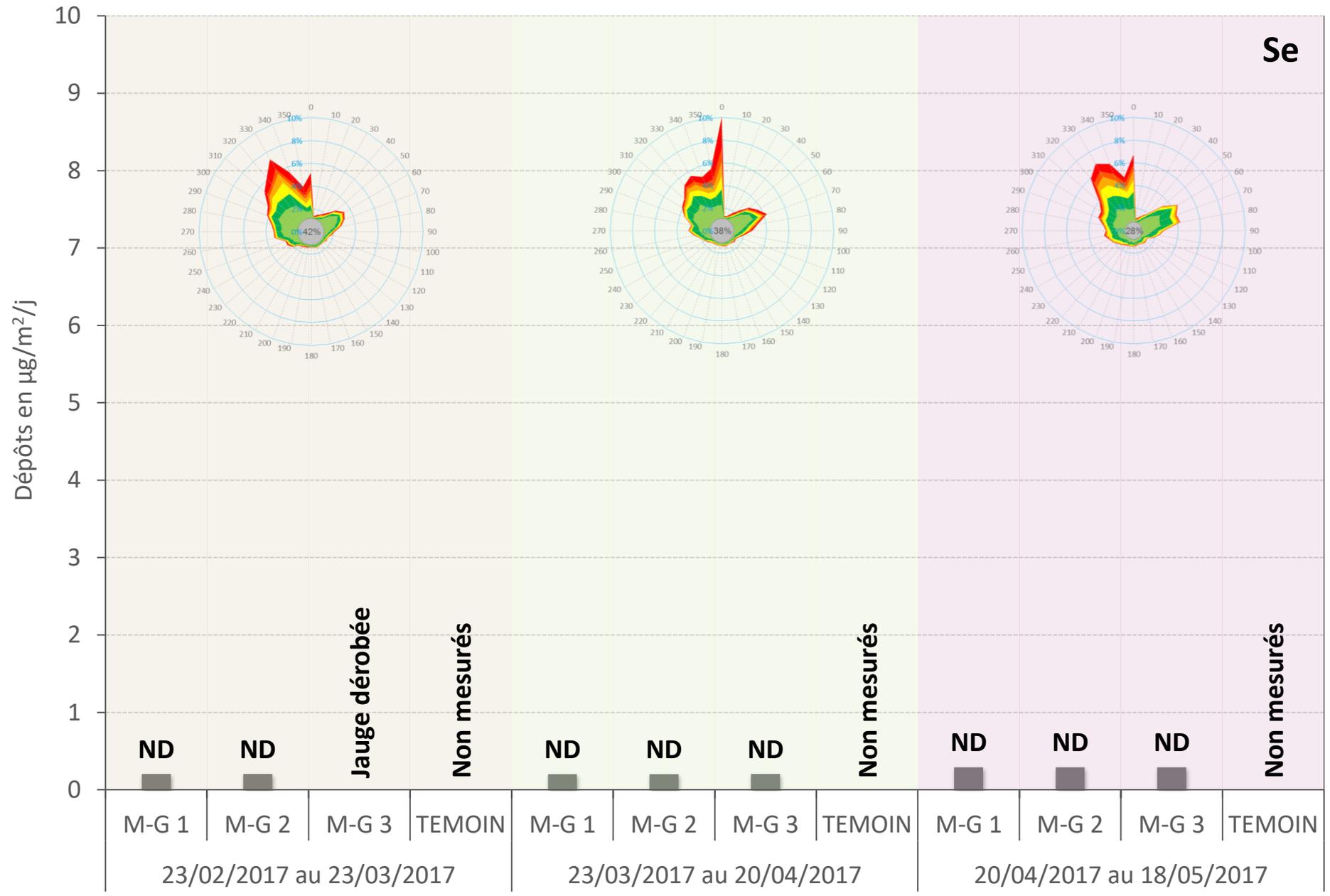
Jauge dérobée

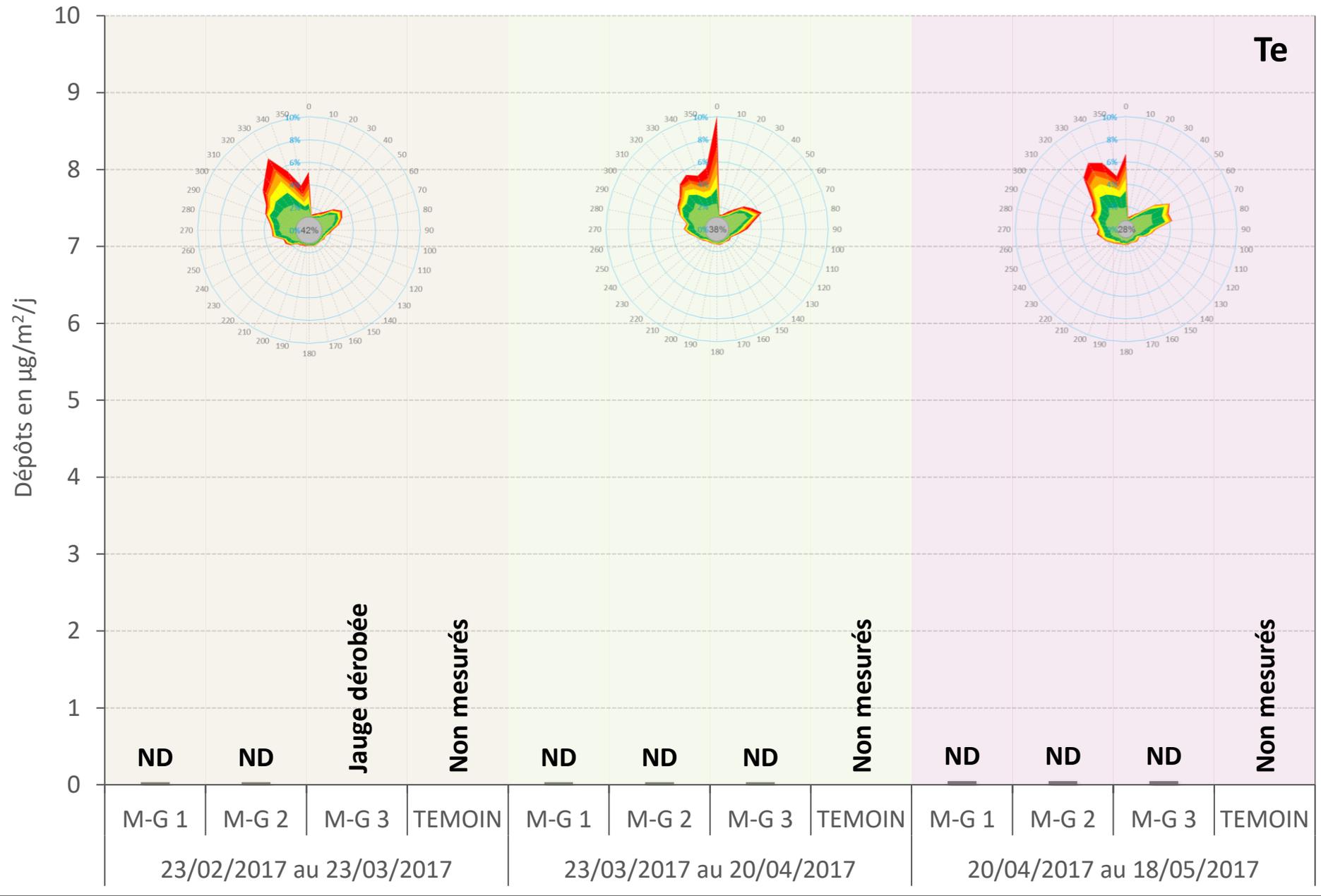
Non mesurés

Non mesurés

Non mesurés







Te

M-G 1

M-G 2

M-G 3

TEMOIN

23/02/2017 au 23/03/2017

M-G 1

M-G 2

M-G 3

TEMOIN

23/03/2017 au 20/04/2017

