

# ADAPTATION CLIMATIQUE ET PROJET URBAIN

## GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Jeudi de l'environnement du 12 septembre 2024

*Benjamin Villard, Office de l'urbanisme*





## CONTEXTE

- **Démarche transversale portée** par différents offices/directions (OU, OCEV, DDC, OCAN, Oceau)
- **Cadre stratégique**
  - > **Plan climat cantonal – Fiche 4.5**
    - Analyser l'impact des projets sous l'angle des ICU ;
    - Etablir des fiches de recommandations pour faciliter l'intégration de mesures.
  - > **Démarche COOL CITY, programme d'intégration des principes d'«adaptation aux changements climatiques»**





## OBJECTIFS GENERAUX

- **Questions posées**

- > Comment **mieux intégrer les enjeux de microclimat urbain** dans nos projets ?

- > Comment mieux **expliquer/justifier les choix de projet** au regard de l'objectif de lutte contre les îlots de chaleur ?

- **Objectifs de la démarche**

- > **Faire monter en compétence les porteurs de projet** au sein de l'Etat de Genève (volet connaissance)

- > **Fournir une méthode**, un appui technique (volet méthodologie)





## MISE EN ŒUVRE

- **Temps 1 : élaborer et proposer une formation "théorique" de base** permettant d'acquérir et de consolider un socle commun de connaissances avec un premier groupe d'une centaine de participantes et participants

=> Réalisé entre janvier et juillet 2023



- **Temps 2 : élaborer un guide, manuel d'aide à la conception et à l'analyse des choix de projet**

=> En cours et réalisé d'ici juin 2024



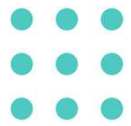
# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Objectifs

- **Favoriser la prise en compte des questions d'adaptation au changement climatique**, le plus en amont possible, dans toutes les planifications et projets ;
- **Encourager à une réflexion contextualisée** au travers de questions à se poser à chaque étape du projet ;
- **Proposer des leviers d'actions** à la bonne échelle pour les rendre plus efficaces.
- **Publics cibles** : Prioritairement les collaboratrices et collaborateurs de l'Etat de Genève mais mise à disposition d'un plus large public en vue d'une transmission des compétences/connaissances sur le sujet



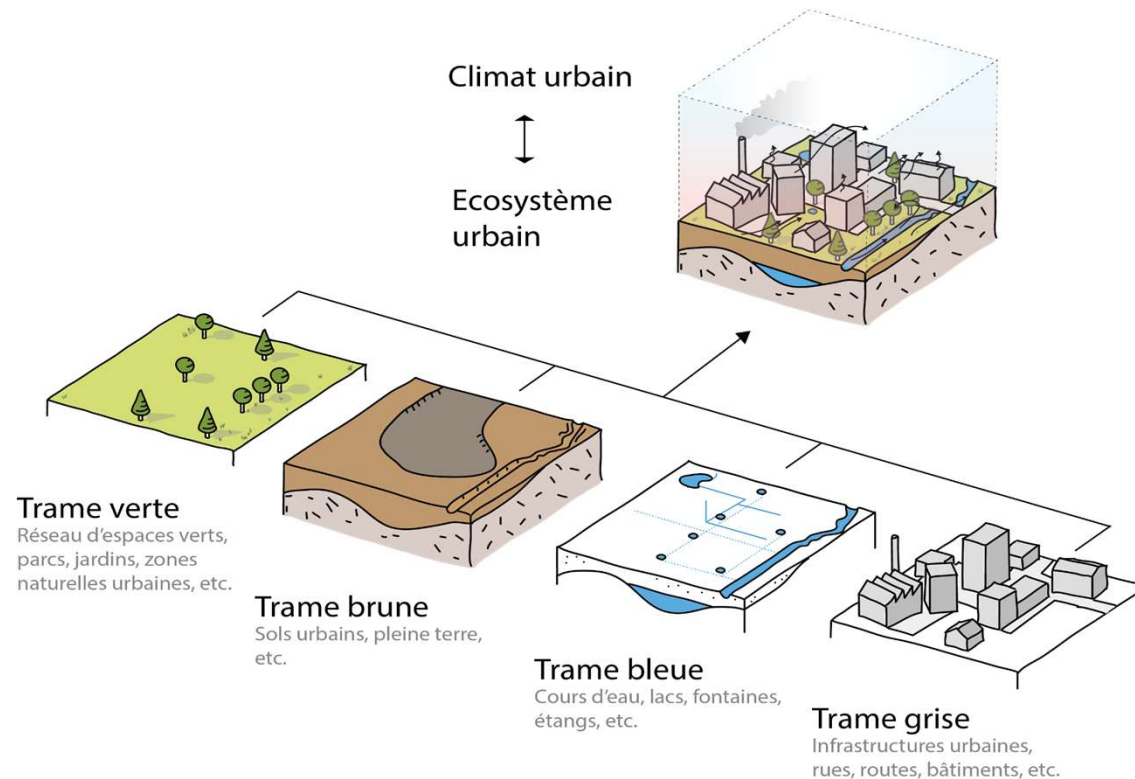
**Ce n'est pas un catalogue de mesures qui remplacerait les nécessaires arbitrages selon la nature et l'étape du projet**



# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Structure

- **Organisé selon la ligne de vie d'un projet** : diagnostic, phase de planification, phase de projet.
- Pour chaque phase, les leviers d'action sont déclinés selon **les trames constitutives de l'environnement urbain**





# GUIDE METHODOLOGIQUE

Thèmes traités



## Phase planification

Intégration par la création de sols vivants  
Intégration par l'arborisation  
Régénération et végétalisation des sols urbains  
Les étendues d'eau  
Gestion des eaux pluviales  
Adaptation par la morphologie urbaine  
Diminution des surfaces minérales et imperméables



## Phase de projet : espace public

Arborisation des espaces urbains  
Eaux d'agrément : fontaine, jeux d'eaux, bassin  
Matérialité et couleur des revêtements de sol  
Dispositifs d'ombrage



## Phase de projet : bâtiment

Façades végétalisées  
Toitures végétalisées ou végétation sur dalle  
Gestion des eaux pluviales des bâtiments  
Matérialité des éléments construits  
Dispositifs architecturaux





# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Structure des fiches pour chaque thème



### Façades végétalisées

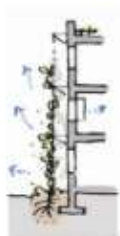
La végétalisation des façades peut se décliner sous différentes formes : pleine terre et jardinières avec plantes grimpantes et murs vivants. Chaque dispositif doit être adapté au contexte spécifique du projet car le type de façade végétalisée mis en place diffère en terme de consommation d'eau, d'entretien, d'apport en termes de biodiversité ainsi que d'effet climatique. Ceux-ci jouent un rôle climatique en ombrageant les façades d'appui, ce qui limite la charge thermique la journée, et en préservant des surfaces fraîches grâce à la consommation de chaleur par évapotranspiration des plantes. Ainsi, garantir les besoins physiologiques des plantes est fondamental pour assurer la durabilité et l'efficacité climatique des façades végétalisées.

#### LEVIEURS D'ACTION

- Protection solaire façade sud ;
- Mur aveugle ;
- Type de végétalisation de façades : pleine terre et jardinière avec plantes grimpantes.

#### INFLUENCE CLIMATIQUE

-  • Ombrage des façades, diminution de la charge thermique ;
-  • Surfaces « fraîches » grâce à l'évapotranspiration pour autant que l'apport d'eau soit suffisant.



**Schéma 11**  
Effet de la façade végétalisée. La végétalisation permet d'ombrager la façade d'accroche, tandis que l'évapotranspiration de la plante permet de préserver une température de surface fraîche. (Source : ADEME)



Plan-Les-Quartiers (Source : COORSA)



#### POINTS À CONSIDÉRER

- La façade végétalisée peut-elle enrichir les qualités paysagères et la biodiversité dans des environnements fortement minéralisés ?
- Le choix du type de façade végétalisée a-t-il tenu compte de la consommation d'eau et de l'entretien ?
- Les possibilités d'acheminement d'eau pluviale, soit par apport direct, soit par stockage-arrosage, ont-elles été prises en compte dans le choix de la situation et du type de façade végétalisée ?
- La situation de la façade, incluant son orientation et son environnement, est-elle propice à la végétalisation ?
- Les dispositifs architecturaux autres que la végétalisation de la façade sont-ils plus adaptés dans cette situation ? (voir 5.3 « Dispositifs architecturaux »)
- Les conditions d'entretien et les besoins physiologiques des plantes sont-ils assurés même en période de sécheresse ?



