

De la ville entonnoir à la ville perméable : gestion des eaux pluviales sur le campus de la Doua

Camille Dianoux¹, Mathis Fleret¹, Marina Benavides-Guedes¹, Almudena Plichon¹, Rémi Combeaux¹ (étudiant·e·s de du master 2 IWS) et la classe de Terminale 3 du lycée Robert Doisneau de Mme Valérie Corneloup² et Mr Julien Pollet² (*la liste des élèves est mentionnée en fin d'article*)

Article co-écrit

Institution : ¹Master IWS, EUR H2O'Lyon - Bâtiment CEI 1, 66 boulevard Niels Bohr, Villeurbanne, France
²Lycée Robert Doisneau, 5 rue du Lycée, 69511 Vaulx en Velin



Rivière sèche, ouvrage d'infiltration sur le campus de la Doua (©Master2 IWS)

Résumé/abstract :

L'eau est une ressource vitale pour les sociétés humaines et sa gestion est donc essentielle. Depuis plusieurs siècles en France, les villes se sont développées en imperméabilisant leur surface. Ce qui veut dire que l'eau de pluie qui tombe sur les espaces bétonnés (chaussée, trottoirs, bâtiments...) ne peut s'infiltrer dans le sol. L'eau s'accumule donc en surface et ruisselle, provoquant des inondations. Pour éviter cela, les villes ont développé des réseaux

1

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.

Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

d'égouts pour évacuer l'eau de pluie hors de la ville. C'est le modèle de la ville-entonnoir. Mais nos villes sont de plus en plus grandes et les orages sont de plus en plus intenses à cause du changement climatique. Les tuyaux des égouts ne sont assez grands et les stations d'épurations ne peuvent pas nettoyer toute l'eau de pluie mélangée aux eaux usées. Il est donc nécessaire de s'organiser autrement. Sur le campus de la Doua, depuis plusieurs décennies, sont développées des techniques de gestion des eaux de pluie qui consistent à infiltrer l'eau sur place au lieu de l'évacuer par des tuyaux : c'est le modèle de la ville-éponge. Ces aménagements sont variés et permettent de désimperméabiliser la ville ; noues, parkings poreux, bassins d'infiltrations... Ces techniques sont testées et étudiées par les scientifiques pour évaluer leur efficacité mais aussi pour savoir comment la pollution s'infiltré dans le sol avec l'eau. De plus, les ouvrages d'infiltrations de la ville-éponge gèrent l'eau de pluie tout en remplissant d'autres rôles en ville (esthétiques, parkings, espaces verts...). Il est donc très important que ces ouvrages soient entretenus. Mais ce fonctionnement complexe rend parfois compliqué leur entretien. Il faut donc changer les techniques et l'organisation du travail des agents de maintenance. Sans cela, les ouvrages ne fonctionnent plus correctement et l'eau n'est plus correctement infiltrée.

Water is a vital resource for human societies and so its management is essential. For several centuries in France, towns have developed by waterproofing their surfaces, which means that the rainwater that falls on concrete spaces (roads, pavements, buildings...) cannot infiltrate into the ground. Therefore, water accumulates on the surface and flows, which causes floods. To prevent this from happening, towns have developed sewer networks in order to drain rainwater out of the town. This is the model of the funnel city. But our towns are getting larger and larger and our storms more and more violent because of global warming. The sewer pipes are not big enough and wastewater treatment plants cannot clean all the rainwater mixed with wastewater. It is therefore necessary to find another water drainage system. For some decades, students and scientists from the University of La Doua have elaborated several rainwater management techniques; one of them consists of infiltrating water on site instead of draining it through pipes: this is the model of the sponge city. These varied layouts allow for the depaving of the city: drainage channels, porous car parks, infiltration basins... These techniques are tested and studied by scientists in order to evaluate their effectiveness and to know how pollution seeps into the ground with water. Moreover, the infiltration facilities of the sponge city manage the rainwater, while they also fulfill other functions in town (green spaces, car parks, esthetic designs...). The cleaning of such facilities is therefore very important but sometimes their complex operating system is difficult to maintain. So the maintenance technicians' techniques and work organization must be changed otherwise the sponge city facilities stop functioning correctly and water can no longer properly infiltrate the ground.

