



“werken zoals machines, en het is de functie van de ecooloog om die machines te ontleden, ze te verstaan, én ze beter te doen werken”. Zijn wetenschappelijke carrière is vooral bekend omwille van zijn analyses van bosecosystemen in de Belgische Ardennen in de jaren 1960 en 1970. In het kader van het Internationaal Biologisch Programma bestudeerde hij samen met zijn collega's bepaalde gebieden in de Ardennen, waarbij het zijn voornaamste bezigheid was om de 'bioproductiviteit' van de bossen te berekenen. Alle onderdelen van het ecosysteem werden daarom berekend naargelang hun 'biomassa'. Hoe hoger de productie van biomassa in een ecosysteem, hoe hoger de bioproductiviteit. Om productief te zijn, had een ecosysteem een metabolisme, of een *flux d'énergie* nodig. Via energiestromen, zoals water of zonlicht, kan een ecosysteem biomassa produceren. Hoe minder energie er nodig is om een bepaalde hoeveelheid biomassa te produceren, hoe efficiënter het ecosysteem werkt. De exacte werking van deze systemen goot Duvigneaud achteraf in een schematische doorsnede die ons een beeld geeft van het bosmetabolisme. Deze tekenmethodes leende Duvigneaud van de geobotanie, een wetenschap die hij reeds beoefende gedurende verschillende missies naar Belgisch Congo. Deze snede is evenwel geen exacte representatie van een geografische ruimte, maar eerder een schematische weergave van een specifiek bosecosysteem.

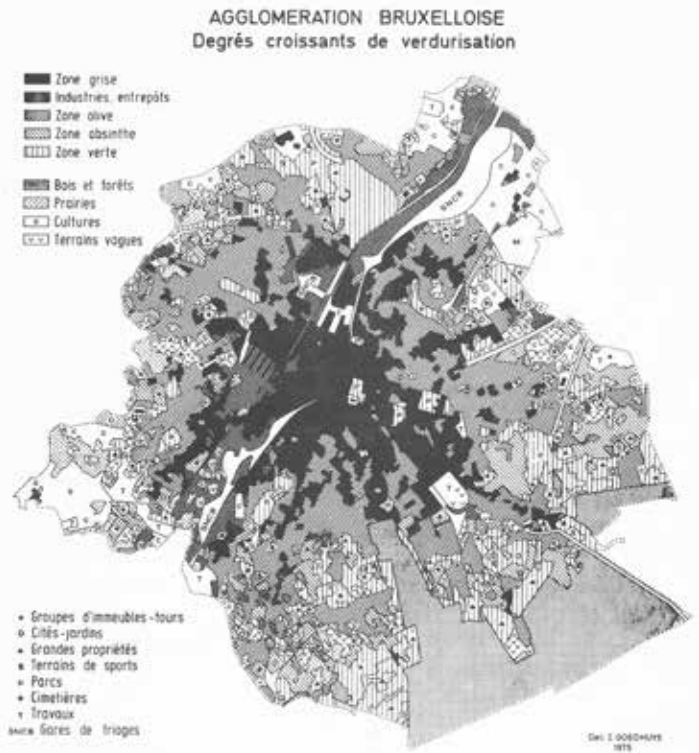
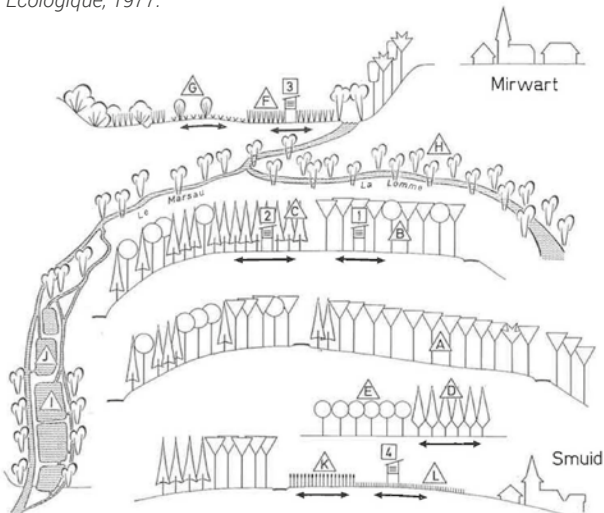
## Duvigneaud geloofde dat we ecosystemen 'beter' kunnen doen werken

### Het metabolisme van het Brussels ecosysteem

Pas in het begin van de jaren '70 maakt Duvigneaud echt een bocht: in zijn pas opgerichte onderzoeksinstelling, het *Centre d'Etude de l'Environnement Urbain*, bestudeerden hij en verschillende collega's de stad Brussel als ecosysteem. Voor deze nieuwe soort onderzoek-site kwam Duvigneaud met de klinkende Latijnse naam *ecosystème 'urbs'* op de proppen, in tegenstelling tot het bosecosysteem, de *ecosystème 'silva'*. Het ecosysteem 'urbs' onderscheidt zich volgens Duvigneaud van de andere ecosystemen

Een schematische weergave van het landschap rond Mirwart via meerdere transecten die de verhouding van de verschillende systemen (biogéocénoses) tegenover elkaar laten zien. Op de afbeelding zijn ook de locaties van de verschillende meetstations te zien (nr. 1-4).