M-G 1

M-G 2

M-G 3

TEMOIN

20/04/2017 au 18/05/2017

ND

ND

Jauge dérobée

Non mesurés

ND

ND

ND

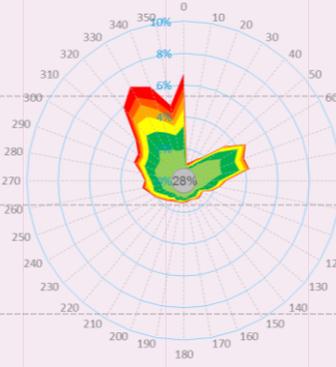
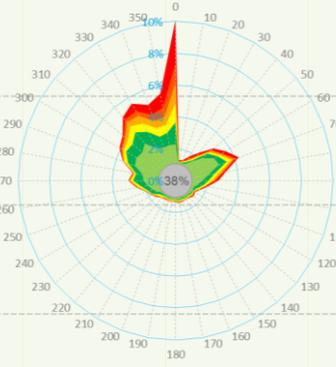
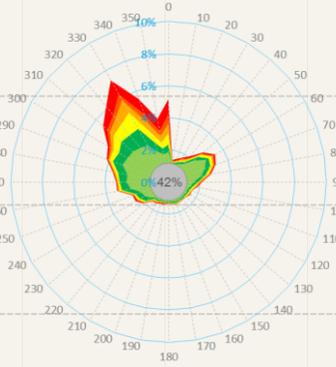
Non mesurés