Mots clés : Gestion des eaux pluviales ; Infiltration ; Ville éponge ; solutions basées sur la nature ; Techniques alternatives

I Introduction

Depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle,

les villes se sont développées, nous avons construit des bâtiments et des routes pour loger la population et permettre sa mobilité,

sur une surface de plus en plus importante. Une conséquence de ce développement des villes reposant en grande partie sur le béton et autres matériaux imperméables est que l'eau de pluie dans les villes s'infiltrer peu ou pas et doit donc ruisseler à la surface et être gérée par la ville pour éviter la stagnation, ou pire l'inondation.

La gestion de l'eau est un enjeu important, car elle est à la fois une ressource vitale lorsque nous l'utilisons pour boire et produire de la nourriture, mais à la fois une menace lorsqu'elle inonde nos villes, ou qu'elle transporte polluants et maladies vers les milieux naturels environnants. Cet article présente la problématique de gestion de l'eau pluviale en ville et le changement de paradigme qui est nécessaire.

Nous prendrons comme exemple le campus étudiant de La Doua à Villeurbanne, qui est un terrain d'expérimentation in situ d'aménagements de gestion de l'eau pluviale depuis plus de vingt ans. Il nous a permis d'évaluer la performance de ces ouvrages, mais nous a également révélé les difficultés auxquelles nous sommes confrontés avec l'évolution des techniques.

II Un nouveau modèle de gestion des eaux de pluie en ville

1 Un modèle de gestion hérité

Au XIX^{ème} (Snow, 1991), siècle la décision fut prise de collecter les eaux usées dans un réseau d'égouts centralisé plutôt que de les relâcher au bord des habitations, ou de les accumuler dans des **fosses septiques**¹. L'eau ruisselante était vue comme un vecteur de maladie, donc plus vite elle était collectée et évacuée par le réseau d'égouts, plus vite on

en était débarrassé.

Les premiers réseaux d'égouts construits en France étaient ce que l'on appelle des réseaux unitaires, puisqu'il n'existait qu'un réseau unique pour collecter à la fois les eaux usées domestiques et les eaux pluviales. Toutefois, on s'est rapidement rendu compte que lors de pluies trop intenses, des eaux polluées étaient directement rejetées dans l'environnement, ce qui a inévitablement un impact sur la qualité de l'eau (Holeton et al., 2011). Il subsiste encore des réseaux unitaires à Lyon, si bien qu'en 2015, 7 % des volumes collectés par les réseaux ont été rejetés sans traitement (Grand Lyon, 2017). A noter que la pollution produite par ces 7 % est égale à la pollution produite par les 93 % traités en station d'épuration.

Dans certaines villes, un second réseau d'égouts (réseau séparatif) a été construit pour n'accueillir que l'eau pluviale qui serait déversée dans le milieu naturel sans traitement. Cette solution est coûteuse, mais elle a permis de diminuer la pollution apportée au milieu naturel en limitant les déversements d'eau usée sans traitement.

Mais les préoccupations de l'époque n'étant pas les mêmes que celles d'aujourd'hui, il est temps pour nous de repenser la gestion des eaux pluviales en ville. Le réchauffement climatique nous promet des pluies de plus en plus intenses (Tramblay et al., 2021), qui nécessiteront des canalisations de plus en plus grandes. A moins que l'on ne change complètement notre manière de gérer les eaux pluviales en ville.

2 De la ville entonnoir à la ville éponge : le projet « Ville Perméable » à Lyon

¹ Les termes en gras sont définis dans le lexique en fin d'article

Il faut passer du concept de « ville entonnoir » à celui de « ville éponge » (Figure. 1), en favorisant l'infiltration de l'eau « à la source », c'est-à-dire infiltrer l'eau de pluie à proximité de l'endroit où elle tombe. Ces techniques basées sur la nature permettent

également d'éviter que l'eau ne soit trop polluée (polluants déposés par les transports, l'industrie, etc.) lors de son ruissellement. Le concept de ville éponge permet donc une gestion intégrée de l'eau, en harmonisant la nature et l'environnement urbain.