Bron: P. Duvigneaud en M. Scieur, *Le Site de Mirwart. Paysage Ecologique*, 1977.



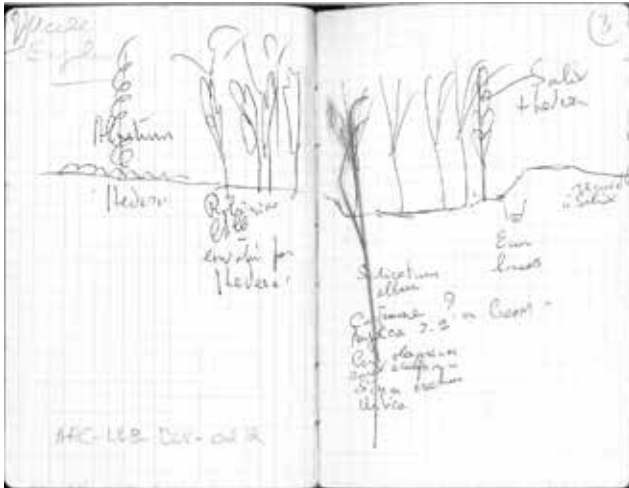
De carte écologique de l'occupation du sol et des degrés de verdurisation, een zoneringskaart die de groenheid van de zones aanduidt. Die zones vallen ook samen met de verschillende subsystemen.

Bron: Duvigneaud et al. *L'Ecosystème 'urbs': l'écosystème urbain Bruxellois*, 1977.

op metabolisch niveau: de flux van zonne-energie en 'atmosferisch' water wordt vervangen door geïmporteerde elektrische en fossiele energie, en geïmporteerd water vanuit verafgelegen waterbronnen. Ook de voeding is van buitenaf afkomstig.

De urbs Brussel wordt door Duvigneaud eveneens onderverdeeld in subsystemen, maar hier wordt de onderverdeling gemaakt op basis van de 'verdurisation', of 'groenheid' van het gebied. De mate van 'groenheid' werd daarbij gekoppeld aan een aantal stedelijke typologieën: de (historische) binnenstad, industriële delen, tuinsteden, et cetera. Toch zijn die subsystemen geen afgebakende gebieden, maar komen ze verspreid voor in de stad. Cartografisch wordt Brussel zo een lappendeken van subsystemen in bepaalde graden van groen. Hoe dit lappendeken functioneert, legt Duvigneaud, net als bij de bosecosystemen, uit via een schematische doorsnede van Brussel. In deze tekening zijn de verschillende subsystemen terug te vinden als onderdelen van de snede. Het schema toont namelijk niet letterlijk de verticale geografische weergave van Brussel (zie achterzijde van dit nummer), maar is simpelweg een conceptuele weergave van Brussel waarbij elk subsysteem zijn plaats krijgt in een soort van valley-section. Het schema verlaat dus de geografische realiteit om op die manier de systematische werking van het Brussels ecosysteem te kunnen verbeelden.

Duvigneaud berekende verschillende stromen van het Brussels metabolisme: de energiewaarden, de koolstofcyclus, de vervuilende stoffen, de waterimport en de fotosynthese. Hij stelde zelf al snel dat deze waarden "approximatives" waren. Wat echter opvallend is, is dat sommige van zijn cijfers uit zijn eigen onderzoek op de lokale context berekend waren (zoals in zijn bosecosystemen), maar evenveel cijfers eenvoudigweg veralgemeningen waren van statistieken die hij op het Belgische niveau terugvond. Daarbij volgde hij een voor hem 'gulden' percentage van 13 procent. De hoeveelheid auto's in Brussel waren ongeveer 13 procent van het Belgische totaal, terwijl de bevolking op 10,99 procent van het Belgische totaal kwam. Op die manier berekende hij bijvoorbeeld ook dat Brussel ongeveer 13 procent van het totale Belgische verbruik aan steenkool, petroleum, gas en elektriciteit importeerde. Duvigneaud stelde daarnaast dat Brusselaars ongetwijfeld bijzonder gulzig waren, en berekende dat elke Brusselaar ongeveer 3200 calorieën per dag at, wat hij ook extrapoleerde naar de volledig



Nota's van Duvigneaud met een tekening van een snede van de planten en een echt gedroogd exemplaar. Uit Ukkel, bij het Engeland-plateau. Bron: CIVA, Fonds Duvigneaud.

stad. Ook het voedsel en de afvalstoffen van dieren (voornamelijk honden) werden precies ingevoerd in zijn model. Na een lezing van Duvigneaud's Brussel, lijkt het alsof de stad tot een simpele wiskundige vergelijking gereduceerd wordt, waarbij cijfermateriaal allerhande met gemak het model aanpast en 'juister' maakt.