#### POINTS DE VIGILANCE

- **Choix des plantes**  
Les espèces indigènes (se référer à la liste officielle des espèces invasives de l'OFEV) doivent être privilégiées afin de favoriser la biodiversité.
- **Besoins des plantes**  
Les besoins physiologiques des plantes sont cruciaux dans la conception des façades végétalisées, influençant directement l'entretien et l'approvisionnement en eau. Une attention particulière à ces aspects dès le début du projet assure des conditions optimales pour la croissance et la durabilité des végétaux intégrés.
- **Gestion de l'eau et de l'entretien**  
Certains types de façades végétalisées nécessitent beaucoup d'eau et d'entretien. Il est crucial d'intégrer des solutions comme la récolte des eaux pluviales et des systèmes d'irrigation efficaces dès la conception du projet.
- **Pertinence de la végétalisation**  
Dans certains contextes, d'autres solutions architecturales peuvent être plus efficaces que la végétalisation pour réduire la charge thermique des surfaces. Une analyse approfondie des besoins physiologiques des plantes et des objectifs de la façade végétalisée (apport de biodiversité par exemple) doit être prise en compte pour choisir la meilleure approche, tenant compte de l'eau, du sol et de l'entretien.





# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Exemple de l'adaptation de la morphologie urbaine (trame grise)



### Thème

La morphologie urbaine...joue un rôle essentiel pour améliorer le confort...elle influence la quantité de rayonnement solaire frappant les surfaces urbaines le jour, la quantité de chaleur dissipée la nuit, et la ventilation naturelle ...



### Leviers d'action

Disposition, orientation et gabarits du bâti



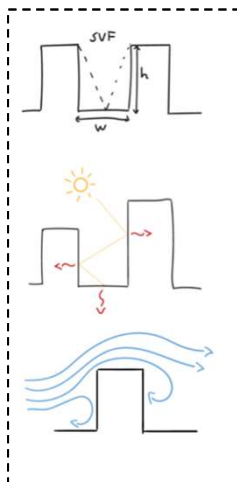
### Influence climatique



Course solaire



Impact sur les vents, aération naturelle



### Points à considérer

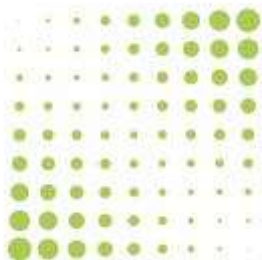
- La morphologie urbaine (orientation, gabarits, disposition) intègre-t-elle suffisamment la course solaire d'été, afin de réduire la quantité de rayonnement solaire absorbé ?
- La morphologie urbaine favorise-t-elle suffisamment l'ombrage l'été, afin d'offrir des lieux de refuge aux habitant·e·s ?



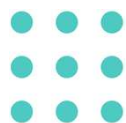
### Points de vigilance

- Conception attentive des surfaces au pied des façades sud
- Équilibre entre ciel visible et confort diurne refroidissement et assurer le bien-être des habitants.
- Orientation attentive des bâtiments en fonction des vents