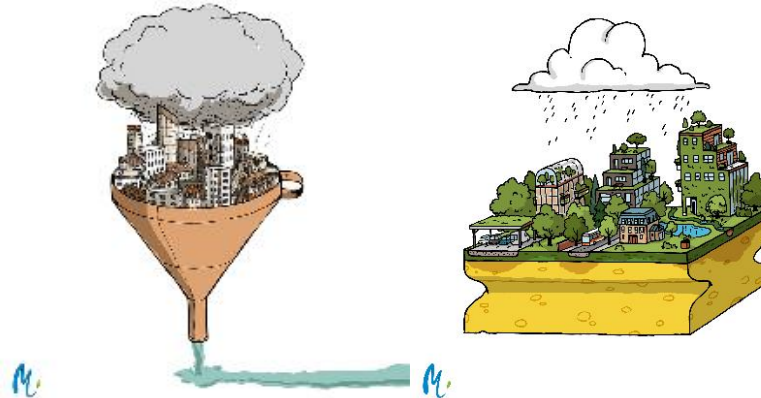


Figure 1 : illustration de la ville entonnoir et de la ville éponge (Source : Méli Mélo - GRAIE).

La manière dont nous percevons l'eau de pluie en ville a beaucoup changé, car on sait maintenant qu'elle a le potentiel d'atténuer les **îlots de chaleur**, de valoriser la nature en ville et qu'elle joue un rôle dans le cycle naturel de l'eau pour réalimenter les nappes phréatiques et prévenir les inondations.

C'est ainsi que le projet de "ville perméable" a émergé dans la métropole de Lyon, en lien avec le développement d'autres politiques publiques visant l'aménagement et la densification du territoire. Ces politiques comprennent le Schéma directeur d'assainissement, qui vise à préserver les écosystèmes naturels et les ressources en eau ; la Charte de l'arbre de la Métropole, qui cherche à améliorer l'environnement urbain en réintégrant la nature en ville ; le Plan climat, qui vise à améliorer le bien-être et la santé en luttant contre les "îlots de chaleur" ; et enfin, l'adaptation et la réduction de la vulnérabilité aux inondations.

III Le campus de La Doua, un exemple de ces nouveaux aménagements

Pour gérer au mieux les eaux de pluie en milieu urbain, différents aménagements ont été mis en place sur le campus universitaire de La Doua, à Villeurbanne, pilotés par le GRAIE (graie.org) afin d'étudier leurs performances hydrauliques, environnementales et énergétiques. Ils sont assez divers, et suivent principalement deux logiques distinctes.

1 Collecter et évacuer

Lorsque l'eau de pluie tombe, on peut la collecter et la faire circuler par ruissellement jusqu'à de grands bassins, dits bassins d'infiltration. Ils retiennent l'eau pendant maximum 24 heures, pour laisser le temps à l'eau de s'infiltrer progressivement dans le

4

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.

Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

sol. A côté de l'IUT, on trouve par exemple un bassin (Figure. 2) capable de contenir 4000 m³ d'eau, soit la consommation annuelle d'eau de

75 Français, et qui draine 2,5 hectares alentour.



Figure 2 : Le bassin d'infiltration des eaux pluviales de l'IUT, campus de La Doua (source : GRAIE)

Ces bassins sont efficaces pour stocker l'eau de pluie mais ont une forte empreinte au sol, c'est à dire qu'ils consomment beaucoup d'espace. Par ailleurs, les premiers de ce genre n'étaient pas toujours bien intégrés à la ville qui les entourait, et pouvaient apparaître comme des terrains en friche, ou mal entretenus. C'est pourquoi certains bassins d'infiltration ont aussi une autre fonction. Par exemple, on trouve à La Doua un terrain de sport qui sert également à recueillir les eaux de pluie des environs.