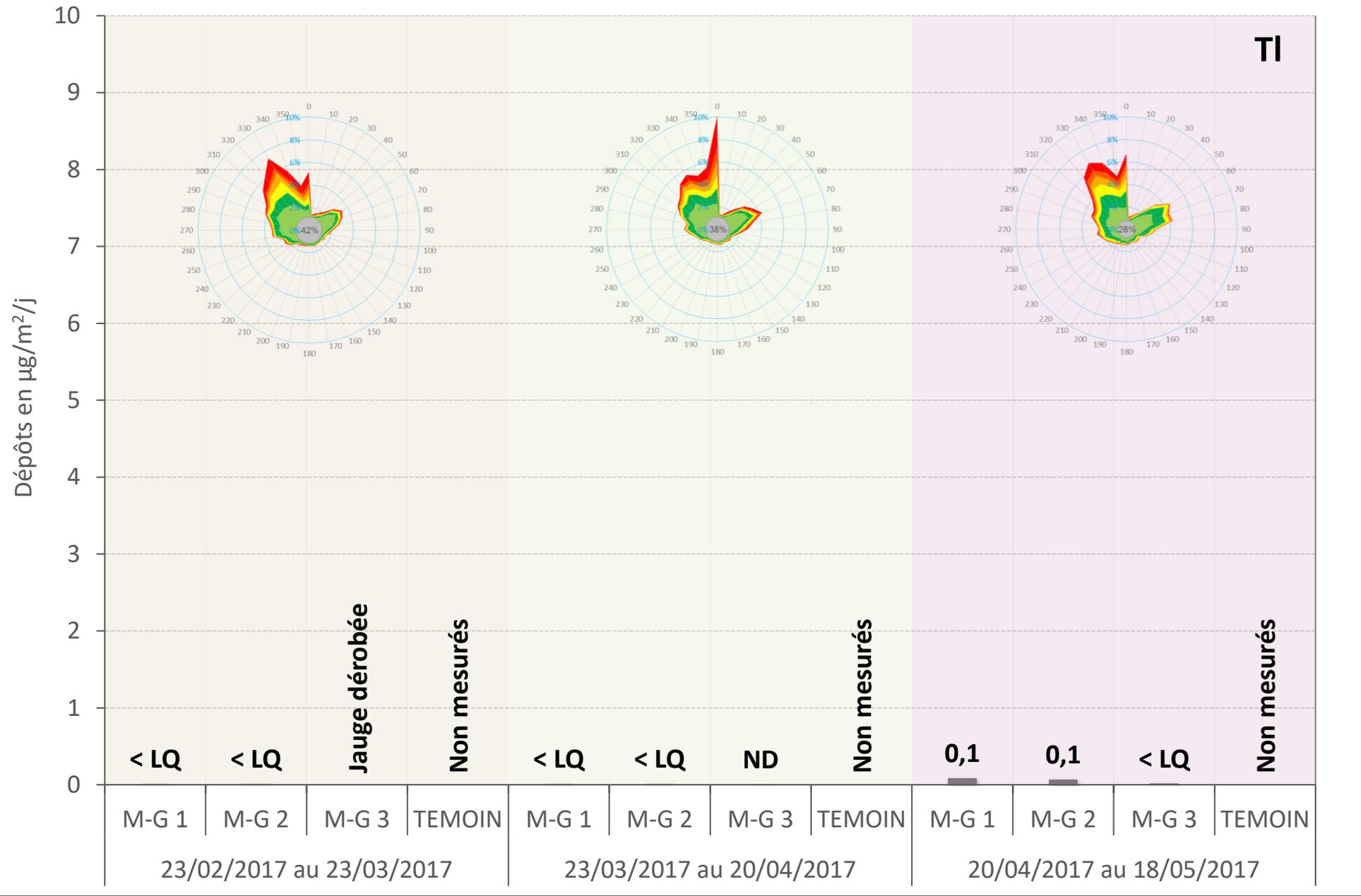
ND

ND

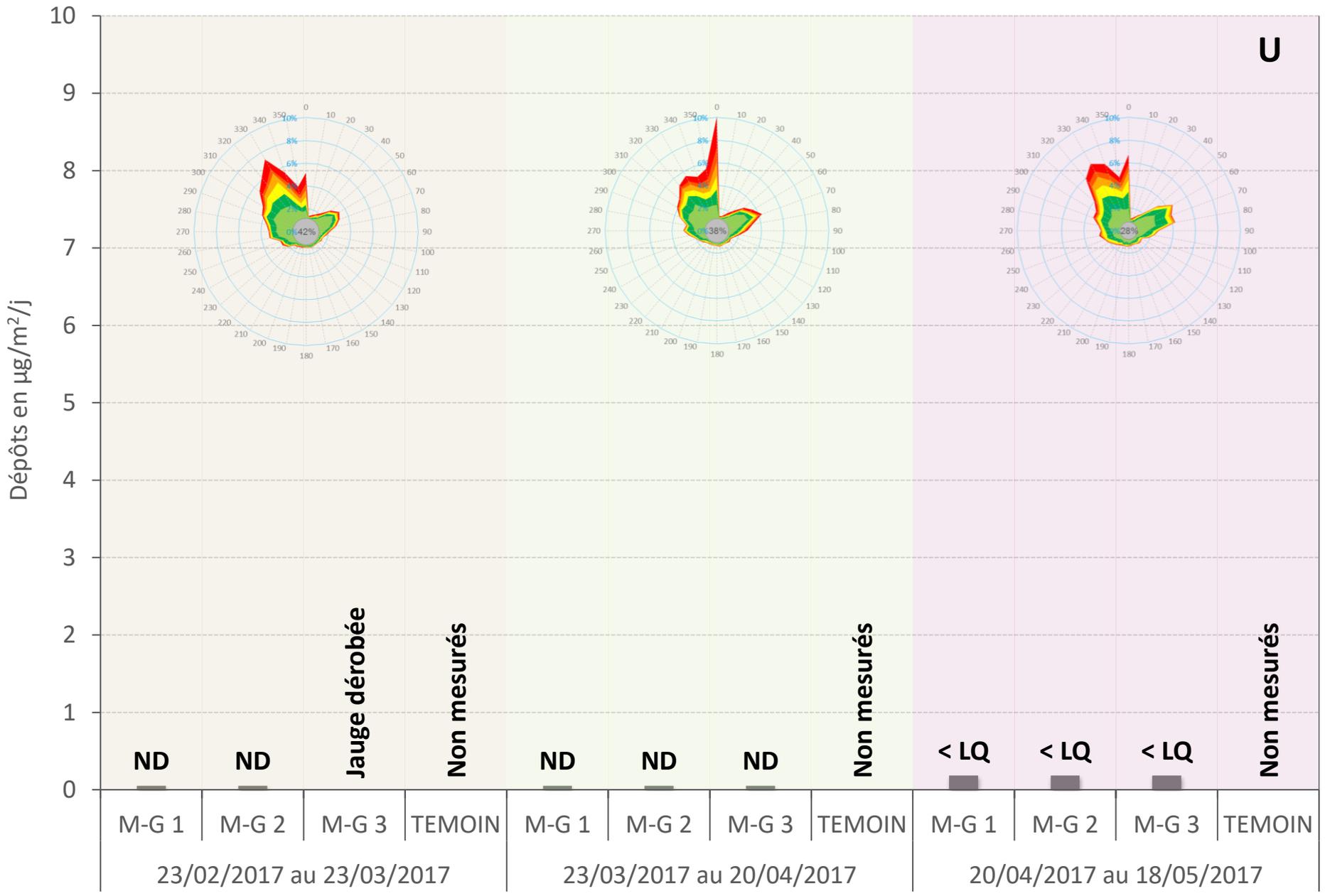
ND

Non mesurés





TI



ANNEXE 6 Glossaire

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des populations sensibles, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : n niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- **Implantation urbaine :** Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- **Implantation périurbaine :** Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- **Implantation rurale :** Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- **Influence Industrielle :** point de prélèvement situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence Trafic :** Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de Fond :** Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

Sigles

AASQA : Association Agréés de Surveillance de la Qualité de l'Air

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

DGPR : Direction générale de la prévention des risques (DGPR) du Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Énergie

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

Ag : Argent

Al : Aluminium

As : Arsenic

B : Bore

Ba : Baryum

Be : Béryllium

Ca : Calcium

Cd : Cadmium

Co : Cobalt

Cr : Chrome

Cr III : Chrome III

Cr VI : Chrome VI

Cu : Cuivre

Fe : Fer

Ga : Gallium

Hg : Mercure

K : Potassium

Li : Lithium