*IMAGE DE REFERENCE*



# MERCI DE VOTRE ATTENTION



# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Structure



## ADAPTATION CLIMATIQUE ET PROJET URBAIN

GUIDE MÉTHODOLOGIQUE À DESTINATION  
DES COLLABORATRICES ET COLLABORATEURS  
DE L'ÉTAT DE GENÈVE



JUIN 2024



## Table des matières

PRÉAMBULE	4
1 NOTIONS DE BASE	6
1.1 Définitions des trames	6
1.2 Confort climatique et îlot de chaleur urbain	7
1.3 Diurne/nocturne	9
2 DIAGNOSTIC – ANALYSE CLIMATIQUE	10
2.1 Analyse de la température ressentie (PET)	12
2.2 Analyse de la température réelle (°C)	13
2.3 Analyse des échanges d'air froid	14
2.4 Analyse de la situation bioclimatique*	15
3 PHASE PLANIFICATION : IMAGE DIRECTRICE / PDQ / PLQ	17
3.1 Adaptation par la trame verte et brune	17
Intégration par l'arborisation	18
Régénération et végétalisation des sols urbains	20
3.2 Adaptation par la trame bleue	23
Les étendues d'eau	24
Gestion des eaux pluviales	26
3.3 Adaptation par la trame grise	29
Adaptation de la morphologie urbaine	30
Diminution des surfaces minérales et imperméables	32
4 PHASE DE PROJET : ESPACE PUBLIC (PLACE, PARC, RUE, ROUTE ...)	34
4.1 Adaptation par la trame verte et brune	35
Arborisation des espaces urbains	36
4.2 Adaptation par la trame bleue	39
Eaux d'agrément : fontaine, jeux d'eau, bassin	40
4.3 Adaptation par la trame grise	43
Matérialité et couleur des revêtements de sol	44
Dispositifs d'ombrage	46
5 PHASE DE PROJET : BÂTIMENT, OUVRAGE D'ART	48
5.1 Adaptation par la trame verte et brune	49
Façades végétalisées	50
Toitures végétalisées ou végétation sur dalle	52
5.2 Adaptation par la trame bleue	55
Gestion des eaux pluviales des bâtiments	56
5.3 Adaptation par la trame grise	59
Matérialité des éléments construits	60
Dispositifs architecturaux	62
6 ANNEXES	64
Bibliographie	64
Lien avec la théorie	65
Glossaire	71



Version finale en juin 2024 mais mise à jour régulière à mener



# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Planification : Image directrice, PDQ, PLQ

Exemple d'adaptation  
par la trame grise

### Diminution des surfaces minérales et imperméables

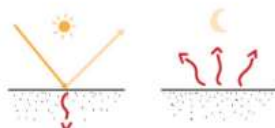
L'environnement urbain se caractérise par l'utilisation massive de surfaces minérales imperméables, comme le béton et l'asphalte, néanmoins nécessaires pour certaines activités urbaines. Cependant, ces revêtements empêchent l'absorption et la rétention de l'eau en profondeur, limitant ainsi la dissipation de la chaleur par évaporation. De plus, ils présentent une forte inertie thermique, ce qui signifie qu'ils ont la capacité de stocker puis relâcher une quantité importante de chaleur, contribuant ainsi à l'aggravation de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

#### LEVIERS D'ACTION

- Surfaces routières et de stationnement, places et espaces publics

#### INFLUENCE CLIMATIQUE

- ☀️ • Accumulation de la chaleur pendant la journée et restitution pendant la nuit (participe à l'effet d'îlot de chaleur urbain).



**Schéma 7**  
Bilan énergétique des surfaces minérales et imperméables. Contrairement aux surfaces naturelles et aux surfaces d'eau, les surfaces imperméables ne peuvent pas bénéficier de l'évaporation pour diminuer la charge thermique, d'autant plus que la minéralisation des espaces extérieurs augmente la quantité de chaleur stockée.  
(Source : ADEME, redessiné et modifié par LECEA-HEPIA, 2024)



#### POINTS À CONSIDÉRER

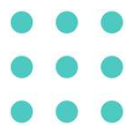
- Les surfaces recouvertes de revêtements de sol imperméables et minéraux ont-elles été minimisées et rationalisées de manière à réduire leur empreinte au sol ?
- La disposition spatiale de ces surfaces minérales et imperméables a-t-elle été réfléchie de manière à les exposer moins directement au soleil ?
- Les surfaces minérales et imperméables peuvent-elles être minimisées dans les zones les plus critiques à la surchauffe urbaine, c'est-à-dire les zones très ensoleillées et avec une faible part de ciel visible ?
- Est-ce qu'une stratégie d'ombrage des surfaces minéralisées peut être envisagée ?