2 Infiltrer localement

Sur le campus de la Doua, il existe une gestion de la pluie « à la source », dont le principe est d'infiltrer l'eau directement à l'endroit où les gouttes de pluie tombent. Cela permet d'avoir des installations moins consommatrices d'espaces et plus discrètes. Par exemple, des noues, qui sont des fossés peu profonds, récoltent puis infiltrent les eaux

de pluie tombées à proximité. Un autre exemple de gestion de la pluie « à la source », ce sont les parkings perméables, faits d'un type de béton particulier qui laisse pénétrer l'eau.

Les exemples de gestion « à la source » sont nombreux. Pour améliorer la capacité d'infiltration de ces ouvrages, on peut utiliser des plantes : c'est ce que l'on appelle l'ingénierie végétale. Par exemple, certaines noues, mais pas toutes, sont végétalisées, c'est-à-dire recouvertes de végétaux plantés en terre : l'avantage est que les racines des plantes maintiennent l'imperméabilité du sol et facilitent ainsi l'infiltration de l'eau de pluie. Les ouvrages « à la source » permettent aussi de compenser l'imperméabilité des sols de la ville, recouverts de béton ou d'asphalte : de l'eau rentre dans la terre et peut faire pousser des plantes dans le cas des ouvrages végétalisés, ce qui participe à la préservation de la biodiversité en ville. Enfin, la végétation en ville aide à filtrer la pollution (Figure. 3).

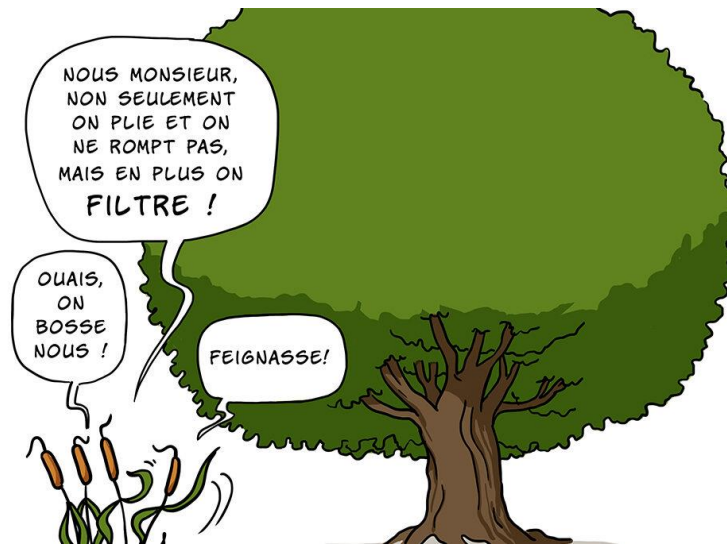


Figure 3 : La végétalisation de la ville aide à filtrer la pollution (source : GRAIE)

IV La gestion des eaux pluviales : un objet de recherche scientifique

Les aménagements de gestion des eaux pluviales sont des objets de la recherche scientifique : ils ont été conçus après des années de recherches théoriques et pratiques. Mais ce processus ne s'arrête pas une fois les infrastructures construites, ils servent eux-mêmes de terrain d'étude, pour pouvoir collecter des données pour de futur projets, et pour déterminer ce qui a été efficace ou non avec leur implémentation.

1 La recherche expérimentale : un travail de terrain

La recherche scientifique expérimentale consiste à formuler des hypothèses et établir un modèle théorique. Si le modèle est juste, il pourra être utilisé dans d'autres cadres, pour construire d'autres ouvrages d'infiltration par exemple. Et pour savoir si le modèle est juste, il faut comparer les résultats attendus à des mesures expérimentales sur le terrain ou en laboratoire, effectuées grâce à des capteurs tels que le **pluviomètre** (Figure 4) ou le **piézomètre**.

Figure 4 : Pluviomètre (source : wikipedia)



2 La recherche sur les aménagements du campus de la Doua

Toutes les installations du campus de La Doua sont également des lieux d'expérimentation scientifique, un laboratoire à ciel ouvert. Des installations y sont testées, telles que les noues et les bassins d'infiltration. Elles sont munies de différents capteurs qui mesurent par exemple les polluants ou encore les **débits** d'eau qui

s'infiltrent dans le sol. De cette façon, les scientifiques peuvent évaluer la capacité de ces installations à filtrer la pollution urbaine collectées par les eaux de pluie. Les résultats obtenus permettent d'étudier l'effet des bassins d'infiltration sur les nappes phréatiques ou de mesurer les polluants (métaux lourds, pesticides) dans les pluies en milieu urbain.