## De bioproductiviteitskaart werd gemaakt om de zoneringspolitiek van Brussel te ondersteunen

### De stad als productief ecologisch landschap

Toch is het model van Duvigneaud niet compleet gebaseerd op abstract cijfermateriaal. Via uitgebreide studies naar bomen en groen in Brussel (het meer vertrouwde werkterrein van de ecooloog), bracht hij de lokale context binnen in zijn model. Wat voor hem belangrijk was in een stedelijke context, waren de zogenaamde *terrain vagues*, of braakliggende terreinen. Het gaat hier om verlaten groenruimtes, ruïnes of zones die recent vrijgemaakt zijn voor toekomstige constructie. Deze plekken waren 'intiem verbonden' met de mens en divers in hun plantkundige samenstelling. De internationale mengelmoes aan planten op deze terreinen zorgde daarnaast voor opmerkelijke visuele samenstellingen. Nog belangrijker voor Duvigneaud was echter dat deze gebieden biologisch bijzonder productief waren: tot wel 20 ton biomassa per hectare per jaar. De verbijsterde ecooloog verklaarde daarbij dat biologische productie van de *terrain vagues* even groot was als de biologische productie van tropische bossen. Groengebieden werden daarnaast niet enkel bestudeerd om hun bioproductiviteit in kaart te brengen. Planten werden ook ingeschakeld om de het stedelijk klimaat en zijn invloed op het plantenrijk verder te analyseren. Via het bestuderen van een aantal verspreide bomen over de Brusselse regio werd gekeken hoe het specifieke stedelijke klimaat al dan niet een positieve invloed had op de groei van bomen en verschillende contexten. Duvigneaud bestudeerde op die manier bijvoorbeeld het heat-island effect en stelde dat enkele deelgemeenten van Brussel duidelijk al onderdeel waren van de 'urbane' context.

Eén van de meest omvangrijke werken van Duvigneaud en zijn collega's was het maken van een overkoepelende kaart die de verschillende subsystemen in kaart bracht, en de graad van

'groenheid' liet zien. Net zoals zijn metabolisch schema, is de *carte ecologique de l'occupation du sol et des degres de verdurisation* een poging om het ecosysteem ruimtelijk te vertalen, maar deze keer door bioproductiviteit in kaart te brengen. Deze kaart is tevens een mooi voorbeeld van hoe de lokale context van belang was voor Duvigneaud, maar ook hoe hij tegelijk de grootschalige informatie behapbaar maakte voor zijn onderzoekers. De kaart werd namelijk getekend aan de hand van hulpmiddelen, zoals fotografisch materiaal. Duvigneaud fotografeerde het volledige Brusselse grondgebied vanuit een Zeppelin, in een zijdelings perspectief. Het ging hier over kleurenfoto's, maar eveneens infraroodfoto's. Dit was noodzakelijk, aangezien zo de hoeveelheid groen geschat kon worden en dus ook de biomassa. Ook lokaal verzamelde informatie werd gebruikt om de kaart verder te preciseren. Het cartografisch materiaal verzorgde verder een verruimtelijking en contextualisering van het metabolisme van Brussel, aangezien het generiek stadsecosysteem nu kon onderverdeeld worden in specifieke subsystemen: door ruimtelijk verschillende systemen te ontleden, was het mogelijk om de metabolische werking van de stad te lokaliseren in de ruimte. Deze subsystemen zijn dan ook terug te vinden in de bekende snede: daar zie je dat de stad aanwezig is op de achtergrond, van substelsysteem 'grijze bebouwde zone', over 'park', tot de 'zone absinthe': een zone met zeer veel groen (zoals een tuinstad). De kaart werd gemaakt door Duvigneaud in opdracht van de Brusselse Agglomeratie, die ze wenste te gebruiken in haar planningspolitiek om op basis daarvan een zoneringspolitiek te voeren in Brussel die rekening hield met de ecologische waarden die aanwezig waren in de stad. Duvigneaud voegde dan ook per substelsysteem een aantal planningsvoorschriften toe, die de stedenbouwkundigen konden gebruiken in hun werk.