#### POINTS DE VIGILANCE

- **Ombrage des surfaces minérales exposées**  
Il est essentiel de prendre des mesures pour ombrager les surfaces minérales exposées au soleil, que ce soit par des structures architecturales ou de la végétation. Cette stratégie réduit l'exposition directe au soleil de ces surfaces, limitant ainsi leur absorption d'énergie solaire. En maintenant des températures plus basses et en minimisant la rétention de chaleur, cette approche contribue à créer un environnement urbain plus confortable et frais et joue un rôle dans la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain.
- **Rationalisation de l'utilisation des matériaux thermiquement problématiques**  
Les routes revêtues d'asphalte ou de bitume, en raison de leur nature absorbante de chaleur, contribuent significativement à la surchauffe urbaine. Bien que nécessaires pour les routes fréquentées par des véhicules, il est impératif de rationaliser leur utilisation et de limiter leur empreinte au sol exclusivement aux voies empruntées par ces véhicules. Une gestion judicieuse de ces matériaux permet de minimiser l'impact thermique négatif sur l'environnement urbain et permet l'ajout de végétaux le long des voies et des places.





# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Projet : espace public

Exemple d'adaptation  
par la trame bleue

### Eaux d'agrément : fontaine, jeux d'eau, bassin

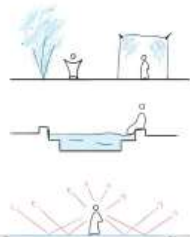
À l'échelle de la réalisation, le mobilier urbain et les dispositifs architecturaux jouent un important dans l'aménagement de l'espace public. La présence de l'eau se décline sous diverses formes telles que les jets d'eau, les fontaines, les miroirs d'eau et les petits bassins. Bien que ses effets climatiques soient limités dans l'espace et dans le temps, l'eau joue un rôle majeur dans le confort des citoyens. Ces aménagements ont un impact négligeable sur l'effet d'îlot de chaleur urbain, mais ils exercent une influence significative sur le bien-être des usagers et usagères. En fournissant de l'eau potable pour se désaltérer, en offrant la possibilité d'un contact rafraîchissant, en créant un effet de brumisation qui temporairement abaisse la température de l'air et rafraîchit la peau, et en agissant comme un miroir reflétant les températures du ciel pour procurer un environnement radiatif plus favorable au confort des usagers et usagères. L'eau d'agrément est un élément central pour un aménagement adapté aux fortes chaleurs urbaines.

#### LEVIERS D'ACTION

- Aménagement de l'espace public.

#### INFLUENCE CLIMATIQUE

- ☀ • Effet de brumisation;
- ☀ ☾ • Possibilité de contact avec l'eau pour les habitantes et habitants;
- ☀ • Réflexion des températures fraîches du ciel.



**Schéma 7**  
Les effets climatiques des aménagements liés à l'eau varient en fonction de leur forme, ce qui influence différemment le confort des usagers. (Source : ADEME, redessiné et modifié par LECEA-HEPIA, 2024)



Image 8 : Quartier de l'Étang – Vemier (Crédit photo : F. de Limoges)



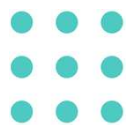
#### POINTS À CONSIDÉRER

- Est-ce que des fontaines fournissent de l'eau potable ?
- Les fontaines peuvent-elles être équipées de jets d'eau pulvérisateurs pour créer un effet de brumisation ?
- Peut-on envisager l'installation d'un dispositif de miroir d'eau dans les espaces dégagés et peu ombragés ?
- Peut-on envisager l'installation de jeux d'eau pour permettre à la population de se rafraîchir ?
- Est-il possible de concevoir un système de brumisation dans les zones les plus critiques en termes de confort climatique ?
- Est-ce que l'aménagement des plans d'eau offre la possibilité aux habitantes et habitants d'avoir un contact avec l'eau ?
- Est-ce que le projet permet de créer de nouveaux écosystèmes aquatiques, permanents ou temporaires ?
- Le projet est-il pensé en réfléchissant aux chemins de l'eau ?
- Les réflexions sur l'eau intègrent-elles celles sur la végétation et sur le sol (triptyque Eau-Sol-Arbre/Végétation) ?
- Les espaces plantés sont-ils en mesure de résister aux épisodes de sécheresse ?