V La perception des techniques alternatives d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain

Avec le passage de la ville-entonnoir à la ville-éponge, on observe un vrai changement d'ouvrages pour les eaux pluviales.

1 Par les usagers

Les installations de la ville-entonnoir ne servent qu'à gérer les eaux de pluie. Mais les aménagements hybrides de la ville-éponge ont aussi d'autres usages et donc d'autres types d'usagers.

Il y a peu de place disponible en ville, mélanger les usages est un bon moyen de gagner de l'espace. En plus d'infiltrer localement l'eau de pluie, ils remplissent un rôle dans le paysage urbain : stationnement des véhicules pour les parkings poreux, nature en ville, espace récréatif (Leung et al., 2013) et habitat pour la biodiversité locale (Gascon, 2019) pour les jardins de pluie... Mais il faut faire attention aux problèmes que peuvent causer ses usages (bruits, déchets, sécurité...). Par exemple, l'un des objectifs du bassin d'infiltration du campus de la Doua est qu'il ne devienne pas un lieu de loisirs attractif, ce qui nécessiterait des aménagements en plus.

2 Par les gestionnaires et les opérateurs

Mais ces ouvrages hybrides sont compliqués à gérer. De nouvelles méthodes

sont nécessaires pour les entretenir. Ils ne sont pas uniquement constitués de béton, mais aussi souvent des végétaux ou d'une surface minérale. Les collectivités doivent alors mobiliser différents services pour entretenir un seul aménagement ! Par exemple, pour une noue végétalisée (sorte de fossé d'infiltration) similaire à la Figure 5 : un premier service pour tailler les arbres, un second pour l'herbe, un troisième pour ramasser les déchets qui s'y seraient accumulés...



Figure 5 : une noue végétalisée (source : GrandLyon la métropole)

C'est tout une nouvelle méthode de travail qui est nécessaire (Cossais, 2019). Cette difficulté complique le bon fonctionnement des ouvrages de la ville-éponge (Berdier & Toussaint, 2007). L'entretien de ces ouvrages alternatifs a aussi des conséquences sur la manière dont les agents perçoivent leur métier et l'évolution de leur rôle. Certains ont peur que « le métier se perde » et que l'évolution de leurs tâches ait un impact négatif sur leurs conditions de travail (Cossais, 2019).

Sur le campus de la Doua, plusieurs ouvrages ne fonctionnent pas correctement, principalement à cause des problèmes d'entretiens.

VI Conclusion

Pour gérer l'eau en ville, de nouvelles pratiques doivent être mises en place dans un contexte de changement climatique. Au cours du XIX^{ème} siècle, les eaux de pluie ont été vues comme propagatrices de maladies. En conséquence, un système de collecte et d'évacuation de l'eau de pluie a été créé. Aujourd'hui, nous avons de nouveaux principes qui obéissent à l'objectif suivant : l'infiltration de l'eau de pluie, dès que celle-ci touche le sol. Ceci nous oblige à un nouveau type d'aménagement. Il s'agit de se

représenter la ville comme une éponge, et non plus comme un entonnoir.

Il n'est pas simple de mettre en place ce changement car les aménagements qu'il implique nécessitent l'intervention de différentes entités : services de la métropole de Lyon, entreprises de travaux publics, élus. Ils doivent aussi être compris par les citoyens.

Ces sujets sont aussi traités par des scientifiques avec des capteurs permettant de mesurer la **pluviométrie**, les débits et polluants, et leurs évolutions dans le temps. Et c'est grâce à ces études faites par les scientifiques de façon régulière que ces aménagements sont en constante évolution.

LEXIQUE :

Débit : volume d'eau qui s'écoule dans un point précis en un temps donné. Il est généralement exprimé en m³/s ou en L/s.

Fosse septique : cuve de récupération individuelle des eaux usées, utilisée en France dans certaines zones reculées où il n'y a pas de réseau collectif d'assainissement des eaux usées (égouts).