Mn : Manganèse

Mo : Molybdène

Na : Sodium

Ni : Nickel

Pb : Plomb

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

Sb : Antimoine

Se : Sélénium

Si : Silicium

Sn : Etain

Te : Tellure

Ti : Titane

Tl : Thallium

U : Uranium

V : Vanadium

Zn : Zinc

Zr : Zirconium

ANNEXE 7 Bibliographie

- ANSES (2017).** Note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relative à une analyse complémentaire en lien avec l'impact des émissions de poussières issues du centre de stockage de Mange-Garri (société ALTEO). Saisine n° 2016-SA-0147. Maisons-Alfort : Anses. 45 p.
- ANSES (2015).** Note d'appui scientifique et technique de l'Anses du 7 octobre 2015 relative à une relecture critique de l'étude d'impact sanitaire en lien avec les émissions de poussières issues du centre de stockage de Mange-Garri (société ALTEO). Saisine 2015-SA-0101. Maisons-Alfort : Anses. 15 p.
- ANTEA Group (2015).** Évaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques du site de Mange-Garri. Rapport A 72432/C. Pérols : ANTEA Group. 150 p.
- BURGEAP (2011).** Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques du site ALTEO de Gardanne. Rapport : RACISE00067-b – A18687 – CACISE110099. Vitrolles : BURGEAP. 197 p.
- BURGEAP (2015).** Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques du site ALTEO de Gardanne. Rapport : CACISE152370 / RACISE02114-02. Vitrolles : BURGEAP. 23 p.