#### POINTS DE VIGILANCE

- **Importance des jeux d'eau, fontaines et bassins**  
Les fontaines et petits bassins ont un impact climatique limité, mais ils contribuent au bien-être des habitantes et habitants par temps chaud, surtout s'ils offrent la possibilité de se baigner ou si leur eau est potable.
- **Aménagements d'eau de grande ampleur**  
Les aménagements d'eau de grande ampleur contribuent à réduire la température moyenne radiative à proximité en raison de la fraîcheur de leur surface.
- **Conditions pour les miroirs d'eau**  
Les dispositifs de miroir d'eau ont un effet rafraîchissant efficace uniquement dans un environnement dégagé, avec une grande partie du ciel visible. En l'absence de ces conditions, la surface d'eau peut refléter les façades des bâtiments, ayant des températures de surface bien supérieures à celle du ciel.



# GUIDE METHODOLOGIQUE

## Projet : bâtiment, ouvrage d'art

Exemple d'adaptation  
par la trame verte et brune

### Toitures végétalisées ou végétation sur dalle

Les toitures végétalisées et la végétation sur dalle (notamment des parkings souterrains) permettent d'apporter des éléments de végétation dans des lieux densément bâtis. Elles se déclinent en différents types, allant des toitures extensives, caractérisées par une faible épaisseur du substrat et ne nécessitant pas d'irrigation, aux toitures semi-intensives, présentant une épaisseur moyenne et demandant une faible irrigation, jusqu'aux toitures intensives exigeant une irrigation conséquente, avec une végétation variée. Outre la biodiversité et leur aspect esthétique, les toitures végétalisées peuvent offrir des avantages climatiques significatifs. Lorsqu'elles ne sont pas accessibles, leur impact est modéré pour le confort climatique, mais elles contribuent à limiter l'élévation de la température de la surface des toits. Cet effet a des répercussions bénéfiques sur le confort intérieur pendant la saison estivale, soulignant ainsi l'importance de ces solutions dans la conception des projets urbains.

#### LEVIER D'ACTION

- Toitures des bâtiments ;
- Dalle des parkings souterrains ;
- Casquette des bâtiments.

#### INFLUENCE CLIMATIQUE



- Diminution de la température de surface des toitures, limitation de la charge thermique du bâtiment ;



- Surfaces « fraîches » pour les habitantes et habitants si la toiture est accessible ;



- Améliore le confort intérieur du bâtiment.



**Schéma 11**  
La végétalisation de la toiture permet de profiter des effets climatiques des sols naturels. Leur efficacité dépend de la disponibilité en eau. (Source: ADEME)



Image 12: Toits des HUG (Source: HUG)



#### POINTS À CONSIDÉRER

- Est-ce que le contexte du projet est approprié à la végétalisation des toitures ?
- Est-ce que la végétalisation des toitures est compatible avec les exigences ou souhaits de valorisation de l'énergie solaire du projet (panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques) ?
- Est-ce que la valorisation solaire des toitures (panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques) est compatible avec les souhaits de végétalisation des toitures du projet ?
- Est-ce que la structure et l'épaisseur du substrat sont suffisantes pour jouer le rôle d'éponge pour l'eau de pluie ainsi que pour assurer le développement et la pérennité de la végétation ?
- Est-ce que le type de végétalisation correspond aux objectifs visés par le projet (rétention d'eau, promotion de la biodiversité, régulation climatique, toiture productive/accessible, toiture biosolaire, etc.) ?
- Est-ce que la végétation dispose de suffisamment d'eau en période estivale ?



#### POINTS DE VIGILANCE

##### • Effet climatique localisé

Les toitures végétalisées ont un impact limité à la hauteur des toits et ont peu d'influence à l'intérieur de la couche urbaine vécue\*, sauf dans le cas des dalles des parkings souterrains qui ont un impact direct dans cette couche. Leur contribution majeure réside dans l'amélioration du confort intérieur pour les habitantes et habitants.

##### • Choix adaptés à la toiture

Pour la végétalisation d'une toiture d'un bâtiment existant, il est recommandé d'opter pour une toiture végétale extensive en raison de sa faible charge sur la structure, liée à une faible épaisseur de substrat, tout en ayant conscience que moins l'épaisseur du substrat est importante moins grande est sa capacité à retenir les eaux de pluie. En revanche, pour une toiture accessible, privilégier une végétation avec des milieux secs, des prairies, ou des arbustes, en anticipant les besoins d'entretien et en assurant une gestion adéquate de l'approvisionnement en eau.