*Het capteren van water dat via bomen de ondergrond bereikt. Dit water is rijk aan mineralen dankzij het contact met de bomen: een specifieke, ecologisch interessante, stroom. Op de achtergrond zijn vangnetten te zien die verder organisch materiaal verzamelen. Locatie onbekend, vermoedelijk in de regio Brussel.*

Bron: CIVA, Fonds Paul Duvigneaud





Een terrain vague met een extreem hoge bioproductiviteit. Bron: Duvigneaud et al. *Importance de l'Ecosystème Urbain et de ses sous-systèmes*, 1976

## Stedelijk metabolisme is méér dan een theoretisch concept dat geprojecteerd wordt op de stad

### Conclusie: een contextueel en ruimtelijk metabolisme?

Wat opvalt uit een analyse van de ontwikkeling van het stedelijk metabolisme in de specifieke case van Duvigneaud is dat het tot stand is gekomen vanuit een verweving van een internationale en nationale kennisproductie, de Belgische en Brusselse context en ruimtelijk specifieke invloeden. De geschiedenis van Duvigneaud's werk toont daardoor aan dat het concept van stedelijk metabolisme méér is dan een theoretisch concept dat geprojecteerd wordt op de stad, maar in feite een praktijk die genegotieerd wordt doorheen een analyse van de stad, via zeer verschillende kanalen. Enerzijds blijft het concept zeer wiskundig, waarbij Brussel herleid wordt tot een model waarin cijfermateriaal naar believen ingebracht kan worden en dat daardoor een zeer kwantitatieve analyse genereert. Anderzijds is het idee van een metabolisme ook contextgericht en tastbaar: via bepaalde onderzoekspraktijken, die hij duidelijk mee heeft gekregen vanuit zijn expertise als ecooloog, betreft hij de (ecologische) ruimte op zijn groter model. De terrain vagues winnen in zijn analyse aan belang en worden waardevol vanuit de ogen

Een luchtfoto, waarop het subsysteem 'grand ensemble in het groen' te zien is, in Ukkel. Bron: Duvigneaud et al. *Importance de l'Ecosystème Urbain et de ses sous-systèmes*, 1976



van de ecooloog. Ecologische observaties, zoals klimaatanalyses via bomen, laten Duvigneaud uitspraken doen over welke context stedelijk is en welke niet en een ecologische mapping van de stad zorgt daarbij voor een bruikbaar kader voor planners. Zij kunnen (ecologische) linken leggen in een stad die geherinterpreteerd wordt als een dynamisch en systemisch gegeven. De vertalingen van zijn bevindingen naar cartografisch en schematisch materiaal blijven echter onvolkomen. Enerzijds ontwerpt hij een abstraherend schema dat een totaalbeeld biedt van Brussel terwijl daarbij de geografische werkelijkheid deels losgelaten moet worden, anderzijds brengt hij de bioproductiviteit in kaart via een gedetailleerde fragmentenkaart die elke systemische lezing van de stad loslaat.

### Literatuurselectie

- Danneels, K. (2018) *Historicizing Ecological Urbanism: Paul Duvigneaud, the Brussels Agglomeration and the Influence of Ecology on Urbanism (1970-2016)*. In: M. Dehaene & D. Peleman (Ed.) *On Reproduction. Re-Imagining the Political Ecology of Urbanism*. Urbanism & Urbanization Conference Proceedings. Ghent.
- Duvigneaud, P. (1974) *L'écosystème Urbs. Études Écologiques de l'écosystème Urbain Bruxellois: Contribution n. 1. Mémoires de La Société Royale de Botanique de Belgique* 6, pp. 5-35.
- Lachmund, J. (2017) *The City as Ecosystem: Paul Duvigneaud and the Ecological Study of Brussels*, In: De Bont, R. en Lachmund, J., *Spatializing the History of Ecology: Sites, Journeys, Mappings*, Routledge, p. 141-161.
- Tanghe, M. & P. Duvigneaud. (1978) *Etude Phyto-Écologique de La Vallée de La Woluwe Dans La Région Bruxelloise, Comme Base de Son Aménagement*. *Bulletin de La Société Royale Belge de Géographie* 102, no. 1, pp. 5-32.
- Tanghe, M., P. Duvigneaud & M. Juvé-Barbezat. (1974) *Premier Aperçu Des Facteurs Écologiques Du Métabolisme de l'agglomération Bruxelloise*. *Mémoires de La Société Royale de Botanique de Belgique* 6, pp. 35-56.

**Koenraad Danneels** (koenraad.danneels@uantwerpen.be) is doctoraatsonderzoeker aan de Universiteit Antwerpen en doet onderzoek naar de invloed van de wetenschappen, zoals ecologie, op de geschiedenis van de stedenbouw in België.