- BRGM (2015).** (13). Tierce expertise sur le Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DDAE) visant à supprimer les rejets de boues rouges en maintenant un rejet d'effluent liquide résiduel. Rapport final. BRGM/RP-64161-FR, 173 p., 5 annexes.
- BRGM (2016).** Diagnostic de l'influence des émissions de poussières du site de stockage de Mange-Garri sur la qualité des milieux au voisinage du site, rapport final réalisé par le BRGM (BRGM/RP-65735-FR). 72 p., 15 fig., 10 tab., 15 ann (vol. annexe)
- INERIS. (2013).** Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées. Impact des activités humaines sur les milieux et la santé. Rapport INERIS DRC 12 125929 13162B. 104p
- INERIS. (2012)** Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf. INERIS-DRC-12-120273-13816A
- INRS (2015).** Expertise relative aux émissions de poussières du centre de stockage de Mange-Garri. Avis IRSN 2015-00344. Fontenay-aux-Roses : 10 p.
- LCSQA (2017).** Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air. Février 2017. 107p. http://www.lcsqa.org/system/files/rapport/lcsqa2016-guide_stations_surveillance_qa.pdf
- Santé Publique France (2017).** Impact sanitaire du site de stockage de Mange-Garri. Bouc-Bel-Air, Bouches-du-Rhône, France. Saint-Maurice : Santé publique France, 2017 ; 42 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr



Qualité de l'air autour des sites ALTEO de Gardanne et Mange-Garri

La campagne de surveillance des deux sites ALTEO de Gardanne et de Mange-Garri a débuté le 24/02/2017. Cette campagne de surveillance a pour objectif de produire les données nécessaires à la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires des deux sites, concernant le volet atmosphérique ; et d'évaluer la contribution de ces derniers sur la qualité de l'air.

Afin de répondre à cet objectif un dispositif de surveillance a été mis en place. Ce dispositif est axé **sur** le suivi des substances particulières (**toutes sources d'émissions confondues**) : les particules sédimentables et les particules en suspension (PM10 et PM2.5) ; ainsi que sur la composition en **métaux** de celles-ci afin de discriminer les sources d'émissions potentielles.

Pour ce faire, Air PACA a complété le dispositif de surveillance existant (1 site à Gardanne) par 6 sites de mesures supplémentaires. Outre ces 7 sites de mesures, Air PACA a conduit, en parallèle, des mesures identiques sur un site « Témoin » (site non exposé aux émissions caractéristiques des sites ALTEO).

Le présent document fait état des résultats du premier trimestre de mesures (mars à mai 2017).

▶ Particules fines (PM10 et PM2.5)

Au cours du premier trimestre de mesures, les niveaux moyens de PM10 et de PM2.5 sur les différents sites de surveillance sont du même ordre de grandeur (20 µg/m³ pour les PM10 et 10 µg/m³ pour les PM2.5) et en deçà de ceux mesurés sur le site « Témoin ».

Néanmoins, l'analyse de l'évolution temporelle des concentrations a permis de mettre en évidence que dans certaines conditions météorologiques, les concentrations sur la station fixe de Gardanne pouvaient être supérieures à celles observées sur le site « témoin » et influencées par différentes sources d'émission. Néanmoins, la quantité de données concernant la composition en métaux des particules ne permet pas de les identifier de façon précise. Les sources d'émissions influençant les concentrations en PM10 et PM2.5 dans certaines conditions météorologiques ne peuvent donc pas être identifiées avec certitude, seules des hypothèses peuvent être émises telles que :

- l'influence potentielle du ré-entrainement de poussières du stockage de bauxite du site ALTEO de Gardanne sur les concentrations en PM10 par vent fort de secteur Nord-Nord-Ouest ;
- l'influence potentielle des axes de circulation automobiles ou des émissions du site de Gardanne sur les concentrations en PM10 et PM2.5 par vents faibles à modérés de secteur Ouest-Nord-Ouest.

▶ Particules sédimentables

Les mesures de particules sédimentables étant réalisées à un pas de temps mensuel, les séries de données ne sont pas suffisantes pour établir de lien de causalité entre les dépôts de particules et de métaux et une potentielle source d'émission. Toutefois, les premiers résultats mettent en évidence des dépôts de particules sédimentables stables et modérés (compris entre 2 et 3 g/m²/mois) sur les différents sites de mesures, comparables à ceux d'une zone urbaine. Les dépôts d'aluminium par contre sont plus élevés sur le site de mesures implanté entre le site ALTEO de Gardanne et celui de Mange-Garri.

▶ L'expertise continue

La campagne de mesures se poursuit jusqu'en début d'année 2018.

En partenariat avec :



Responsable de publication : Lise LE BERRE - Publication : Décembre 2017



AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

www.airpaca.org

Siège social

146, rue Paradis
« Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00
Télécopie 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues

Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20
Télécopie 04 42 13 01 29

Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00
Télécopie 04 93 18 83 06