Îlots de Chaleur : Zones urbaines où la température est nettement plus élevée que dans les zones environnantes, en raison de l'absorption et de la rétention de la chaleur par des surfaces urbaines telles que l'asphalte et le béton.

Piézomètre : appareil permettant de mesurer la piézométrie, c'est-à-dire la profondeur de la nappe phréatique.

Pluviomètre : appareil permettant de mesurer la pluviométrie.

Pluviométrie : mesure de la quantité d'eau tombée dans un lieu donnée. Elle est généralement exprimée en centimètres, pour désigner la hauteur d'eau tombée.

Références :

Berdier, C., & Toussaint, J.-Y. (2007). *Sept hypothèses sur l'acceptabilité des ouvrages alternatifs d'assainissement des eaux pluviales par infiltration*. Novatech 2007-6ème Conférence sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie/Sixth International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management.

- Cossais, N. (2019). Gestion intégrée des eaux pluviales : Position des services techniques urbains et évolution induite des métiers. Métropole de Lyon. *Les Cahiers du Développement Urbain Durable, hors-série*, 5.
- Gascon, É. (2019). Impacts et opportunités de la nouvelle gestion des inondations dans les domaines de la conception et de l'aménagement urbain. *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, 20.
- Grand Lyon, (2017, Août), « Projet ville perméable : guide d'aide à la conception et à l'entretien ». https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/eau/20170926_guide-projet-ville-permeable.pdf (consulté le 10 octobre 2023).
- Holeton, C., Chambers, P. A., & Grace, L. (2011). Wastewater release and its impacts on Canadian waters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(10), 1836-1859.
- Leung, S. A., Baati, S., Patouillard, C., Toussaint, J.-Y., & Vareilles, S. (2013, juin 23). *Que fabrique-t-on avec les eaux pluviales urbaines ? Les dispositifs techniques et les usages du parc Kaplan dans l'agglomération lyonnaise*. 8^{ème} Conférence internationale NOVATECH. <https://shs.hal.science/halshs-00968397>
- Snow, J. (1991). [On the mode of communication of cholera. 1855]. *Salud Publica De Mexico*, 33(2), 194-201.
- Tramblay, Y., Ribes, A., Somot, S., Neppel, L., Lucas-Picher, P., Vinet, F., & Sauquet, E. (2021). Impacts du changement climatique sur les pluies intenses et les crues en Méditerranée. *LHB*, 107(1), 1-5.

Ont participé au travail d'écriture de cet article, en collaboration avec Camille Dianoux, Mathis Fleret, Marina Benavides-Guedes, Almudena Plichon, Rémi Combeaux, étudiant·e·s de du master 2 IWS, les élèves de terminale (par ordre alphabétique) : ANOUAR Jihane, ASSAOUI Medhi, BOUDEHANE Ismaël, AGKOZ, Naziré, BRAITIT Baasma, DEKAR Lina, DIA Mouhamed, GASMI Aldjia, HAMDAR Maryem, HAMRI Soumia, IBRAHIM Jindar, JACQUET Sonny, KEBBOUCHE Wafaa, KOC Hayrunissa, MAGHRAOUI Selsabil, MAHBOUB Nisrine, METRI Anis, MOHAMED HASSAN Abdifatah, NAAMANI Soumeya, NOKA Xhoveda, RANDRIAMAZAORO Gérald, SEMAKDJI - BEN HADJ KASSEM BOUBAKER Romayssa, SOK Panha, TALEB Delci, TANRIKULU Erdem, TOLA Dorian, YAPICI Rümeyssa, ZAGAI Mohamed, ZAHIR Narjis, ZINGARA Amine, ZITOUNI Maryam.

Comment citer cet article : Camille Dianoux, Mathis Fleret, Marina Benavides-Guedes, Almudena Plichon, Rémi Combeaux et la classe de Terminale 3 du lycée Robert Doisneau (Vaux en Velin, FR), *De la ville entonnoir à la ville perméable : gestion des eaux pluviales sur le campus de la Doua*, Journal DECODER, 2024-02-16